

PLAN ESTRATÉGICO MACROCUENCA MAGDALENA CAUCA

INFORME ANALISIS ESTRATÉGICO

**Unión Temporal Plan Estratégico de las Macrocuencas Magdalena,
Cauca y Caribe.**

Valoración Económica Ambiental S.A.S.

EConcept.

Optim Consult

ANÁLISIS
ESTRATÉGICO

Contenido del Capítulo 3

3	Capítulo	868
3.1	MODELO DE DESARROLLO DESEADO DE LAS MACROCUENCAS.....	869
3.1.1	Oferta	878
3.1.2	Demanda	879
3.1.3	Calidad Hídrica.....	880
3.1.4	Riesgo asociado al recurso hídrico	882
3.2	MODELO INTEGRADO DE DINÁMICA DE SISTEMAS DE LA MACROCUENCA.	883
3.2.1	Proceso metodológico y análisis de dinámica de sistemas.....	883
3.2.2	Análisis de Influencia de las Variables clave.....	892
3.2.3	Definición de Intereses estratégicos	898
3.3	ESCENARIOS TENDENCIALES.	901
3.3.1	Oferta	907
3.3.2	Demanda	919
3.3.3	Calidad Hídrica.....	942
3.3.4	Riesgo Asociado al recurso hídrico.....	964
3.3.5	Gobernanza del Agua	996
3.4	CÁLCULO Y ANÁLISIS DE INDICADORES DEL RECURSO HÍDRICO A NIVEL DE MACROCUENCA.	1001
3.4.1	Indicador de Necesidad de Agua “Water Poverty Index – WPI”	1001
3.4.2	Índice del Uso del Agua IUA	1021
3.4.3	Índice de Regulación y Retención Hídrica IRH.....	1026
3.4.4	Índice de Vulnerabilidad al Desabastecimiento IVH	1029
3.4.5	Indicador Caudal Sólido.....	1032
3.4.6	Conclusiones.....	1034
3.5	ZONIFICACIÓN AMBIENTAL.....	1034
3.5.1	Contaminación al recurso hídrico por hidrocarburos	1034
3.5.2	Concentración de mercurio en los cauces y alimentos de la cadena trófica que estén asociados al fenómeno de contaminación.....	1038
3.5.3	Carga Potencial Contaminante.....	1043
3.5.4	Gestión integral del recurso hídrico de los corredores industriales de la Macrocuenca.....	1046

3.5.5	Reducir la vulnerabilidad al desabastecimiento de los centros urbanos medianos y pequeños.....	1048
3.5.6	Áreas de especial significado ambiental	1051
3.5.7	Áreas de recuperación Ambiental.....	1054
3.5.8	Áreas de importancia Social	1056
3.5.9	Navegabilidad.....	1058
3.6	PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO DE TALLERES.....	1063
3.7	CONCLUSIONES.	1075
3.8	GLOSARIO.....	1076
3.9	BIBLIOGRAFÍA.....	1078
3.10	ANEXO 1. MEMORIAS DE TALLERES.	1097
3.11	ANEXO 2. MANUAL DEL MODELO INTEGRADO.	1203
3.11.1	Descripción y fundamentos teóricos que soportan el modelo	1203
3.11.2	Requerimientos técnicos y tecnológicos para usar el modelo.....	1210
3.11.3	Protocolos de uso e interpretación del modelo.....	1215
3.11.4	Formatos para ingresar la información al modelo	1226
3.12	ANEXO 3. MEMORIA TÉCNICA.....	1228
3.12.1	Ecuaciones de los Subsistemas	1228

En este documento se presenta la información asociada a la fase de análisis estratégico del proceso de formulación del plan estratégico de la Macrocuenca Caribe. Este capítulo incluye la modelación de las dinámicas y factores claves que resultan centrales dentro de la Macrocuenca, el análisis y proyección de las variables claves para la gestión integrada de la macrocuenca y el resultado de los 4 talleres de la fase de análisis estratégico.

En la sección 3.1 del capítulo, se expone el modelo de desarrollo deseado para la Macrocuenca concertado entre los diferentes actores claves, expertos en las diferentes temáticas y la información suministrada por diferentes actores en la página web. Se implementaron diferentes estrategias de negociación para acordar las condiciones en las que se espera que se encuentre la Macrocuenca en años futuros.

En la sección 3.2 del capítulo, se explica el modelo de dinámica de sistemas que se utilizó, con el fin de identificar relaciones estratégicas y puntos de acción para la definición de lineamientos y directrices con relación a la Gestión Integral del Recurso Hídrico y de los demás recursos naturales presentes en la Macrocuenca. Se presenta el proceso metodológico que se utilizó para la formulación y desarrollo de los subsistemas y la identificación de las variables que harían parte del modelo. Así mismo se lleva a cabo un análisis de sensibilidad de las variables involucradas en el modelo, el cual permitió definir cuáles son las relaciones prioritarias para la Planeación Estratégica entre los Subsistemas. Finalmente, con base en la identificación de relaciones prioritarias se presentan los intereses estratégicos para cada temática clave.

En la sección 3.3 se realiza un análisis para cada una de las temáticas claves que fueron identificadas a partir del resultado de la priorización en la modelación y de las conclusiones de la fase de diagnóstico. En este sentido, se divide la sección por temáticas: Oferta hídrica, Demanda Hídrica, Calidad hídrica y riesgo asociado al recurso hídrico. El capítulo inicia con una descripción de las dinámicas de tres variables que afectan transversalmente a las variables claves, estas son crecimiento de la población, crecimiento de la producción industrial y crecimiento del sector agropecuario. Posteriormente para cada una de las temáticas se evidencia, en primer lugar, una descripción y caracterización del estado actual y posible crecimiento de las variables relacionadas a la temática. En segundo lugar, una explicación y análisis de las posibilidades de acción que representarían mejoras para el estado actual de las variables. Y finalmente una modelación de los escenarios de desarrollo para cada una de las temáticas de interés, teniendo en cuenta unas posibilidades de desarrollo a través de los escenarios pesimista, probable y optimista.

En la sección 3.4 se describe el cálculo del índice de escasez de agua y pobreza- Water Poverty Index (WPI). En este se presenta como primera medida una definición general del índice y se evidencian los componentes para su cálculo. Posteriormente se realiza una descripción del cómo se calculó el WPI y se presenta un análisis de los resultados obtenidos para la Macrocuenca.

En la sección 3.5 se realiza la zonificación ambiental de la Macrocuenca respecto a las diferentes temáticas claves. Cada temática tiene unos objetivos planteados donde se priorizan las zonas que aplican como de gran importancia para esta. La priorización se realizó mediante la utilización de diferentes índices y se ilustra en cartografía y tablas desarrolladas para cada objetivo. En este orden de ideas, se muestran las áreas de interés estratégico para la navegabilidad por su aporte de caudal a los tramos de los grandes ríos. Se presenta el análisis de navegabilidad de los principales ríos mediante su división en tramos y la oferta hídrica aportada en cada sección. En último lugar, se realiza una explicación e identificación de las zonas de priorización por su necesidad de ser restauradas.

Finalmente, en la sección 3.6 del presente capítulo se encontrarán un desarrollo de la metodología de planificación y desarrollo de los talleres de la fase de análisis estratégico. En los anexos uno se encontrará las memorias detalladas de cada taller en las que se muestran los actores que participaron y las conclusiones obtenidas en cada uno de los talleres, el manual del modelo de dinámica de sistemas y la memoria técnica.

3.1 MODELO DE DESARROLLO DESEADO DE LAS MACROCUENCAS

La propuesta de Modelo de desarrollo deseado es considerada como una proyección factible en el largo plazo que se construye de manera colectiva entre los diferentes actores clave que se encuentran en la Macrocuenca.

Se emplea para dar respuesta a la pregunta de dónde se quiere que esté la Macrocuenca en un horizonte de tiempo de 40 años con relación a la oferta, la demanda, la calidad y el riesgo asociado al recurso hídrico.

El procedimiento llevado a cabo por la UT para la construcción de dicha propuesta tuvo en consideración tres mecanismos propuestos en la estrategia de negociación presentada en el Informe Final de Diagnóstico: talleres, página web y reuniones con expertos. Los mecanismos en mención permitieron:

- Consultar el diagnóstico del recurso hídrico con los diferentes actores clave de la Macrocuenca para la posterior formulación del Modelo de desarrollo deseado.
- Construir escenarios con proyección futura del recurso hídrico.
- Concertar con los actores clave el Modelo de desarrollo deseado.
- Establecer compromisos y responsabilidades a ser asumidos por los diferentes actores para que el modelo de desarrollo sea factible.
- Construir la propuesta de Modelo de desarrollo deseado de las Macrocuencas a través de talleres con expertos.
- Formular internamente la propuesta susceptible a modificaciones de Modelo de desarrollo deseado por parte de la UT.
- Socializar con los diferentes actores la propuesta de Modelo de desarrollo deseado de las Macrocuencas.

En la siguiente gráfica se muestra la consecución de pasos llevados a cabo para la formulación del plan estratégico de la Macrocuenca.

Ilustración 1 Análisis estratégico en el proceso de formulación del plan



Paso 1: Línea Base y SIG

Comprende la elaboración de una línea de base de información por medio de una base de datos y un SIG, así como la identificación de los actores clave para la gestión del recurso hídrico. Este paso constituye el insumo básico para el análisis y las discusiones con expertos y actores clave de la Macrocuenca.

Paso 2: Información y Diagnóstico

Involucra la identificación y el análisis detallado de variables clave que generan o pueden generar cambios importantes en la gestión del recurso hídrico y demás recursos naturales de la Macrocuenca. También incluye la implementación de una estrategia de participación y negociación que involucre a los actores clave de las cuencas, con el fin de lograr los acuerdos y compromisos entre ellos.

Paso 3: Escenarios tendenciales y Análisis de Dinámica de Sistemas

Consta del diseño de un modelo de dinámica de sistemas que involucra las variables, los actores clave y su relación en la gestión del recurso hídrico dentro de la Macrocuenca. Por medio de este modelo se estudia el comportamiento actual de las variables y se examina su evolución en el tiempo de acuerdo a variaciones.

Paso 4: Modelo de Desarrollo Deseado

Representa el proceso de concertación entre los diferentes actores clave, a partir del cual se construye el modelo de desarrollo deseado de la Macrocuenca. Este paso constituye el insumo principal de las propuestas de acuerdo y los lineamientos para la gestión integral del recurso hídrico.

Paso 5: Priorización de Áreas, Usos y Criterios de Calidad

Refleja la definición y el análisis de aquellas variables cuya intervención resulta más efectiva para alcanzar el modelo deseado de Macrocuena, luego de haber evaluado las relaciones existentes entre las principales variables clave.

Talleres

Se realizó un total de 6 talleres a lo largo de la Macrocuena cuyo desarrollo detallado se encuentra en La sección12 del presente documento como ANEXO 1. MEMORIAS DE TALLERES.

Con el fin de concertar el modelo deseado de cada macrocuena con los actores clave, en cada taller se llevó a cabo el procedimiento metodológico que se muestra a continuación.

En primer lugar, la ruta crítica de los talleres estuvo dividida en unos momentos clave a saber:

Momento 1: Plan Hídrico Nacional y Socialización de la Conformación de los Consejos Ambientales Regionales de Macrocuencas – CARMAC

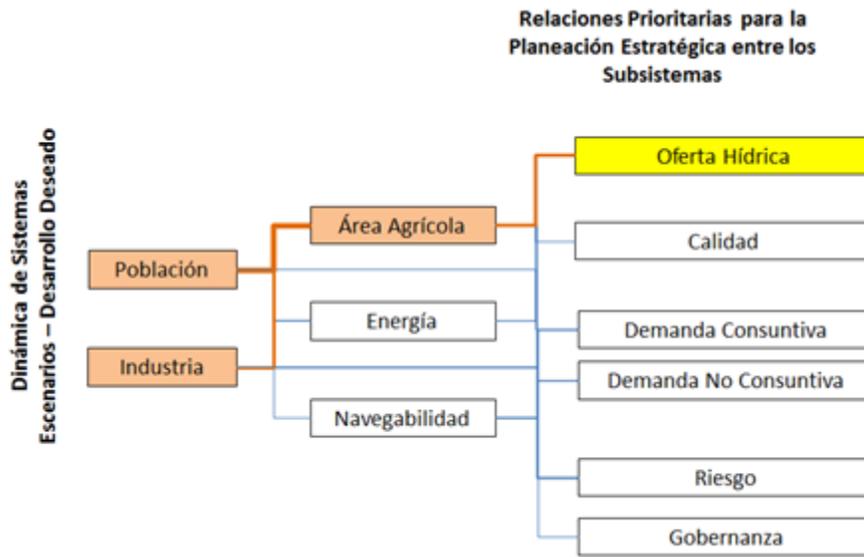
En este momento, el MADS contextualiza a los asistentes al taller en los avances en el proceso de formulación del plan estratégico y en la articulación con los Consejos Ambientales Regionales de Macrocuena (CARMAC).

Momento 2: Escenarios de desarrollo de la Macrocuena y temáticas de trabajo

En este momento se presenta a los asistentes del taller los resultados obtenidos a través de la herramienta de dinámica de sistemas: se exhiben los escenarios de desarrollo deseado y las relaciones prioritarias para la planeación estratégica entre los subsistemas.

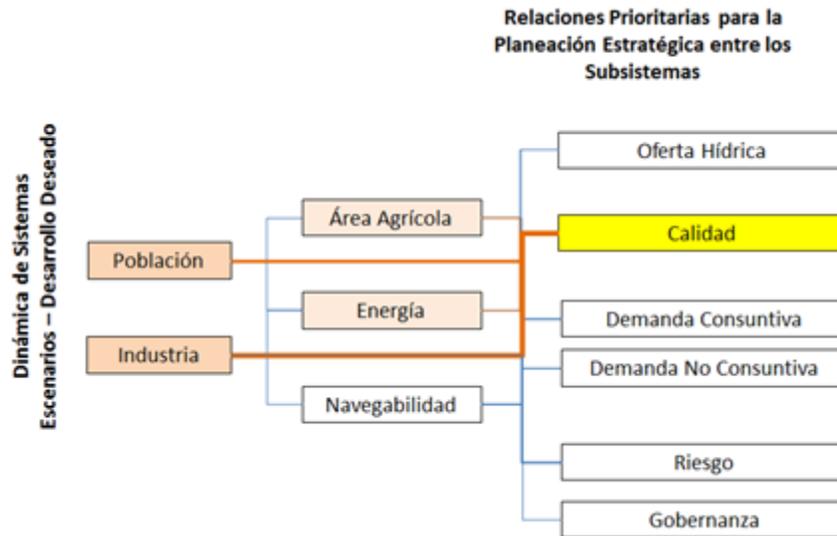
A continuación se presentan los diagramas de las relaciones prioritarias para la planeación estratégica entre subsistemas, según los escenarios de desarrollo deseado para cada una de las dimensiones de la gobernanza del agua:

Ilustración 2 Relaciones Prioritarias Escenarios Oferta Hídrica



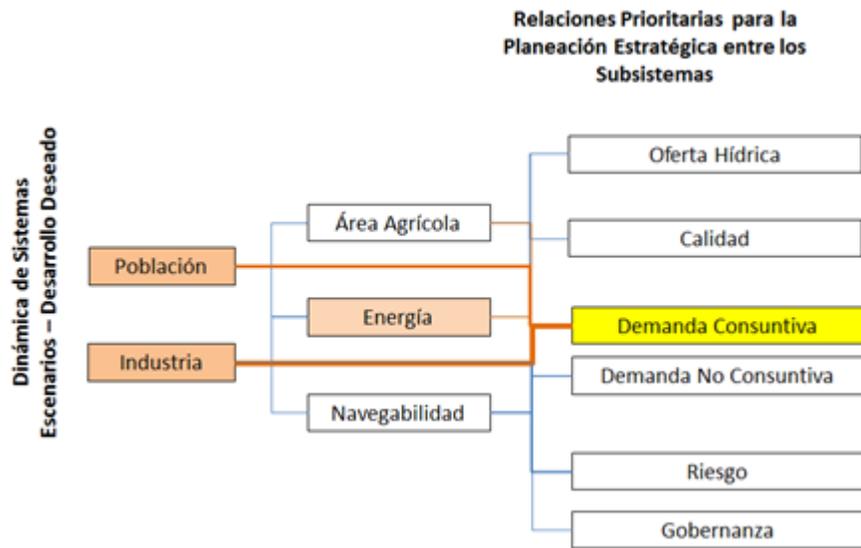
Fuente: UT Macrocuencas

Ilustración 3 Relaciones Prioritarias Escenarios Calidad



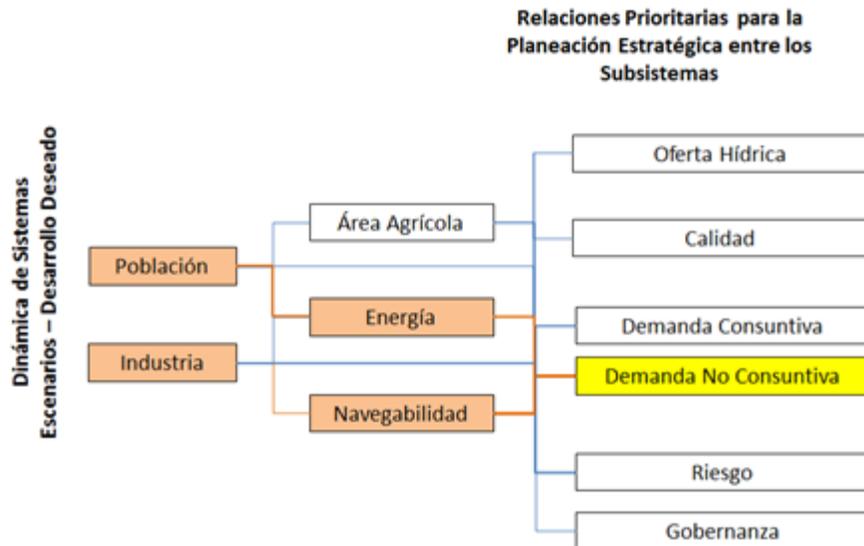
Fuente: UT Macrocuencas

Ilustración 4 Relaciones Prioritarias Escenarios Demanda Consuntiva



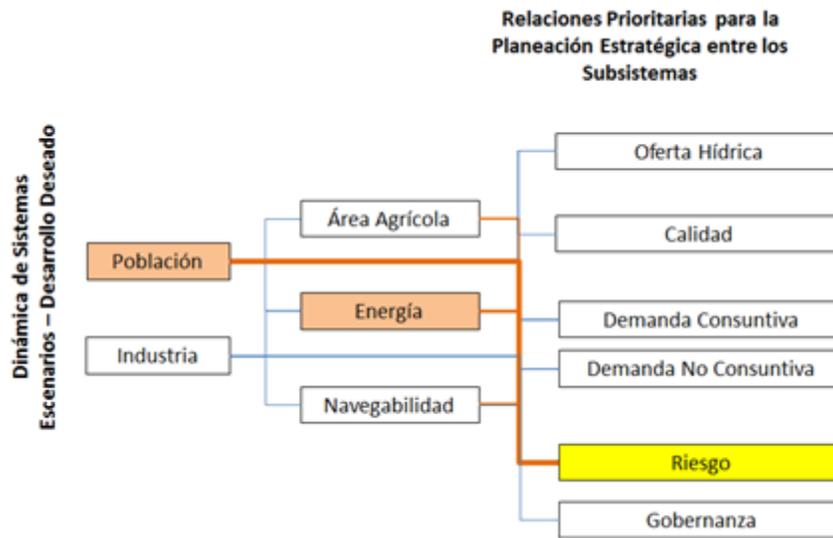
Fuente: UT Macrocuencas

Ilustración 5 Relaciones Prioritarias Escenarios Demanda No Consuntiva



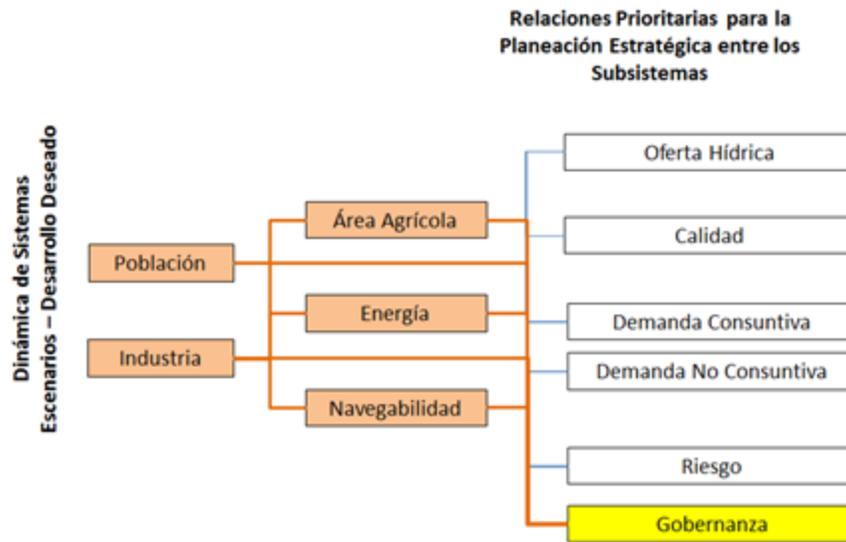
Fuente: UT Macrocuencas

Ilustración 6 Relaciones Prioritarias Escenarios Riesgo



Fuente: UT Macrocuencas

Ilustración 7 Relaciones Prioritarias Escenarios Gobernanza



Fuente: UT Macrocuencas

Momento 3: Desarrollo de Mesas de trabajo

En este momento el total de asistentes al taller se divide en grupos de trabajo y se les hace entrega de unos documentos técnicos que contienen las temáticas de trabajo para que lean y analicen su contenido.

Cabe señalar que las temáticas de trabajo estuvieron soportados por dos instrumentos: Documentos técnicos y Catálogos de subzonas.

Los documentos técnicos presentados fueron cinco, uno para cada una de las dimensiones de la gobernanza del agua: oferta, demanda, calidad, riesgo y gobernanza. En estos documentos se dio desarrollo a cada interés estratégico enmarcado dentro de su correspondiente subsistema, se planteó la situación actual de la Macrocuenca, las posibilidades de acción y el desarrollo deseado.

A continuación, se presenta un resumen de los temas abarcados en cada documento técnico:

Ilustración 8 Resumen Documento Técnico Oferta Hídrica

Temática	Modelo Dinámica de Sistemas	Interés Estratégico	
Oferta Hídrica	Subsistema Doméstico	Dinámica Poblacional	<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 ▪ Prioridades de Conservación de los servicios ecosistémicos (Biodiversidad, Pesca, etc.)
	Subsistema Industrial Manufacturero	Dinámica Crecimiento Industrial	
	Subsistema Agropecuario	Área en cultivos transitorios, permanentes y pastos	
	Subsistema de Conservación	Regulación Hídrica	
Coberturas Naturales.			
Prioridades de Conservación.			

Fuente: UT Macrocuencas

Ilustración 9 Resumen Documento Técnico Demanda

Temática	Modelo Dinámica de Sistemas	Interés Estratégico	
Demanda	Subsistema Doméstico	Dinámica Poblacional	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reducción de Perdidas 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
		Demanda de Agua Doméstica	
	Subsistema Industrial Manufacturero	Demanda de Agua del Sector Industrial Manufacturero.	
	Subsistema Industrial Minero	Demanda de Agua del Sector Industrial Minero.	
	Subsistema Agropecuario	Demanda de agua en riego del sector agropecuario	
	Subsistema de Conservación	Caudal Ecologico	
	Subsistema Hidrogeneración	Demanda de Agua No consuntiva para Hidrogeneración	
Subsistema Navegabilidad	Kilómetros de canal navegable, Profundidad Efectiva y estabilidad de riberas		

Fuente: UT Macrocuencas

Ilustración 10 Resumen Documento Técnico Calidad

Temática	Modelo Dinámica de Sistemas	Interés Estratégico	
Calidad	Subsistema de Conservación	Servicios Ecosistémicos.	<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
	Subsistema Doméstico	Saneamiento Básico	
		Salud	
	Subsistema Agropecuario	Contaminación difusa	
	Subsistema Industrial Manufacturero	Vertimientos Industriales	
	Subsistema Industrial Minero	Vertimientos Hidrocarburos y Gas	
		Vertimientos Carbón	
Vertimientos Minería Oro y Plata			

Fuente: UT Macrocuencas

Ilustración 11 Resumen Documento Técnico Riesgo

Temática	Modelo Dinámica de Sistemas	Interés Estratégico	
Riesgo	Subsistema Doméstico	Dinámica Poblacional	<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.
	Subsistema de Conservación	Regulación Hídrica.	
		Coberturas Naturales.	
	Subsistema Agropecuario	Área en producción y Productividad por unidad de área de cultivos transitorios, permanentes y pastos	
Subsistema Hidrogeneración	Potencial de regulación hidráulica		

Fuente: UT Macrocuencas

Ilustración 12 Resumen Documento Técnico Gobernanza

Temática	Modelo Dinámica de Sistemas	Interés Estratégico	
Gobernanza	Subsistema Doméstico	Organización de la Sociedad Civil y comunidades étnicas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coordinación institucional, gremial y de actores sociales. ▪ Seguimiento y monitoreo del plan estratégico. ▪ Identificación y resolución de conflictos alrededor del recurso hídrico.
	Subsistema Industrial Manufacturero	Gremios con Interés en las Subzonas	
	Subsistema Industrial Minero	Gremios y Empresas Mineras	
	Subsistema Agropecuario	Distritos de Riego	
	Subsistema de Conservación	Autoridades Ambientales y Organización de la sociedad civil con metas ambientales	
	Subsistema Hidrogeneración	Hidrogeneradores	
	Subsistema Navegabilidad	Empresas e Instituciones con intereses en el tema.	

Fuente: UT Macrocuencas

Por su parte, el catálogo de subzonas es un archivo en el que se detallan cartográficamente los siete tramos del río Magdalena y los tres tramos del río Cauca. Describe cartográficamente las diferentes subzonas hidrográficas que constituyen dicha Macrocuenca y adicional a ello, presenta de manera muy resumida información social, económica, agropecuaria, hídrica y de conservación. Nota: Al presente Informe de Análisis Estratégico se le anexará una versión de dicho catálogo.

Momento 6: Plenaria de conclusiones

Momento designado a la discusión de resultados y retroalimentación con relación al análisis de los escenarios de desarrollo de la Macrocuenca y las temáticas de trabajo para el desarrollo de los Lineamientos Estratégicos y compromisos de los acuerdos Interministeriales.

Página web:

La página web *Macrocuencas* representó un espacio de interacción y retroalimentación constante a lo largo de todo el proceso de concertación y redacción. Dicha página contenía las versiones actualizadas de cada uno de las fases del plan estratégico. Además, permitía a sus usuarios la inclusión de documentos con comentarios, correcciones y demás artículos complementarios, pertinentes a la elaboración del Análisis Estratégico de las Macrocuencas.

Reuniones con expertos:

Se realizó un total de diez reuniones dirigidas a temas específicos con expertos. Durante estas reuniones se discutieron a profundidad temas álgidos para el desarrollo del Plan Estratégico de las Macrocuencas.

A continuación, se presenta una tabla en la que se refieren dichas actividades.

Tabla 1 Reuniones con expertos

Fecha	Actividad	Temática
10/07/2013	Reunión MADS, ASOCARS, Cormagdalena	Comentarios Avance informe Fase Diagnóstico
16/07/2013	Reunión MADS	Revisión Metodología Talleres Fase 3, revisión avance informe
22/08/2013	Reunión MADS, ASOCARS	Revisión informe Fase Análisis Estratégico
02/09/2013	Videoconferencia Embajada de Holanda	Propósito de los documentos, tema inversiones, cambio cobertura, inundaciones
21/10/2013	Reunión ASOCARS	Revisión avances informe Fase Diagnóstico, cronograma
22/10/2013	Reunión MADS, Cormagdalena, DNP, ASOCARS	Estado proyecto, informe Análisis Estratégico
25/10/2013	Videoconferencia Embajada de Holanda	Revisión Informe final Fase Diagnóstico, Informe Análisis Estratégico

Fuente: UT Macrocuenas

3.1.1 Oferta

Productividad por unidad de área agropecuaria.

En torno a este interés estratégico, hubo un consenso generalizado entre los diferentes actores que desempeñan un papel clave dentro de la Macrocuenca quienes definieron como punto álgido el mejoramiento de la productividad agrícola y pecuaria para mitigar presiones sobre ecosistemas estratégicos y dar un uso eficiente al recurso hídrico.

Dicho mejoramiento debe caracterizarse por: dar prioridad a la producción de alimentos que garanticen la seguridad alimentaria de la región; implementar proyectos productivos sostenibles, basados en tecnologías y técnicas limpias dentro de áreas de vocación agrícola y pecuaria; promover cambios culturales y sociales a través de capacitaciones en materia de educación ambiental; determinar tasas de uso justas por prestación de servicios medioambientales para todo el sector agropecuario; implementar mayor control y vigilancia ecosistémico mediante los instrumentos de planificación POT.

De igual manera y teniendo en cuenta el crecimiento de la población y la demanda alimenticia, la expansión de la frontera agrícola y pecuaria debe realizarse de manera controlada y eficiente: protegiendo recursos naturales y fuentes hídricas, respetando áreas de interés ambiental de modo que no se afecten ecosistemas estratégicos identificados y priorizados en los POT; considerando la capacidad de los ecosistemas y la vocación agrícola del suelo acompañada de planes de restauración y reforestación ambiental; ponderando la matriz costo-beneficio de servicios medioambientales y la generación de ingresos sectoriales; implementando sistemas productivos ambientalmente sostenibles, con rendimiento óptimo y dotados de distritos de riego tecnificados que aumenten la eficiencia del uso del agua.

Reducir la presión sobre los ecosistemas naturales remanentes en la Cuenca Magdalena Cauca.

Los actores clave dentro de la Macrocuena coinciden en que los cambios de cobertura natural deben realizarse a partir de estudios de zonificación ambiental, donde la planeación esté orientada a la recuperación del potencial natural y las vocaciones de uso de los suelos propios de la región. Todo esto, orientado a mejorar la calidad de vida de la población inmersa en esas matrices, a la vez que se respalda la regulación de condiciones hidrológicas. Por otro lado, hubo consenso en la necesidad del desarrollo de actividades orientadas a la conservación de los ecosistemas naturales y áreas que se encuentren degradadas.

Se considera decisiva la protección y conservación de zonas estratégicas definidas en el POT y en consecuencia, se consienten cambios de cobertura natural por razones técnicas y de bien colectivo que sean sustentadas. Adicionalmente, se deben incluir dentro de la zonificación ambiental las áreas de importancia estratégica para las cuencas abastecedoras. En este orden de ideas, la mejora en la conectividad ecosistémica debe ser tomada como una prioridad dentro de las subzonas estratégicas, en la medida en que los cambios de cobertura sean restringidos o prohibidos en caso de invasión e intensivos en caso de restauración. De manera complementaria, se plantea la conveniencia de evitar el cambio de coberturas naturales mediante compensaciones a los propietarios de los predios.

Prioridades de conservación de los servicios ecosistémicos (Biodiversidad, Pesca, etc.).

En la Macrocuena los actores clave consensuaron que la identificación, delimitación y ampliación de prioridades de conservación de los servicios ecosistémicos debe apoyarse en la normatividad vigente de ecosistemas estratégicos y en políticas de biodiversidad, ofrecimiento de incentivos, planificación y control actuales o por construir. Dicha priorización debe partir de un análisis concienzudo de la importancia, los objetivos de conservación, representatividad y funcionalidad de los servicios ecosistémicos, de tal forma que se preserve y aproveche de manera sostenible la oferta de recursos naturales.

Entre los grandes intereses de los actores clave se encuentra el desarrollo de programas de reforestación de las cuencas abastecedoras en general y el desarrollo de un plan pesquero y ambiental en la cuenca del río Magdalena. La instauración de zonas de reserva para la fauna, la flora y los recursos conexos, al igual que la ejecución de proyectos de conservación de páramos y bosques altos andinos importantes para la prestación de servicios hidrológicos. También se resalta la importancia de tener en cuenta las prioridades de conservación de los servicios ecosistémicos en la planeación, el ordenamiento y la operación de grandes obras como proyectos hidroeléctricos.

3.1.2 Demanda

Teniendo en cuenta el alto porcentaje de demanda de agua por parte de los diferentes sectores se identificaron los siguientes aspectos respecto a la demanda de agua en la Macrocuena que se deberán tener en consideración y que se plantearían como base para el modelo deseado.

Pérdidas en los sistemas de abastecimiento y Uso eficiente del recurso hídrico

Sería necesario controlar las pérdidas técnicas en los sistemas de abastecimiento ya que según consenso entre los actores clave e información aportada por parte de los expertos en cada tema,

se tiene conocimiento que las pérdidas que se están presentando en el sistema de abastecimiento alcanzan el 60%, producto de fraudes, uso clandestino de agua potable, problemas estructurales y tecnologías ineficientes. A medida en que se logre esta meta se va a facilitar el control, seguimiento y aseguramiento de la disponibilidad suficiente del recurso hídrico para el consumo humano en el futuro de forma segura.

Actualmente, los procesos que se están aplicando son muy ineficientes y consumen altas cantidades del recurso hídrico que podrían llevarlo al agotamiento. Por estas razones, se debe realizar un control, vigilancia y modificación de los programas de uso eficiente y ahorro de agua para que se cree una sensibilización sobre el tema sin que se genere un mayor impacto sobre las diferentes actividades en las que se utiliza. Por el lado del sector agropecuario, se debe aumentar la eficiencia del uso de áreas dedicadas a las actividades agropecuarias, ya que de esta forma se incrementa el aprovechamiento eficiente de los sistemas hidrológicos.

El conocimiento integral sobre el recurso hídrico constituye una parte fundamental para su gestión, por esta razón es necesario que se estimen y actualicen las proyecciones de demanda de las grandes ciudades ubicadas en las subzonas y agrupaciones industriales. La actualización de las proyecciones debe hacerse de forma diferenciada entre el sector industrial y el doméstico debido a que el primero tendrá un crecimiento más importante. Al tener en consideración estos aspectos se espera evitar dificultades y retrasos en los procesos de control, ampliación de los sistemas de abastecimiento y regulación del recurso.

3.1.3 Calidad Hídrica

Control de vertimientos industria manufacturera

Con relación a este interés estratégico hubo un consenso generalizado entre los diferentes actores clave de la Macrocuenca, quienes aseveraron que uno de los puntos álgidos con relación al control de vertimientos de la industria manufacturera era el obligatorio el cumplimiento de la legislación existente en materia de vertimientos y en este sentido, el total cumplimiento de los parámetros y estándares establecidos en el Decreto 1594/64.

Otro punto crítico en cuanto a este interés estratégico es la actuación oportuna y tangible de las autoridades ambientales, de modo que la aplicación de normas se haga de manera efectiva o aumente su rigor estableciendo: un mayor control de los permisos ambientales, los límites permisibles en el uso de ciertos químicos, la total prohibición en el vertimiento de metales pesados y la descarga de contaminantes sólo en sitios autorizados. En este sentido, se debe instaurar el empleo de STAR o PTAR en todos los procesos productivos para que se ejecute el correcto tratamiento de aguas residuales in situ antes de su vertimiento a suelos, fuentes hídricas y/o alcantarillados.

Adicional a esto, se propone una articulación entre las autoridades ambientales y las empresas de servicios públicos en las procesos de monitoreo, de tal forma que el control sea georreferenciado y con sistemas de información que permita identificar y verificar la calidad del agua en contraste con la ubicación y el volumen de vertimientos. A la sombra de este control subyace el aumento en

las tasas retributivas por parte de las industrias contaminantes y el aumento los porcentajes de remoción en la industria

Control de vertimientos sector de hidrocarburos y minera

De manera semejante al interés estratégico anterior, los actores clave de la Macrocuenca acordaron que las autoridades ambientales debían dar un control más eficiente y efectivo al cumplimiento de los estándares contenidos en el Decreto 1594/64, en donde se establezcan los límites permisibles en el uso de ciertos químicos que actualmente no se encuentran regulados y se analice la asignación de permisos ambientales en materia de vertimientos.

Los actores, consideraron que la minería ilegal es un aspecto crítico en torno al control de vertimientos por parte de la industria minera, dado que imposibilita la aplicación de normas que regulan o prohíben el uso de sustancias peligrosas como mercurio y cianuro que terminan contaminando en gran medida las fuentes hídricas. Adicionalmente, el modelo deseado debe: Incluir de manera precisa monitoreos periódicos de parámetros de sustancias contaminantes como hidrocarburos, mercurio, carbón, entre otros; implementar tecnologías limpias para la disminución de vertimientos, fijar tasas retributivas justas; promover la formalización minera; vigilar y controlar de manera rigurosa la minería a cielo abierto que se encuentre cerca de ecosistemas estratégicos, y determinar planes de restauración de los ecosistemas afectados por la minería.

Soluciones de tratamiento de aguas residuales domésticas.

Los actores clave de la Macrocuenca determinaron por consenso que el modelo de desarrollo deseado debe partir de una cobertura total de sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas (STAR centralizadas para los centros urbanos y centros poblacionales y, la construcción de pozos sépticos o alcantarillados colectivos a nivel rural. Esto, toda vez que se optimicen los sistemas de tratamiento existentes por medio de capacitación, apoyo económico y creación de alianzas entre las autoridades ambientales y empresas prestadoras de servicios.

De manera complementaria, para hacer efectiva la reducción de sustancias contaminantes se debe prohibir gradualmente la descarga de vertimientos a fuentes hídricas de manera simultánea a la inclusión de tecnología para el tratamiento de aguas y patógenos.

Contaminación difusa en el sector

En cuanto a este interés estratégico, los actores plantearon que en la Macrocuenca se debía controlar el uso de productos agroquímicos de una manera más rígida y con un mejor seguimiento en cuanto a toxicidad y aplicación. Esto con miras a que el uso de agroquímicos prohibidos se suprima completamente y, los niveles de contaminantes y elementos químicos se encuentren dentro de los rangos permitidos, amortiguando la salinización de los suelos.

Un factor crucial en torno a la disminución de la contaminación difusa es la minimización del uso de agroquímicos a través de subsidios o estímulos que fomenten la implementación de prácticas de producción limpia y orgánica, así como los procesos de neutralización de químicos. En concordancia, la introducción de este tipo de modelos productivos verdes en zonas biofísicas y

ecosistemas sostenibles incide directamente en la calidad de vida de las personas de la Macrocuenca y en el uso eficiente del recurso hídrico.

3.1.4 Riesgo asociado al recurso hídrico

Teniendo en cuenta la necesidad de plantear acciones de prevención y mitigación contra los diferentes desastres asociados al agua (inundaciones, avalanchas y deslizamientos) se identificaron los siguientes aspectos que se deberán tener en consideración y que se plantearían como base para el modelo deseado de la Macrocuenca.

Localización de Asentamientos Humanos.

Se realizó un consenso generalizado entre los actores claves y expertos en los temas sobre la necesidad de planear la localización de nuevos asentamientos humanos teniendo en consideración los conocimientos de riesgo en el territorio.

Siguiendo este orden de ideas, en dicho mejoramiento se debe considerar: articulación interinstitucional donde se de apoyo a la zonificación de amenaza y riesgo a nivel de los POT, estructuración de proyectos más acordes con la planificación local, planificación basada en estudios técnicos respecto a la vulnerabilidad de las diferentes zonas y planificación en sectores que cuenten con garantía de infraestructura de servicios públicos en saneamiento básico.

Rondas hídricas y zonas sujetas a inundación.

Sería necesario incrementar la regulación hídrica mediante el aumento de cobertura natural en las rondas hídricas y áreas activas de inundación ya que según consenso entre los actores clave e información aportada por parte de los expertos en cada tema, se tiene conocimiento que el abastecimiento de agua en los sistemas de producción del sector ganadero se hace principalmente de las fuentes hídricas lo cual limita la regeneración de la cobertura natural de estas zonas, proceso fundamental para la regulación hídrica. Esto sucede también por el desconocimiento sobre la delimitación de las rondas hídricas y las zonas sujetas a inundación. Dicha implementación debe contemplar: el fortalecimiento del ordenamiento territorial para las zonas localizadas dentro de las rondas hídricas, definición de criterios sobre responsabilidad y prohibiciones acerca de las rondas hídricas, restitución de las rondas de protección y minimización de las áreas activas de inundación, reforestación con especies nativas de las zonas y delimitación y reconocimiento de las rondas hídricas.

Regulación hidráulica.

Sería necesario controlar la regulación hidráulica en embalses, reservorios, etc., ya que los actores claves concertaron que al mejorar la regulación hidráulica se fortalece la capacidad de afrontar los riesgos naturales y se disminuye la producción de carga de sedimentos en las zonas que aportan tramos de hidrogenación.

Para el mejoramiento de este interés y así mismo teniendo en cuenta la importancia de los embalses para la producción de energía eléctrica, se deben considerar: la articulación y

priorización de medidas estructurales y/o no estructurales para la regulación hidráulica, la realización de campañas y estudios de seguimiento y control.

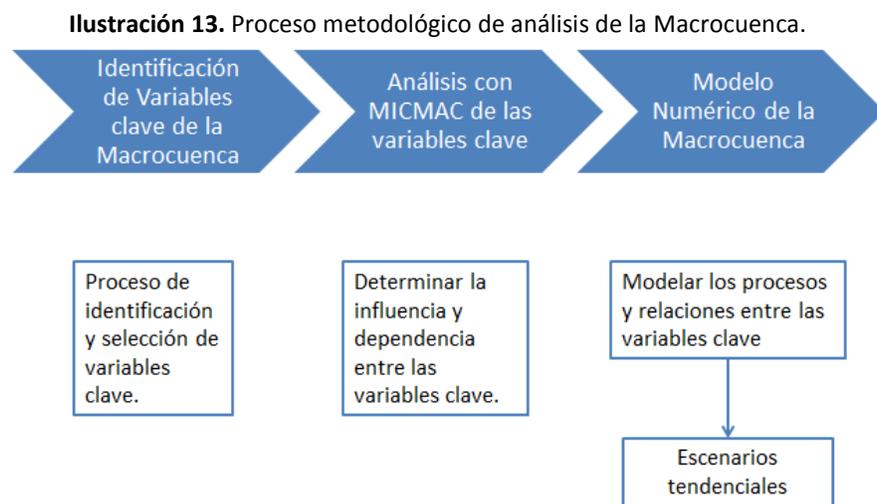
3.2 MODELO INTEGRADO DE DINÁMICA DE SISTEMAS DE LA MACROCUECNA.

3.2.1 Proceso metodológico y análisis de dinámica de sistemas

Como base fundamental del análisis estratégico de la Macrocuena, es necesario elaborar un modelo en el cual se integren todas las variables clave identificadas en la fase diagnóstico, con el fin de identificar relaciones estratégicas y puntos de acción para la definición de lineamientos y directrices con relación a la Gestión Integral del Recurso Hídrico y de los demás recursos naturales presentes en la Macrocuena.

En este orden de ideas, para la elaboración y estructuración del modelo, se revisan las bases de cálculo de dinámica de sistemas y se hace uso de softwares que permitan la integración y el manejo apropiado de las variables. Para el desarrollo del modelo de la Macrocuena, se utiliza el software Vensim, por dos motivos principalmente, la interfaz e interacción amigable y la licencia gratuita.

Dentro del contexto del Plan Estratégico, en la siguiente ilustración se describe el proceso previo al desarrollo del modelo.



Fuente: UT Macrocuencas

Los pasos correspondientes a la Identificación de Variables clave y al Análisis con MICMAC de las variables clave, se desarrollaron en la fase de diagnóstico. En esta fase se identificaron 57 variables a partir de análisis de línea base, la primera ronda de talleres y el estudio de estructuras de cálculo, entre otros. Así mismo, tomando como base el Método MICMAC, las variables se clasificaron en cinco categorías de acuerdo a su nivel de influencia y dependencia dentro del sistema.

Con relación al desarrollo del modelo, el análisis de dinámica de sistemas tiene como función:

- Cumplir con el objetivo de **modelar sistemas complejos como las Macrocuencas**
- Mostrar **consecuencias dinámicas** de las interacciones entre variables claves identificadas
- Formulación y evaluación de **escenarios y/o políticas**
- Observaciones de **períodos largos de tiempo**

Así mismo, matemáticamente un modelo en Dinámica de Sistemas se encuentra estructurado por un conjunto de ecuaciones diferenciales del tipo:

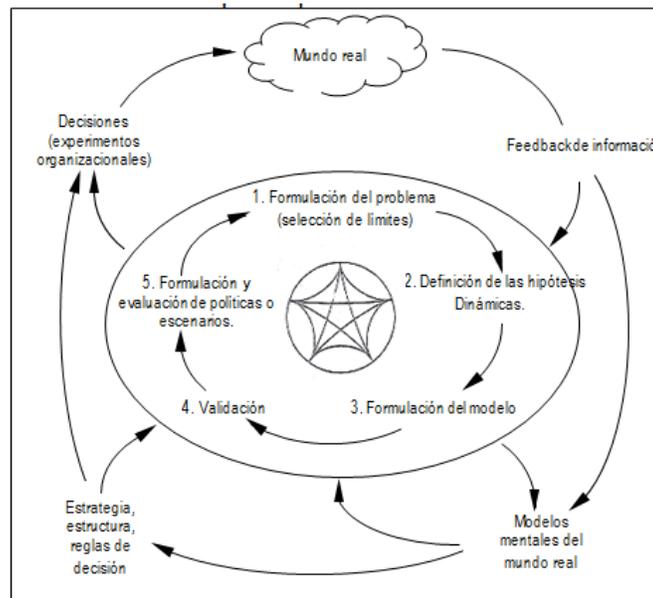
$$\frac{dN_i(t)}{dt} = FE_i(t) - FS_i(t) \quad i=1, \dots, n$$

$$N_i(t) = N_i(0) + \int_0^t [FE_i(t) - FS_i(t)] dt$$

Dónde: N representa el valor de una variable en un momento dado t , que es modificada a través del tiempo por el flujo de entrada (FE) y el flujo de salida (FS).

Lo anterior se representa gráficamente en la siguiente ilustración.

Ilustración 14. Esquema del proceso de modelación.



Fuente: Adaptado de Sterman (2000, pág. 88)

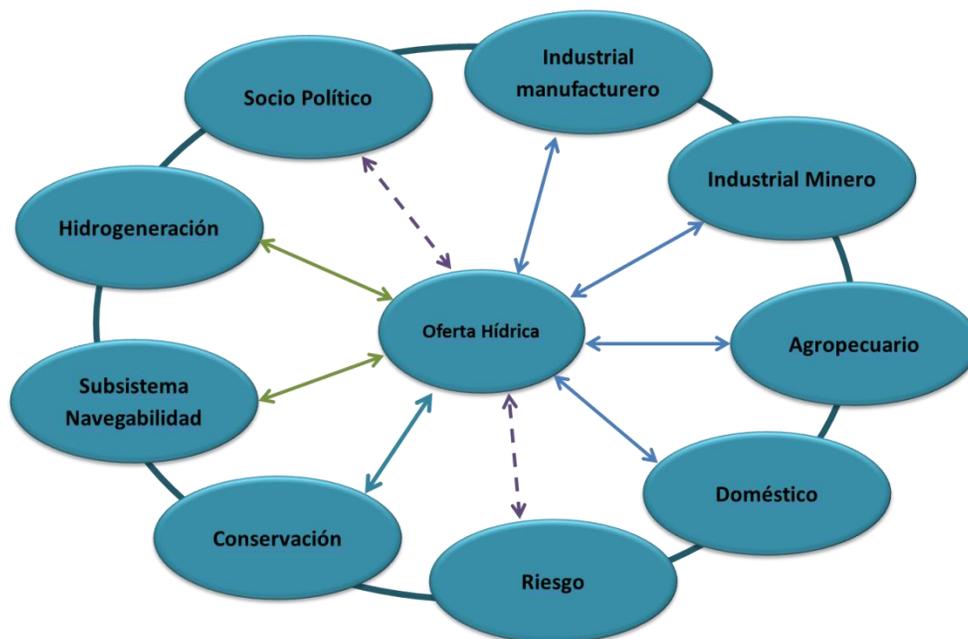
Con base de la información anterior, para el desarrollo y análisis del modelo, las variables se agruparon por subsistemas de acuerdo a su clasificación de influencia y dependencia dentro del MICMAC. Lo anterior, con el fin de analizar particularmente los diferentes sectores que actúan dentro de la Macrocuenca e identificar posibles conflictos, sinergias y las variables sobre las cuales es más efectivo y eficaz realizar acuerdos y/o definir acciones.

Los subsistemas identificados se enumeran a continuación:

- Subsistema Industrial manufacturero.
- Subsistema Industrial minero.
- Subsistema Agropecuario.
- Subsistema doméstico.
- Subsistema de Riesgo.
- Subsistema de conservación.
- Subsistema de navegabilidad.
- Subsistema de hidrogenación.
- Subsistema socio político.

Los 9 subsistemas enumerados abarcan las cuatro dimensiones de la gobernanza del agua y por ende, los sectores que tienen algún tipo de actividad y/o influencia dentro de la Macrocuena. Así mismo, la relación entre éstos y la oferta hídrica se ilustra a continuación.

Ilustración 15. Subsistemas del Modelo de Dinámica de Sistemas para el Análisis Estratégico



Fuente: UT Macrocuencas

A partir de la ilustración anterior, se evidencia que todos los subsistemas están interconectados con la oferta hídrica y entre sí, debido a que el uso del recurso hídrico por parte de un subsistema influye en los demás subsistemas, ya sea directa o indirectamente.

Así mismo, se observa que tanto los subsistemas Socio Político y de Riesgo, como los subsistemas de Hidrogenación y Navegabilidad, se relacionan de manera diferente con la oferta hídrica. Lo anterior, como consecuencia de que el subsistema Socio Político y el de Riesgo no tienen un consumo ni un impacto directo sobre la oferta, sino que están relacionados principalmente con el

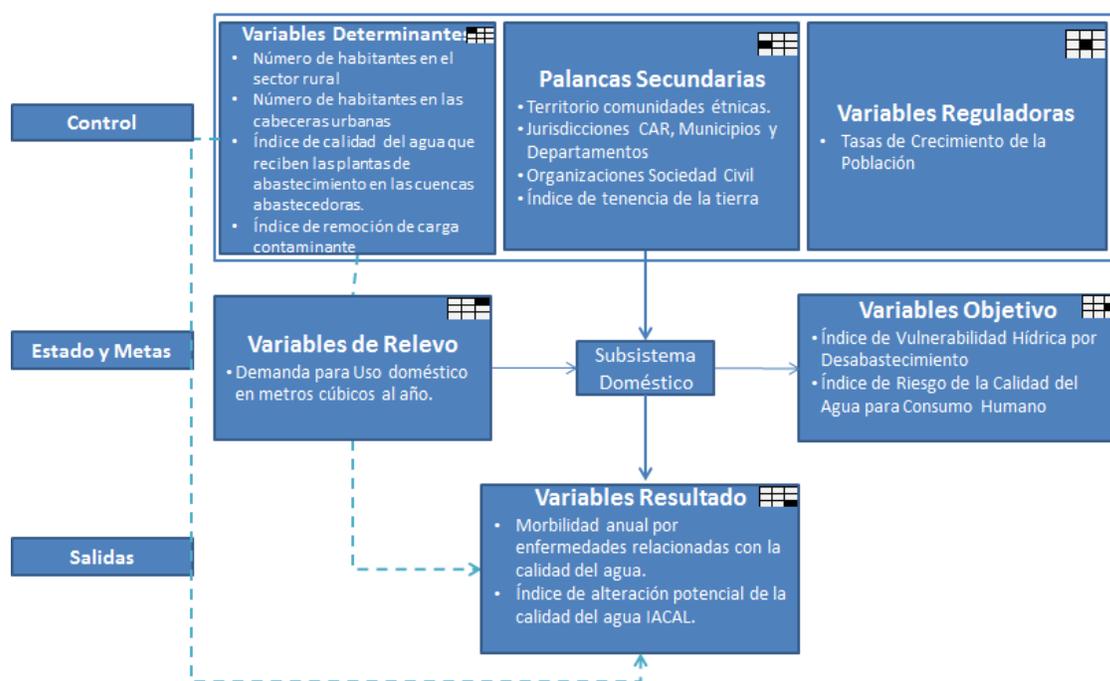
componente de gestión. De otra parte, los subsistemas de Navegabilidad e Hidrogeneración, no tienen un uso consuntivo del agua, como lo tienen los demás subsistemas del modelo.

Los nueve subsistemas identificados para la Macrocuena, están definidos por variables clasificadas de acuerdo a las categorías MICMAC: Variables determinantes, Variables de relevo, palancas secundarias, variables reguladoras, variables objetivo y variables resultado.

Las variables determinantes corresponden a variables de nivel, las cuales se modifican a través del tiempo o variables constantes, que no tienen modificación. Las variables determinantes son independientes dentro del sistema. De otra parte, las variables de relevo son variables de nivel que se modifican en el tiempo, pero están en función de las variables determinantes. Así mismo, las variables objetivo son variables que representan los intereses estratégicos de los subsistemas y que facilitan el alcance de las variables resultado.

A continuación se presentan las variables clasificadas dentro de las categorías descritas anteriormente para cada subsistema.

Ilustración 16. Subsistema Doméstico

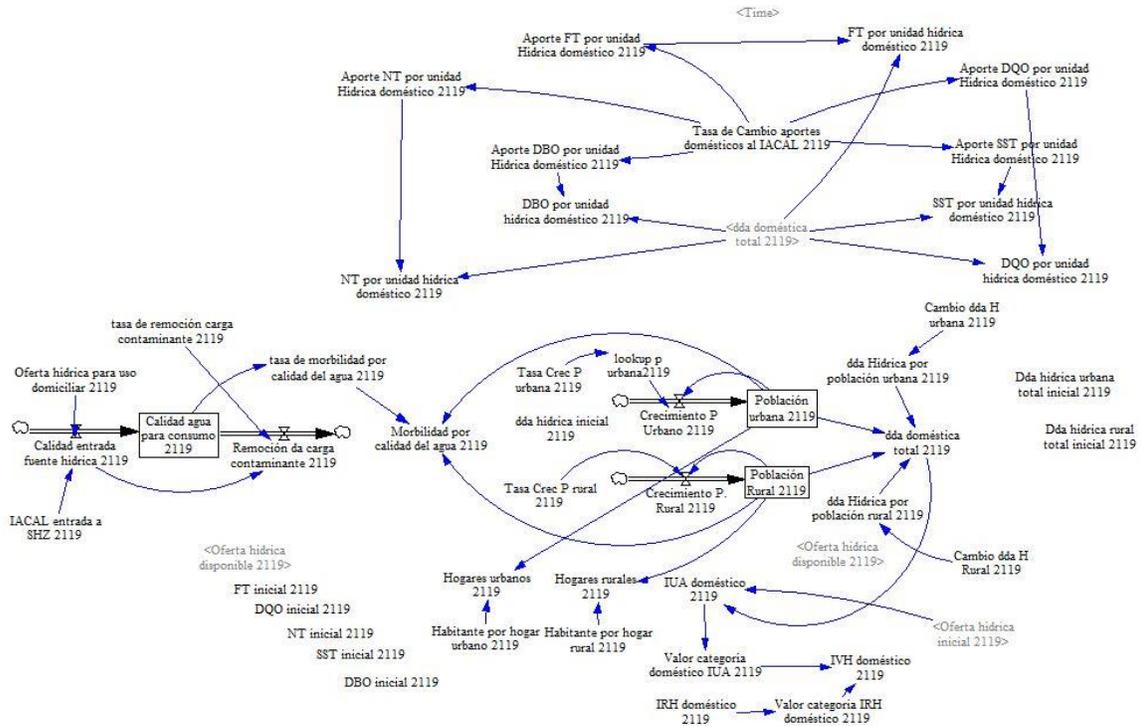


Fuente: UT Macrocuencas

Las variables determinantes del subsistema doméstico corresponden a las variables clave asociadas con la población y variables de calidad que modifican los índices de calidad y de vulnerabilidad del recurso hídrico. Lo anterior, debido a que las variables de población son autónomas dentro del modelo de la Macrocuena y modifican directamente la demanda para uso doméstico, catalogada como variable de relevo.

Como ejemplo de la interacción de las variables y la modelación de los subsistemas, se presenta la Ilustración 17, en la cual se presenta el esquema en Vensim del subsistema doméstico.

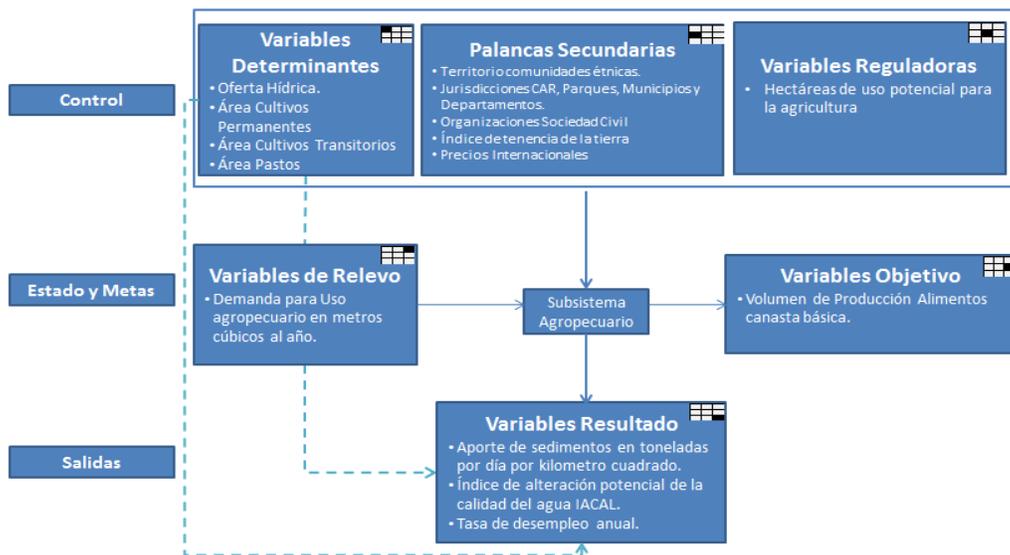
Ilustración 17. Subsistema Doméstico modelado en VENSIM.



Fuente: UT Macrocuencas

El subsistema agropecuario se presenta en la siguiente ilustración.

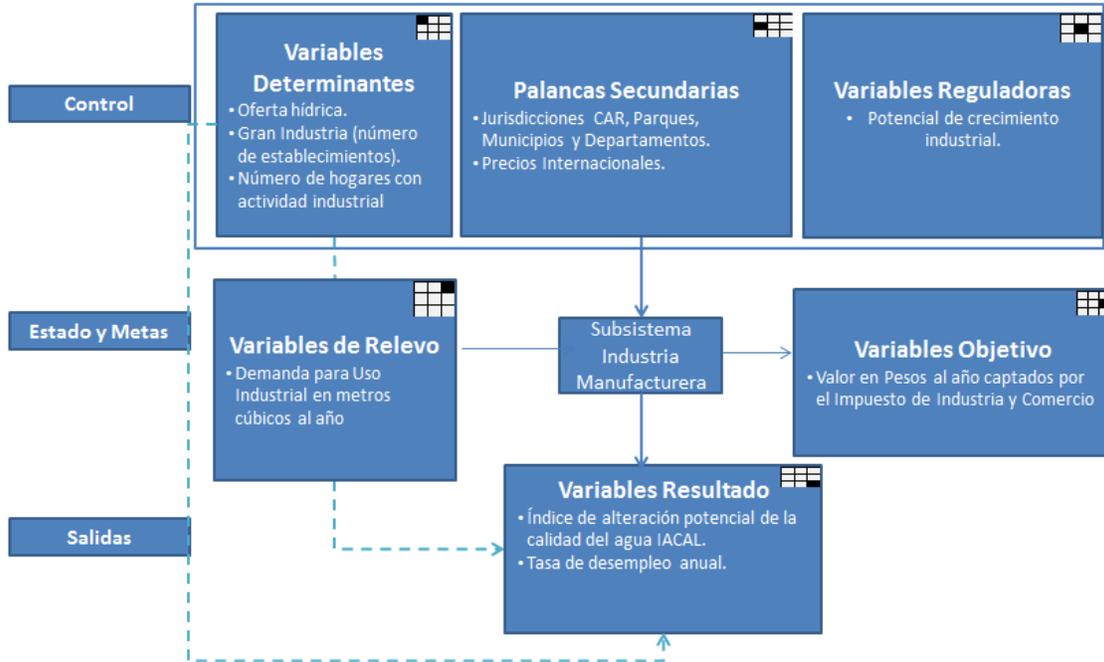
Ilustración 18. Subsistema Agropecuario



Fuente: UT Macrocuencas

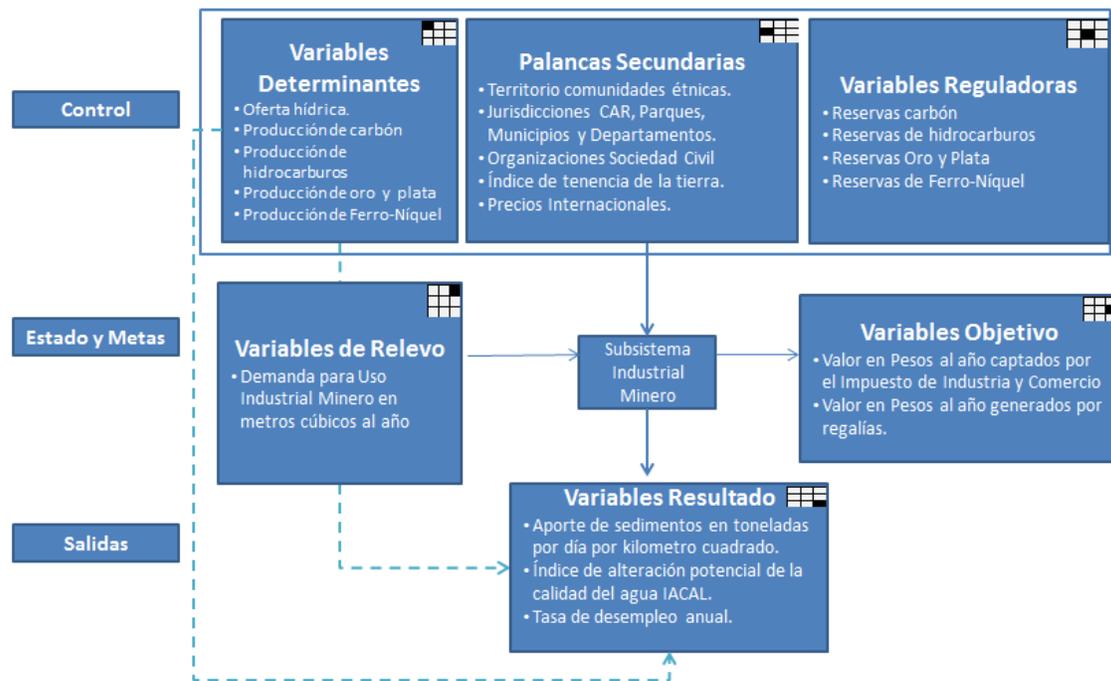
El análisis del subsistema de Industria Manufacturera y de Industria Minera, se muestra en los siguientes esquemas.

Ilustración 19. Subsistema Industria Manufacturera



Fuente: UT Macrocuencas

Ilustración 20. Subsistema Industrial Minero

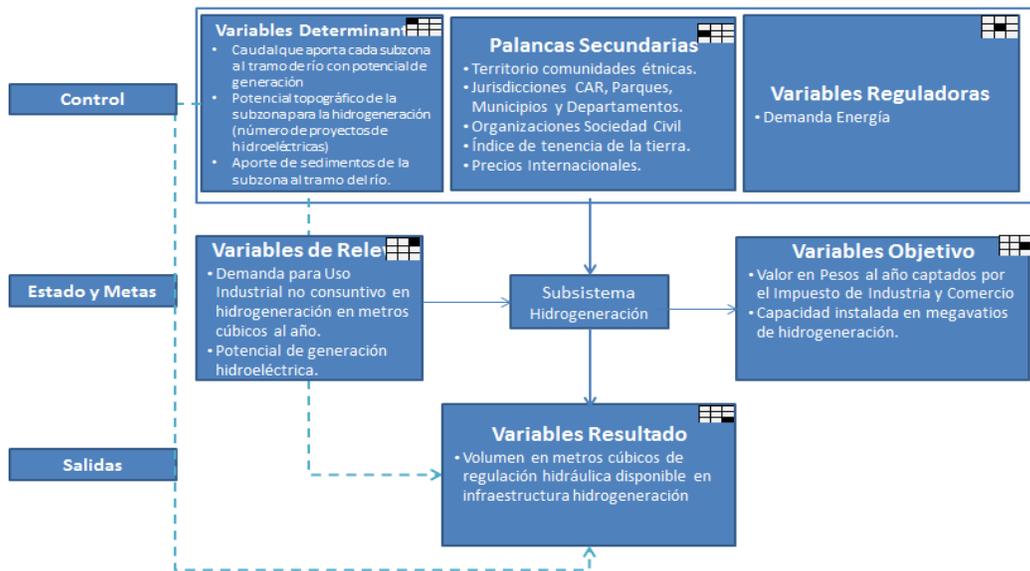


Fuente: UT Macrocuencas

Para estos subsistemas, las variables determinantes corresponden a la oferta hídrica y las variables asociadas con el número de establecimientos de gran y pequeña industria y la producción de carbón, hidrocarburos, entre otros. Este sector, al igual que la población tiene un comportamiento independiente de las demás variables del modelo. Así mismo, la variable objetivo del subsistema industria manufacturera está enfocada en las variables financieras como el ICA y la tasa de desempleo anual y en variables de calidad como el IACAL.

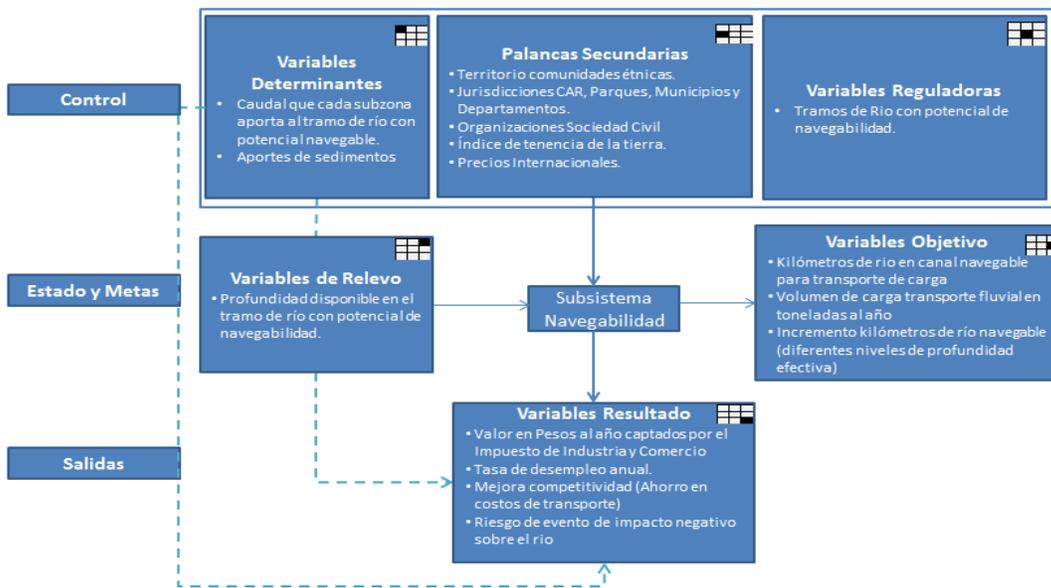
El subsistema de hidrogenación y el subsistema de navegabilidad se presentan a continuación.

Ilustración 21. Subsistema Hidrogeneración



Fuente: UT Macrocuencas

Ilustración 22. Subsistema Navegabilidad

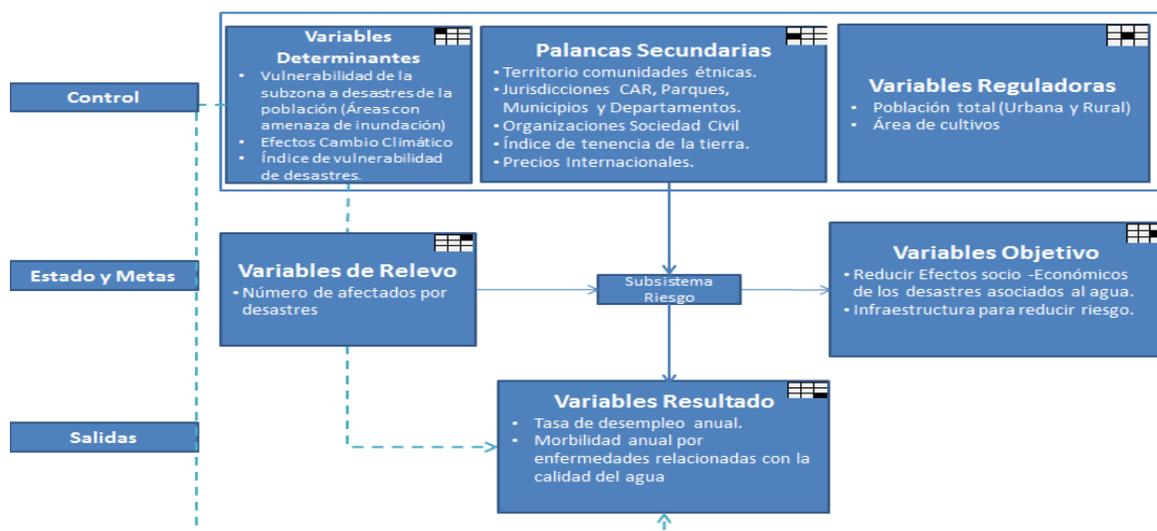


Fuente: UT Macrocuencas

Los subsistemas de hidrogeneración y de navegabilidad están determinados principalmente por el aporte de caudales y sedimentos de las subzonas en diferentes tramos del río. A diferencia de las variables determinantes de los subsistemas Doméstico y de Industria, éstas variables pueden ser modificadas por variables como cobertura natural e infraestructura.

El esquema de riesgo se presenta a continuación:

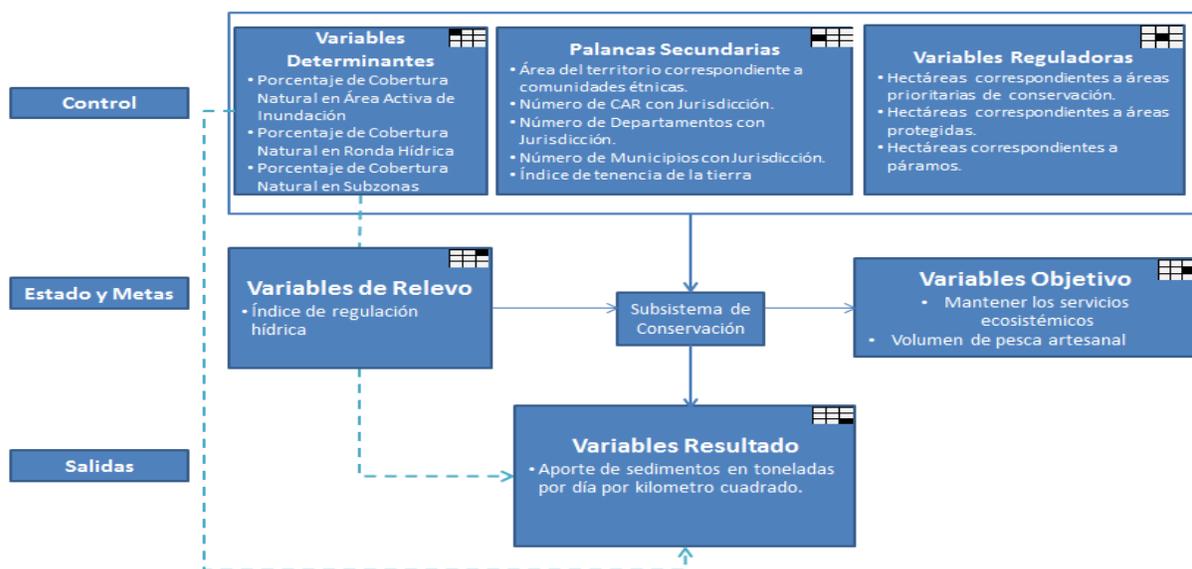
Ilustración 23. Subsistema Riesgo



Fuente: UT Macrocuencas

En este subsistema se tiene como variable de análisis principal el número de afectados por desastres. En este caso, inundaciones, deslizamientos y fenómenos de remoción en masa como avenidas torrenciales. Este subsistema se plantea como consecuencia de los efectos de la ola invernal y la importancia de contemplar este componente dentro de la planeación del territorio. A continuación se presenta el subsistema de conservación.

Ilustración 24. Subsistema Conservación



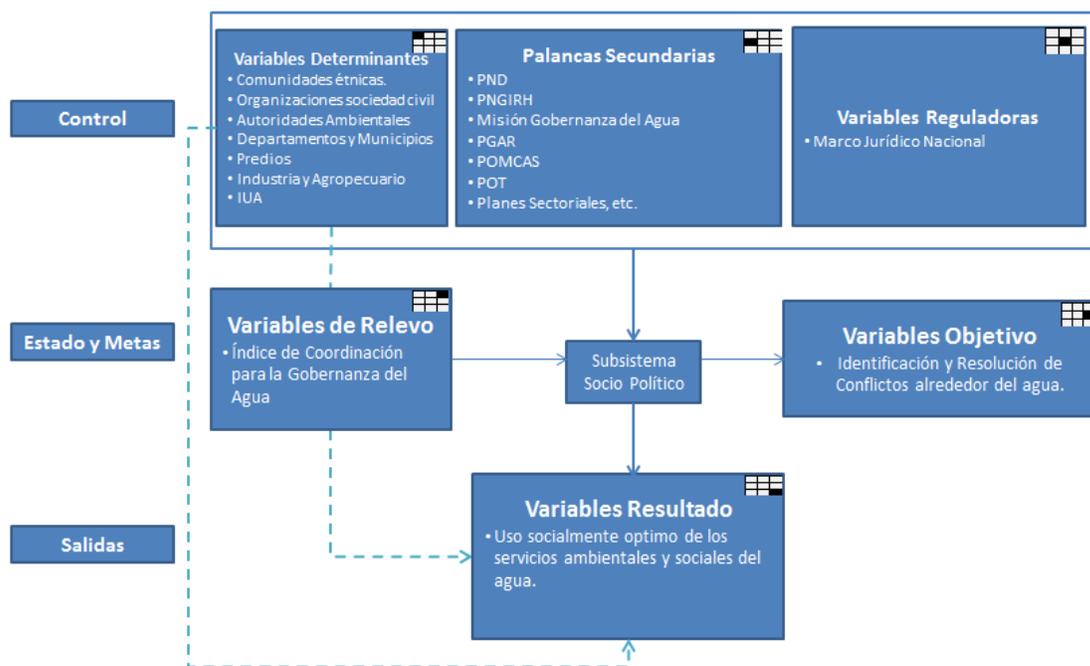
Fuente: UT Macrocuencas

El subsistema de conservación es de vital importancia, ya que de éste derivan los beneficios de protección y regulación hídrica que garantizan el mantenimiento de la oferta hídrica. En este subsistema se tienen en cuenta variables determinantes tales como el porcentaje de cobertura

natural en área activa de inundación y el porcentaje de cobertura natural en las subzonas hidrográficas.

Finalmente, se presenta el subsistema socio político.

Ilustración 25. Subsistema Socio Político



Fuente: UT Macrocuencas

Este subsistema se encuentra como un subsistema transversal dentro del análisis del modelo, debido a que incluye el componente de la gobernanza del agua y la institucionalidad, lo cual afecta directamente las acciones, políticas y directrices que se deben plantear sobre los subsistemas anteriores.

A partir de la evaluación previa de los subsistemas, se realiza el análisis de influencia de las variables con el fin de determinar las relaciones prioritarias y las variables estratégicas para la toma de acciones y definición de lineamientos.

3.2.2 Análisis de Influencia de las Variables clave

Una vez definidos los subsistemas y las variables que hacen parte de éstos, se utilizan las herramientas de Vensim y se realizan Simulaciones de Cambio Probable (Observados en Pares Comparables) que permitan definir las Relaciones Prioritarias para la Planeación Estratégica entre los Subsistemas.

El análisis de sensibilidad en Vensim, se realiza por medio del método Montecarlo que permite analizar múltiples resultados a partir de la información ingresada en el sistema. El empleo de este tipo de análisis de sensibilidad permite obtener información mediante el uso de modelos matemáticos sobre el comportamiento aleatorio de sistemas reales con base en la identificación

de las variables claves, que determinan o afectan el comportamiento global del sistema. Este análisis es efectivo cuando el modelo matemático tiene un alto grado de complejidad, debido a que permite estudiar las interacciones entre las diferentes variables del sistema (Estadística aplicada básica, David S. Moore, 2005, Antoni Bosch Editores).

El análisis de sensibilidad se realiza con las siguientes condiciones:

- Se seleccionaron las variables claves que tienen mayor influencia sobre los actores a analizar.
- Las variables a tienen una distribución aleatoria uniforme
- Se varió la información entre -25% y 25% de los valores nominales.

Para determinar las temáticas sobre las cuales se realiza el análisis de sensibilidad, se tiene como base los objetivos y las líneas de acción determinadas en la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico:

- Oferta hídrica
- Demanda hídrica
- Calidad hídrica
- Riesgo asociado con el agua

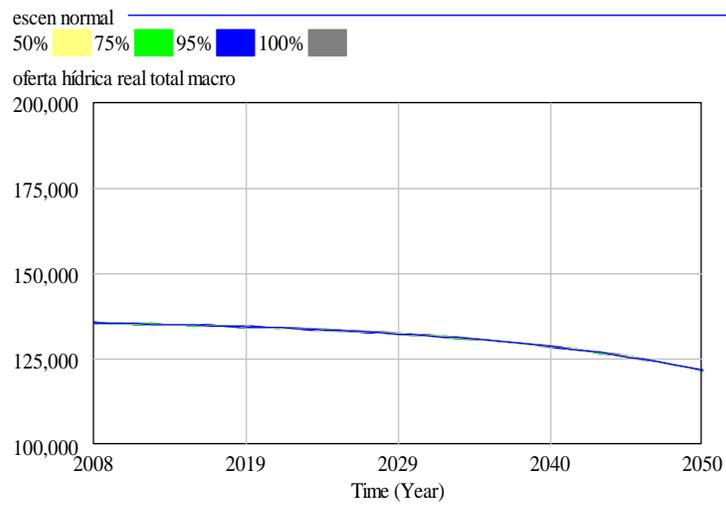
Cabe aclarar que el análisis de Montecarlo no genera per se las soluciones óptimas de las interacciones en el modelo, pero permite inferir que tan relevante es la variable analizada sobre las temáticas analizadas.

Los resultados de las simulaciones se presentan a continuación.

- Oferta hídrica:

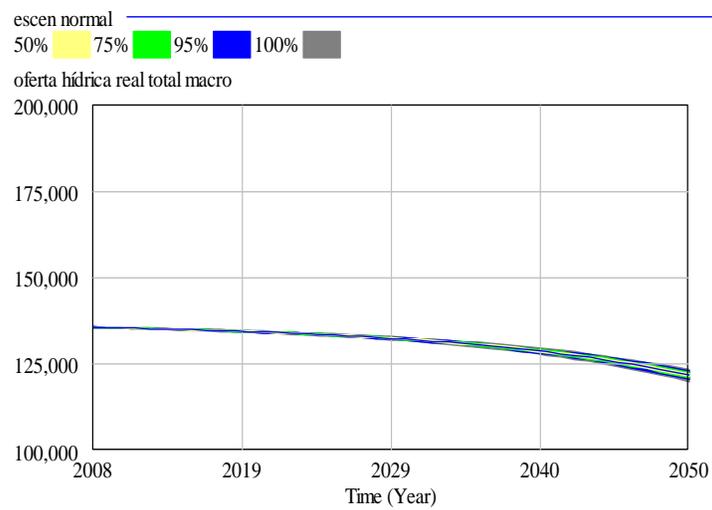
Por medio del análisis de sensibilidad, se evalúa el cambio de la oferta con relación a la demanda doméstica, la demanda industrial y la demanda de riego agropecuario.

Ilustración 26. Variación en oferta por demanda doméstica.



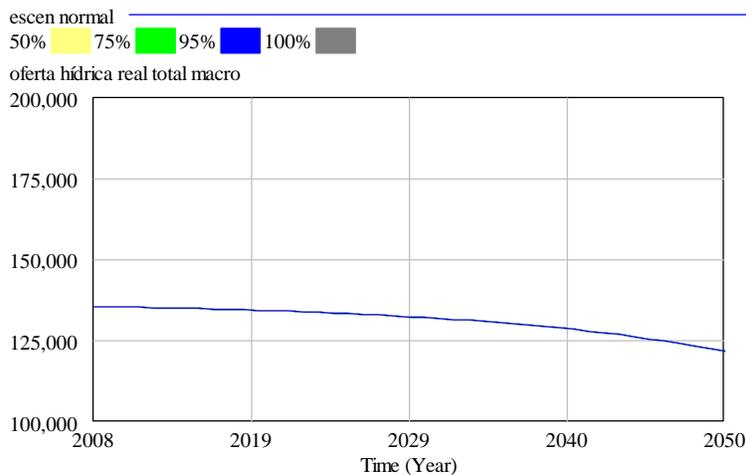
Fuente: UT Macrocuencas

Ilustración 27. Variación en oferta por demanda industrial.



Fuente: UT Macrocuencas

Ilustración 28. Variación en oferta por riego agropecuario.



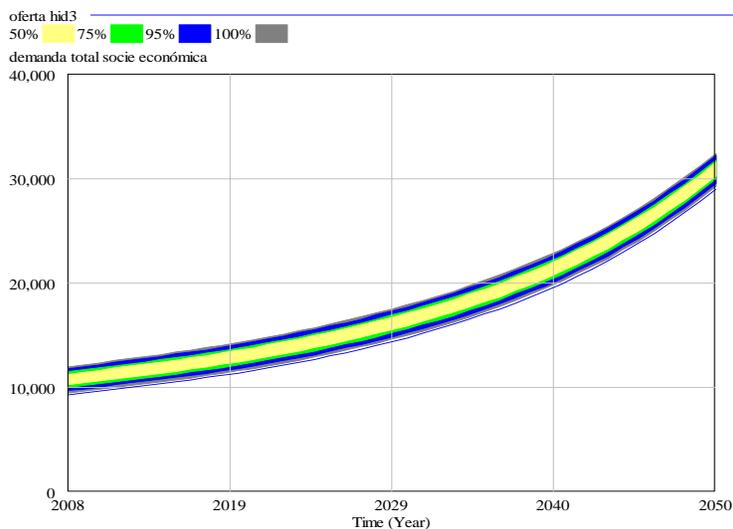
Fuente: UT Macrocuencas

Con base en las ilustraciones anteriores, se observa que hasta el año 2020 aproximadamente, la demanda doméstica es la variable que mayor influencia tiene sobre la disponibilidad de la oferta hídrica. Sin embargo, a partir del año 2020, la demanda industrial se convierte en la variable que genera mayor presión sobre ésta temática.

- Demanda hídrica:

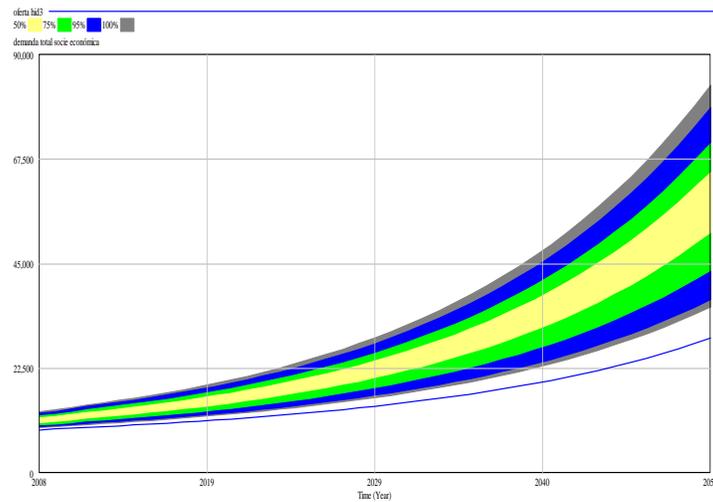
Se realiza el análisis de sensibilidad de los cambios en el uso del agua según para el subsistema doméstico, industrial y agropecuario.

Ilustración 29. Variación demanda doméstica.



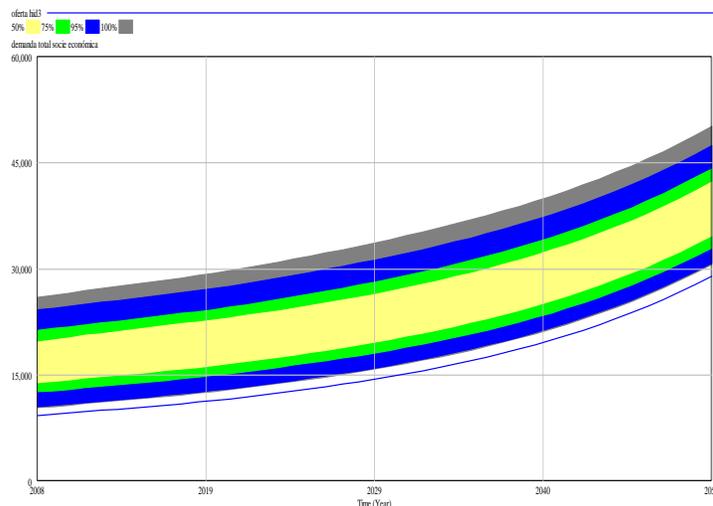
Fuente: UT Macrocuencas

Ilustración 30. Variación demanda industrial.



Fuente: UT Macrocuencas

Ilustración 31. Variación demanda riego agropecuario.



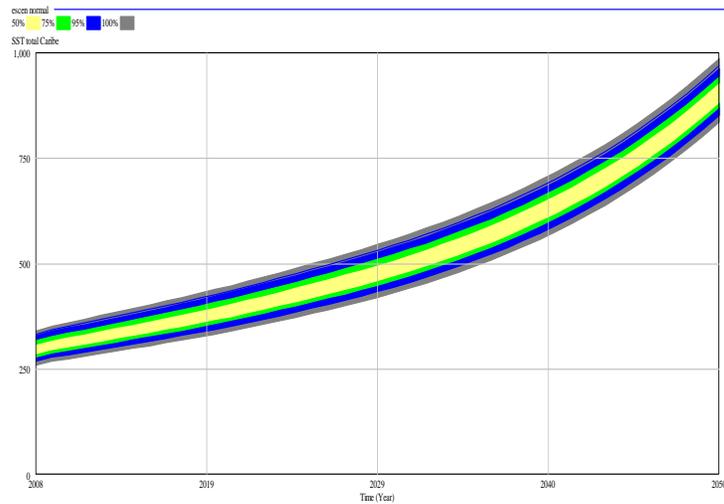
Fuente: UT Macrocuencas

Con base en las ilustraciones anteriores se evidencia que la demanda industrial es la variable que mayor cambio tiene durante el período de análisis hasta el año 2050. De otra parte, la demanda doméstica y la de riego presentan un comportamiento uniforme. Lo anterior, es consistente con los crecimientos estimados para estos sectores en la fase de diagnóstico.

- Calidad hídrica:

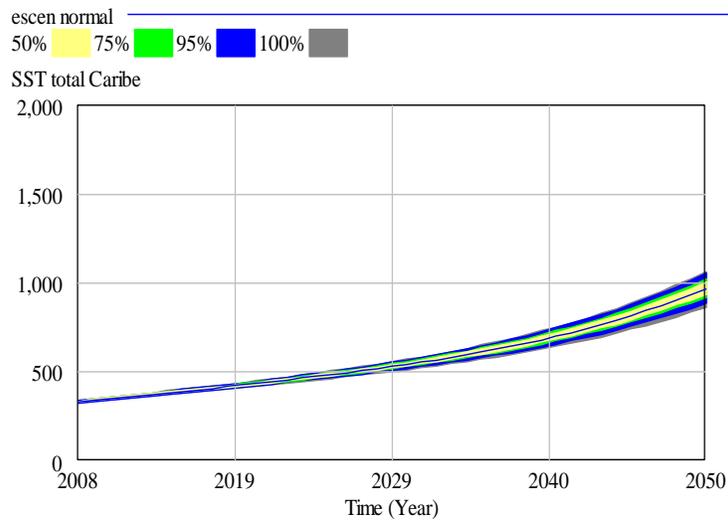
Con el fin de determinar el subsistema que mayor influencia tiene sobre la temática de calidad, se analiza el aporte del parámetro de Sólidos Suspendidos Totales por parte del sector doméstico y del industrial.

Ilustración 32. Variación en aporte de SST doméstico.



Fuente: UT Macrocuencas

Ilustración 33. Variación en aporte de SST industrial.



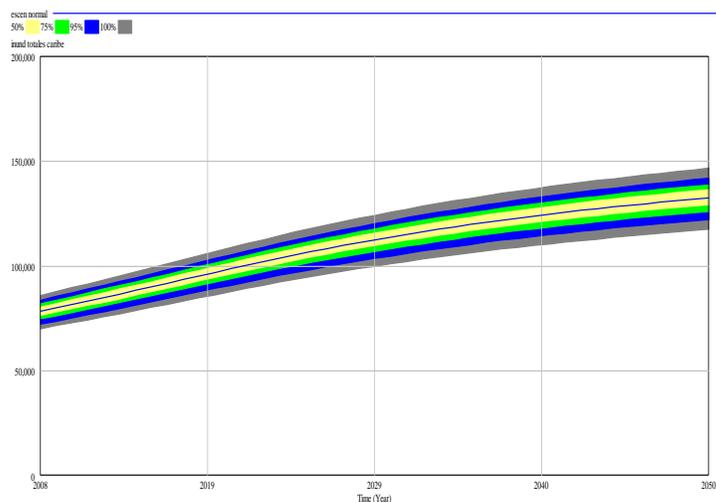
Fuente: UT Macrocuencas

Con relación a la temática de calidad, se evidencia que el aporte del sector doméstico genera mayor presión que el aporte del sector industrial. Sin embargo, es importante resaltar que a partir del año 2030 el aporte del sector industrial aumenta.

- Riesgo:

Para el análisis del riesgo asociado con el agua, se evalúa la variación en la inversión en costos de mitigación.

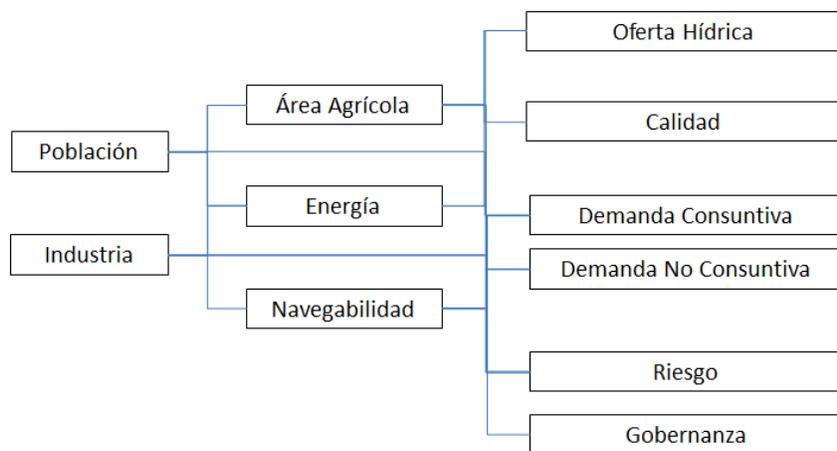
Ilustración 34. Variación en la inversión en costos de mitigación



Fuente: UT Macrocuencas

Como resultado del análisis de influencia se determinan las siguientes relaciones prioritarias para la planeación estratégica entre los subsistemas.

Ilustración 35. Relaciones prioritarias para la planeación estratégica entre los subsistemas.



Fuente: UT Macrocuencas

Finalmente, de acuerdo al esquema presentado en la ilustración anterior, se determinan los subsistemas que tienen mayor influencia sobre las cuatro temáticas descritas.

3.2.3 Definición de Intereses estratégicos

Con base en el proceso metodológico descrito previamente y mediante el análisis de influencia de las variables clave, se identifican los intereses estratégicos de cada temática. Para estos intereses es necesario desarrollar medidas de acción y/o lineamientos y directrices con el fin de garantizar la gestión integral del recurso hídrico y de los demás recursos naturales.

En la siguiente tabla se presenta la temática de oferta hídrica y los intereses estratégicos identificados.

Tabla 2. Intereses Estratégicos para Oferta hídrica

Temática	Modelo Dinámica de Sistemas	Interés Estratégico	
Oferta Hídrica	Subsistema Doméstico	Dinámica Poblacional	<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 ▪ Prioridades de Conservación de los servicios ecosistémicos (Biodiversidad, Pesca, etc.)
	Subsistema Industrial Manufacturero	Dinámica Crecimiento Industrial	
	Subsistema Agropecuario	Área en cultivos transitorios, permanentes y pastos	
	Subsistema de Conservación	Regulación Hídrica	
		Coberturas Naturales.	
	Prioridades de Conservación.		

Fuente: UT Macrocuencas

Con base en la tabla anterior, se observa que el subsistema que mayor influencia tiene dentro de los campos de acción en la temática de Oferta hídrica, corresponde al subsistema agropecuario como consecuencia del componente de expansión de frontera y su relación directa con la reducción del área de cobertura natural y por ende, de la regulación hídrica y la oferta hídrica.

Para la temática de calidad, en la siguiente tabla se identificaron los siguientes intereses estratégicos.

Tabla 3. Intereses Estratégicos para Calidad hídrica

Temática	Modelo Dinámica de Sistemas	Interés Estratégico	
Calidad	Subsistema de Conservación	Servicios Ecosistémicos.	<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
	Subsistema Doméstico	Saneamiento Básico	
		Salud	
	Subsistema Agropecuario	Contaminación difusa	
	Subsistema Industrial Manufacturero	Vertimientos Industriales	
	Subsistema Industrial Minero	Vertimientos Hidrocarburos y Gas	
Vertimientos Carbón			
Vertimientos Minería Oro y Plata			

Fuente: UT Macrocuencas

Teniendo en cuenta el análisis de influencia de las variables clave, se identificaron los subsistemas doméstico y de industria como los subsistemas con mayor posibilidad de acción frente al tema de la calidad del recurso hídrico en las Macrocuencas. Lo anterior indica que mejoras en políticas de control de vertimientos y/o reducciones en los mismos, genera un impacto positivo en la calidad. Así mismo, la implementación y/o incremento en los sistemas de tratamiento de aguas residuales, se convierte en un interés estratégico frente a ésta temática.

Para la temática de demanda hídrica, se enumeran los siguientes intereses estratégicos.

Tabla 4. Intereses Estratégicos para Demanda hídrica

Temática	Modelo Dinámica de Sistemas	Interés Estratégico	
Demanda	Subsistema Doméstico	Dinámica Poblacional	<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
		Demanda de Agua Doméstica	
	Subsistema Industrial Manufacturero	Demanda de Agua del Sector Industrial Manufacturero.	
	Subsistema Industrial Minero	Demanda de Agua del Sector Industrial Minero.	
	Subsistema Agropecuario	Demanda de agua en riego del sector agropecuario	
	Subsistema de Conservación	Caudal Ecológico	
	Subsistema Hidrogeneración	Demanda de Agua No consuntiva para Hidrogeneración	
Subsistema Navegabilidad	Kilómetros de canal navegable, Profundidad Efectiva y estabilidad de riberas		

Fuente: UT Macrocuencas

Para la temática de demanda hídrica y el análisis presentado en la Ilustración 29, Ilustración 30 y la Ilustración 31, se observa que el subsistema de industria y el subsistema agropecuario corresponden a los subsistemas que mayor porcentaje de agua demandan para sus actividades. Por lo anterior, es importante no solamente implementar medidas en las que se use de manera eficiente el agua para estos sectores, sino garantizar la disponibilidad de agua para el sector doméstico, el cual corresponde al subsistema prioritario en el abastecimiento de agua, mediante la reducción de pérdidas técnicas y la implementación de medidas de almacenamiento, entre otras.

En la siguiente tabla se presentan los intereses estratégicos de la temática de Riesgo.

Tabla 5. Intereses Estratégicos para Riesgo asociado al agua

Temática	Modelo Dinámica de Sistemas	Interés Estratégico	
Riesgo	Subsistema Doméstico	Dinámica Poblacional	<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.
		Regulación Hídrica.	
	Subsistema de Conservación	Coberturas Naturales.	
		Subsistema Agropecuario	
Subsistema Hidrogeneración	Potencial de regulación hidráulica		

Fuente: UT Macrocuencas

Los intereses estratégicos de la temática de riesgo se asocian con la implementación de medidas estructurales y no estructurales, las cuales se relacionan tanto con obra gris como con incremento de cobertura natural.

Finalmente, como temática transversal en el proceso de modelación de la Macrocuena, se encuentra la Gobernanza del agua, el cual afecta a todos los actores clave involucrados y por lo tanto, a todos los subsistemas que hacen parte del modelo presentado en la Ilustración 15.

Teniendo en cuenta los intereses estratégicos identificados para las temáticas previas y el análisis de los subsistemas, se presentan los intereses para la temática en mención.

Tabla 6. Intereses Estratégicos para Gobernanza del agua

Temática	Modelo Dinámica de Sistemas	Interés Estratégico	
Gobernanza	Subsistema Doméstico	Organización de la Sociedad Civil y comunidades étnicas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coordinación institucional, gremial y de actores sociales. ▪ Seguimiento y monitoreo del plan estratégico. ▪ Identificación y resolución de conflictos alrededor del recurso hídrico.
	Subsistema Industrial Manufacturero	Gremios con Interés en las Subzonas	
	Subsistema Industrial Minero	Gremios y Empresas Mineras	
	Subsistema Agropecuario	Distritos de Riego	
	Subsistema de Conservación	Autoridades Ambientales y Organización de la sociedad civil con metas ambientales	
	Subsistema Hidrogeneración	Hidrogeneradores	
	Subsistema Navegabilidad	Empresas e Instituciones con intereses en el tema.	

Fuente: UT Macrocuencas

Con base en la tabla anterior y el análisis de instrumentos como la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, se observa que los intereses estratégicos frente a la institucionalidad y la gobernanza del agua, se relacionan principalmente con el componente de coordinación entre instrumentos y actores de los diferentes gremios. Por consiguiente, se plantean intereses asociados con aspectos de seguimiento, monitoreo e identificación de conflictos alrededor del recurso hídrico.

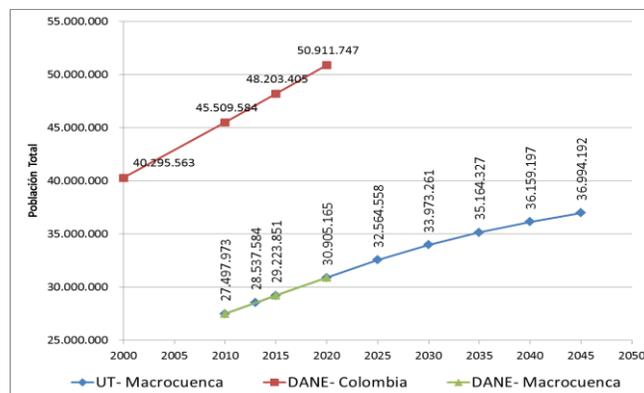
3.3 ESCENARIOS TENDENCIALES.

A partir de la identificación de los temas más importantes para la gestión integral del recurso hídrico de la Macrocuena, se realizó un análisis para cada variable clave. En este sentido se examinaron las dinámicas actuales que afectan a cada variable, las posibilidades de acción para la gestión de cada variable y los escenarios de desarrollo futuro.

Como primera medida resulta necesario establecer cómo van a ser las dinámicas de tres variables que afectan transversalmente a las variables claves, estas son crecimiento de la población, crecimiento de la producción industrial y crecimiento del sector agropecuario.

Con base en la información y las proyecciones previamente realizadas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), se estima el crecimiento de la población en la Macrocuena.

Ilustración 36. Crecimiento de la población



Fuente: Cálculos UT Macroregiones con información de (DANE)

En la Ilustración 36 se presenta el crecimiento población total del país (en rojo) y el crecimiento de la población de la Macroregion. Debido a que el DANE tiene proyectada la población hasta el año 2020, se utilizó el valor proyectado para ese año y se extrapolo hasta el año 2050. Como se observa la población de la Macroregion representa más del 50% de la población total del país. Adicional a esto se estima que la población total de la Macroregion crecerá entre el año 2013 y el año 2050 un 32%. Este crecimiento deberá ir acompañado de una mayor oferta de productos agropecuarios de la canasta básica de alimentos para mantener la seguridad alimentaria del país.

De igual manera, con base en los datos del Banco Mundial y el DANE, se realiza la proyección del PIB Industrial a partir del comportamiento económico internacional y la recomposición económica de Colombia. Para el cálculo de la proyección se utiliza la siguiente metodología:

I. **Proyección del comportamiento económico a la luz de la evidencia internacional-recomposición económica de Colombia:**

Se analizan las tasas de crecimiento promedio en Agricultura, Industria y Servicios de un grupo de países con PIB similar al de Colombia y se asume que el comportamiento de estas tasas serán similares a las de dichos países.

II. **Proyección de sectores socioeconómicos:**

Se realiza a partir de los siguientes pasos de cálculo:

- Proyección del PIB per cápita del país a partir de la información calculada por el DANE.
- Cálculo del Crecimiento Deflactor del PIB (cociente entre los crecimientos del *PIB nominal* y el *PIB real* que permite desagregar las series en sus dos componentes de precios y cantidades).
- Cálculo del PIB Nominal.
- Cálculo PIB per cápita.

III. **Cálculo de la participación de los sectores económicos:**

Agricultura, Industria y Servicios en el PIB per cápita de Colombia: Se calcula un gradiente que da la variación de la participación de cada sector “*Gradiente escalones.*”

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

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 : PIB per cápita real del país en el año j .

PCP_{jk} : PIB per cápita promedio en el año j , en el rango k .

IV. Distribución municipal de la ubicación poblacional y de la producción industrial y de servicios, según ICA:

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

Dónde:

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

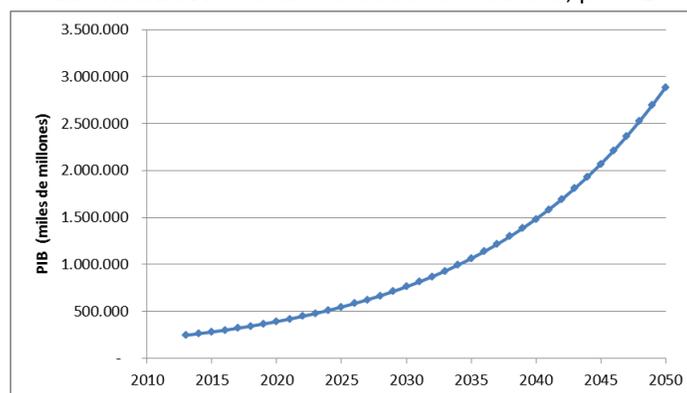
ICA_i : Valor total de recaudo del Impuesto de Industria y Comercio para la cabecera municipal i .

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

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

Finalmente, se obtiene el crecimiento del PIB Industrial en las subzonas de la Macrocuena.

Ilustración 37. Crecimiento del sector industrial, por PIB

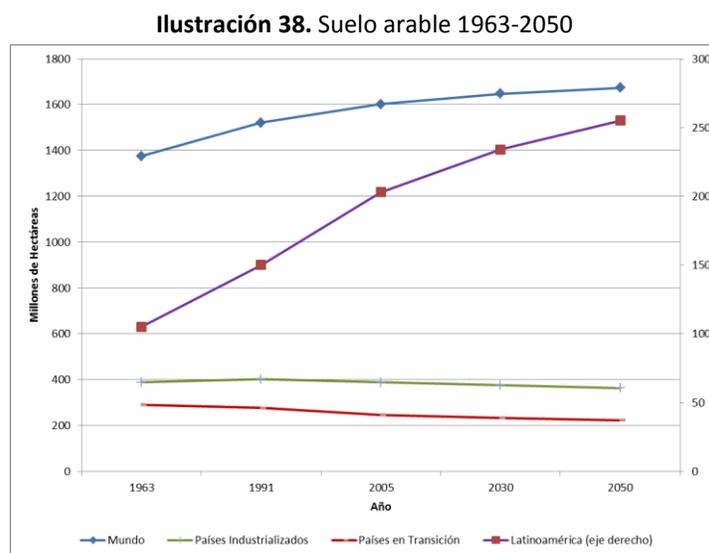


Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información del DANE y Banco de la República.

De acuerdo a la proyección de comportamiento de la economía Colombiana, en la Ilustración 37 se observa que el PIB Industrial en la Macrocuena crecerá pasando de 500 billones de pesos en el

2013 a cerca de 3.000 billones de pesos en el 2050. Parte de este crecimiento industrial se sustenta en productos agropecuarios como insumos en la cadena industrial.

Este crecimiento poblacional e industrial se verá acompañado de un crecimiento de las áreas agropecuarias para suplir la demanda doméstica de alimentos y la demanda de insumos industrial. Según (Bruinsma, 2009), hasta el 2050, contando con un aumento de la población mundial del 40% y el consumo promedio hasta 3130 kilocalorías, los países en desarrollo van a tener que duplicar casi su producción agropecuaria. El 80% de este incremento en producción ha de venir, para países subdesarrollados, a través del aumento en la productividad de cultivos y por medio de la expansión de la frontera agrícola.



Fuente: (Bruinsma, 2009)

Por otra parte, de las 1.8 billones de hectáreas con potencial agrícola que aún no se explotan y que están en países en vías de desarrollo, la mitad está concentrada en sólo 7 países (Brasil, República Democrática del Congo, Angola, Sudán, Argentina, Bolivia y Colombia). Cabe resaltar que las proyecciones señaladas en (Bruinsma, 2009) no incluyen temas como aumento en la producción de biodiesel, reducción de desnutrición o privación de alimentos, etc.

La industria que más amenaza con expandir la frontera agrícola mundialmente es la de los biocombustibles, cuyos mayores productores en el 2012 fueron Brasil, Estados Unidos y la Unión Europea. Para Brasil, puede llegar a expandir en 9% el área cultivada de caña de azúcar (OECD-FAO, 2012).

Con relación a las áreas agropecuarias de la Macrocuena Magdalena Cauca, es importante destacar que equivalen al 55% del total de áreas agropecuarias del país, es decir más de la mitad del área con fines agropecuarios se concentra dentro de ésta Macrocuena. Las áreas agropecuarias actuales en las cinco Macrocuenas se presentan a continuación.

Tabla 7. Áreas agropecuarias en Colombia por macrocuena

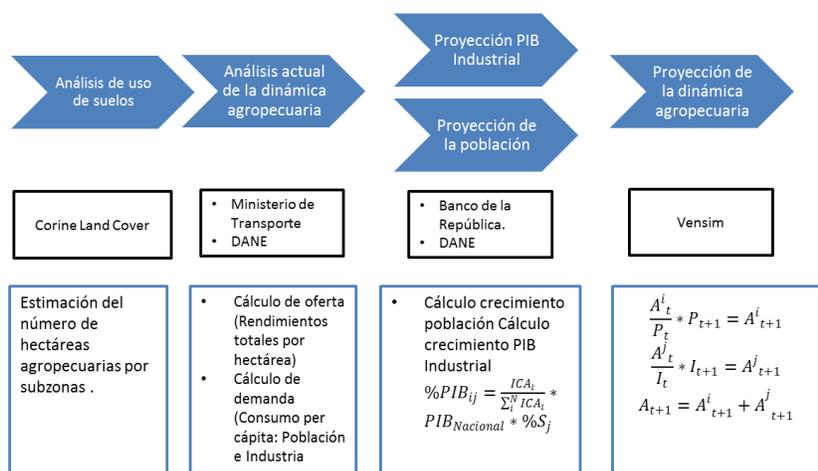
Macrocuena	Pastos (ha)	Cultivos transitorios	Cultivos permanentes	Total
------------	-------------	-----------------------	----------------------	-------

			(ha)		(ha)			
Amazonas	2.141.366	11%	27.702	1%	27.702	1%	2.196.769	9%
Caribe	2.280.335	12%	254.996	12%	288.555	10%	2.823.886	12%
Magdalena Cauca	10.244.199	54%	1.301.211	60%	1.798.172	63%	13.343.583	55%
Orinoco	3.472.917	18%	310.913	14%	354.630	12%	4.138.459	17%
Pacífico	900.704	5%	287.883	13%	374.345	13%	1.562.932	6%
Total	19.039.521	100%	2.182.704	100%	2.843.403	100%	24.065.629	100%

Fuente: UT Macrocuencas con información de (IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09)

Para la modelación del crecimiento de estas áreas, se analizan principalmente dos componentes: la relación entre la población y la demanda de alimentos, y la relación de la industria con la demanda de productos agropecuarios que utilizan como insumos. La metodología de modelación se presenta en el siguiente esquema.

Ilustración 39. Esquema metodológico Crecimiento frontera agropecuaria



Fuente: UT macrocuencas

1. Análisis de uso de suelos

La estimación del número de hectáreas relacionadas con el uso agropecuario por subzonas se hace mediante el análisis del mapa de uso de suelos *Corine Land Cover*, por el cual se identifican el número de hectáreas de cada subzona que se encuentra con cultivos transitorios, cultivos permanentes y pastos o suelo pecuario.

2. Análisis actual de la dinámica agropecuaria

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). 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).

3. Proyección Población y PIB Industrial

El procedimiento de las proyecciones de población y PIB Industrial se explica previamente.

4. Proyección de la dinámica agropecuaria

Con base en la información de proyección y uso del suelo actual, se realizan las proyecciones del crecimiento de la frontera agropecuaria con el uso de la herramienta de modelación Vensim. Las relaciones principales en el cálculo de la proyección se presentan a continuación.

$$\frac{A^i_t}{P_t} * P_{t+1} = A^i_{t+1}$$

Dónde,

A^i_t : Área agropecuaria actual

A^i_{t+1} : Área agropecuaria requerida por la población en el período de proyección

P_t : Población actual

P_{t+1} : Población en el período de proyección

$$\frac{A^j_t}{I_t} * I_{t+1} = A^j_{t+1}$$

Dónde,

A^j_t : Área agropecuaria actual

A^j_{t+1} : Área agropecuaria requerida por la industria en el período de proyección

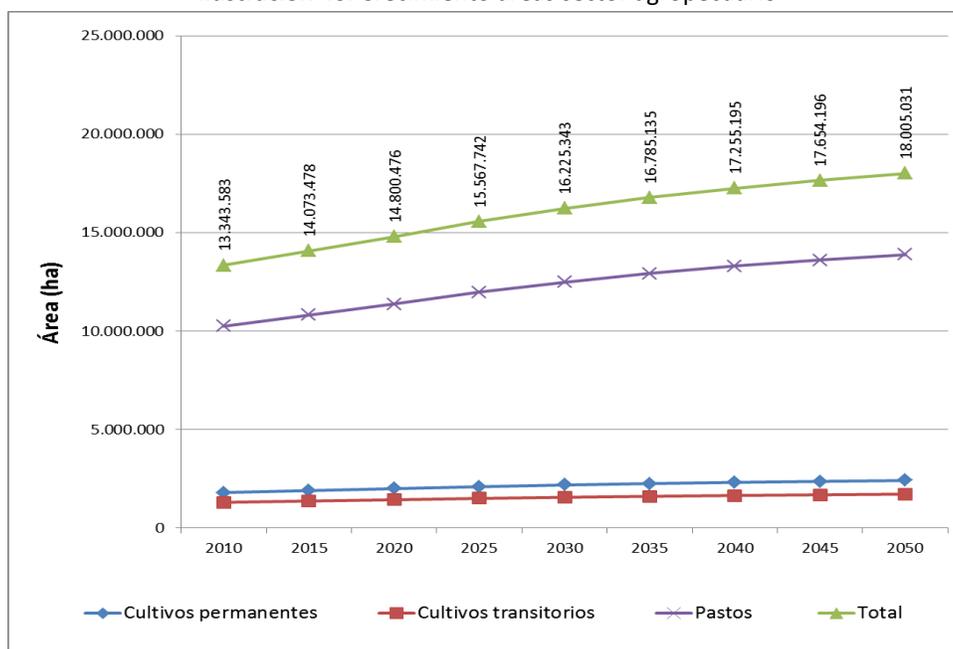
I_t : PIB Industrial actual

I_{t+1} : PIB Industrial en el período de proyección

Lo anterior, evidencia que la demanda de alimentos y la demanda de productos agropecuarios para el sector industrial requerirán mayor área de producción agropecuaria en la Macrocuenca si se mantienen las productividades actuales.

La estimación del crecimiento de las áreas del sector agropecuario en la Macrocuenca, indica que se pasará de 13,3 millones de hectáreas a 18 millones de hectáreas, un crecimiento de 35% aproximadamente.

Ilustración 40. Crecimiento áreas sector agropecuario



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de INCODER

Las proyecciones de los escenarios tendenciales se realizaron hasta el año 2050, teniendo en cuenta el período de alcance del Plan Estratégico y que el periodo de proyección no puede ser menor al tiempo que tiene de aplicación otros instrumentos como los POMCAs y los PGAR de 10 y 16 años de duración respectivamente.

3.3.1 Oferta Hídrica

3.3.1.1 Áreas agropecuarias y riesgo de reducción en la cobertura natural.

Para el análisis de cobertura de suelo en la Macrocuenca, se utilizó la metodología CORINE (Coordination of Information on the Environmental) Land Cover CLC 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).

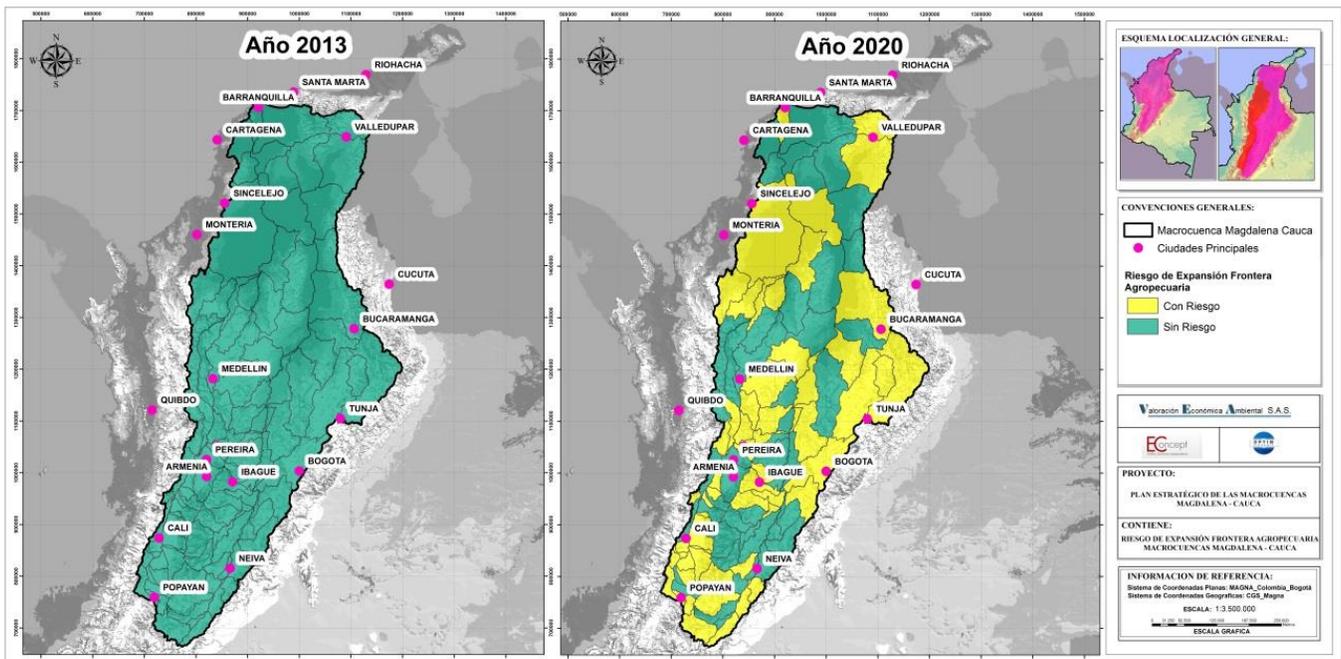
Así mismo, debido a que se cuenta con la información y resultados de la metodología CLC para dos períodos de tiempo, se realiza un análisis con relación a los cambios y transiciones en la cobertura

del suelo para la Macrocuenca entre los años 2000-2002 y 2007-2009. Como resultado de este análisis se observa que alrededor del 3,4% de áreas naturales y Seminaturales ha sido ocupada por sistemas productivos (Cultivos y Pastos). Lo anterior, evidencia una presión en la reducción de áreas naturales y seminaturales.

En este orden de ideas, para determinar el grado de presión que las áreas con cobertura natural tienen en las diferentes subzonas, se determinó la demanda de áreas agropecuarias según la tendencia actual de producción y consumo, el estado actual de la cobertura natural de cada una de estas subzonas y el área de las coberturas en las que se puede generar la actividad agropecuaria. Esta categoría incluye los diferentes cultivos, pastos, los pastos enmalezados y sistemas productivos en desuso o con escasas prácticas de manejo. De esta forma se estimó el año en el cual la demanda de áreas agropecuarias alcanzaría el área de las coberturas descritas anteriormente, o la superará, generando presión sobre coberturas naturales y seminaturales.

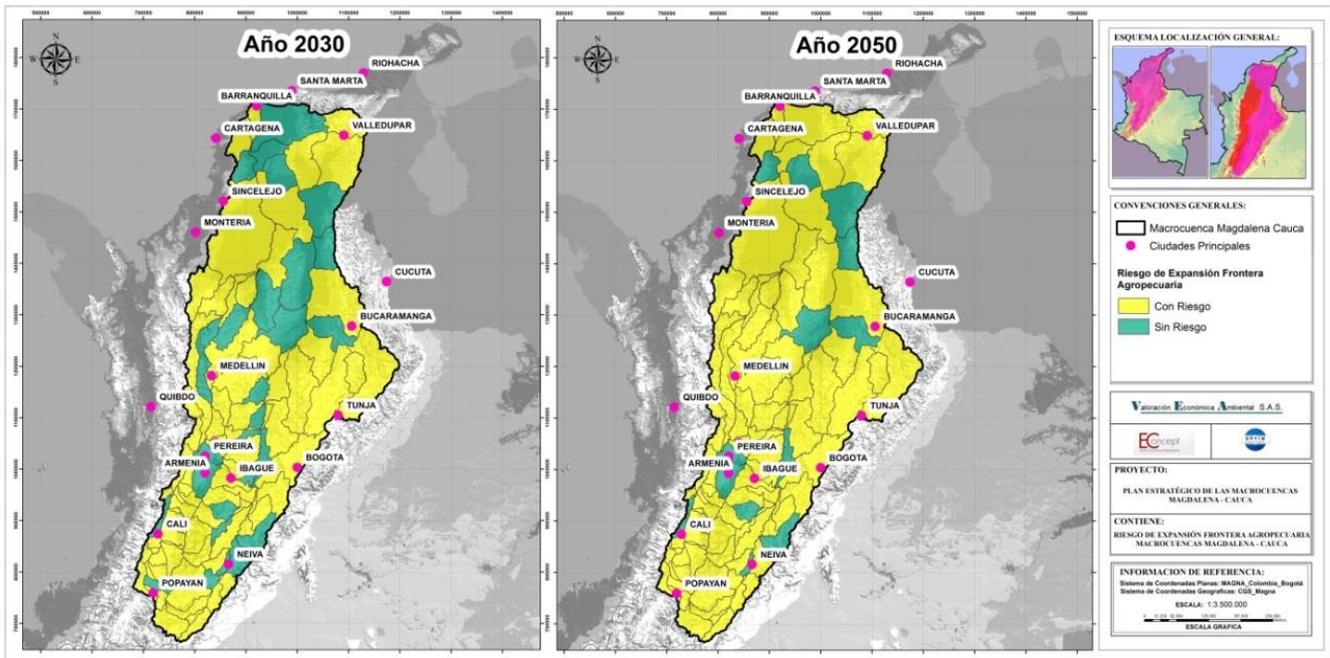
Con base en lo anterior, se identificaron las subzonas en las cuales las áreas de cobertura natural estarían bajo presión por la demanda de área para producción agropecuaria. En las siguientes ilustraciones se muestran las subzonas identificadas para los años 2020,2030 y 2050.

Ilustración 41. Subzonas con presión por aumento en la demanda de área para producción agropecuaria (2013 y 2020)



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2007-09)

Ilustración 42. Subzonas con presión por aumento en la demanda de área para producción agropecuaria (2030 y 2050)

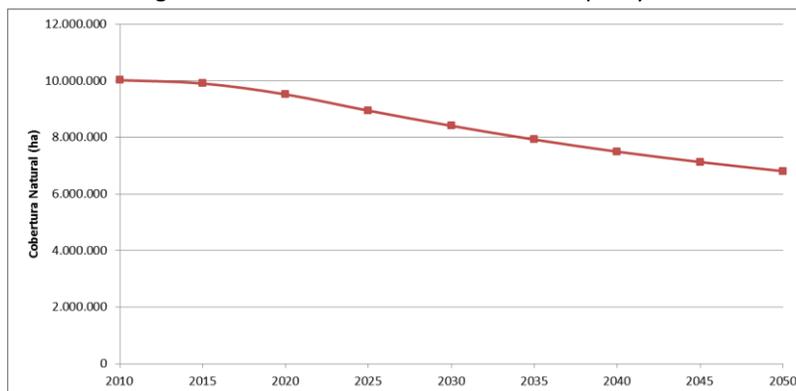


Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2007-09)

Para el año 2020, más del 50% de las subzonas tendrían alta presión por aumento en la demanda de área para producción agropecuaria, mientras que para el año 2050, 90 de las 103 subzonas de la Macrocuena estarían con presión en la reducción de la cobertura natural.

Así mismo, de mantenerse las tendencias actuales de productividad, consumos agropecuarios y crecimientos de población e industria, en la Macrocuena las áreas bajo cobertura natural estarían en riesgo de disminución; y se pasaría de 10 a 6,8 millones de hectáreas bajo cobertura natural en el 2050. Esto equivaldría a una reducción de cerca del 32% en 40 años.

Ilustración 43. Riesgo de reducción de la Cobertura de bosques y áreas seminaturales



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2007-09)

En el estudio Nacional del Agua (IDEAM, 2010), se establece que la estimación de la oferta hídrica depende de la disponibilidad de agua calculada con la ecuación de balance hídrico. Además del

valor de la escorrentía disponible, se tienen en cuenta las condiciones ambientales que actúan como reguladores hídricos del conjunto suelo-cobertura vegetal, en estos se incluye el índice de aridez, y el índice de retención y regulación hídrica, así:

$$ESC = P - ETR$$

Dónde,

ESC : Escorrentía hídrica superficial

P : Precipitación

ETR : Evapotranspiración real

$$Ia = (ETP - ETR)/ETP$$

Dónde,

Ia : Índice de aridez

ETP : Evapotranspiración potencial

ETR : Evapotranspiración real

$$IRH = VP/Vt$$

Dónde,

IRH : Índice de retención y regulación hídrica

VP : Volumen representado por el área que se encuentra por debajo de la línea de caudal medios

Vt : Volumen total representado por el área bajo la curva de duración de caudales diarios.

El índice de regulación hídrica incluido en el cálculo de la oferta hídrica superficial, evalúa la capacidad de la cuenca para mantener un régimen de caudales, producto de la interacción del sistema suelo-vegetación con las condiciones climáticas y con las características física y morfométricas, con lo cual evalúa la capacidad reguladora del sistema en conjunto (IDEAM, 2010).

Este proceso de interacción de la cobertura vegetal con la oferta hídrica ha sido documentado por diferentes estudios que muestran una relación entre la cobertura vegetal y el balance hídrico. Para el caso del río San Cristóbal en Bogotá se realizó un análisis del balance hídrico de cada cobertura vegetal y su microcuenca, y el comportamiento de las lluvias y caudales, y sobre esto se identificó el papel de la regulación hídrica con respecto a diferentes coberturas, en este se identificó que los bosques nativos tienen una mejor capacidad de mantener los caudales con mayor uniformidad y con valores más sostenidos (García, 2007), de manera similar (Patiño, Leon, Montes, & Hernandez, 2007) demostraron que diferentes tipos de cobertura vegetal presentan un efecto diferencial sobre el ciclo hidrológico en términos de la regulación de caudales, en este estudio se aplicó una metodología que permitió evaluar el efecto de la cobertura vegetal en la cuenca de la quebrada la murciélagos en Antioquia. Para la cuenca del río Tona, situada en el departamento de Santander se realizó una modelación de la respuesta hidrológica de la cuenca teniendo en cuenta los cambios en las variables que afectan esta respuesta, en esta modelación se observó que la respuesta hidrológica además de verse afectada por los parámetros hidroclimatológicos, se ve seriamente influida por el tipo de cobertura vegetal. (Caro, 2003). En áreas de interés estratégico para la

regulación del agua resulta aún más evidente la importancia de la cobertura vegetal para el balance hídrico, en el caso de los Páramos en Colombia y en Ecuador se documenta cómo la cobertura vegetal es la que contribuye a la alta capacidad de regulación del recurso hídrico, debido a la estructura ligera y porosa del suelo y a su alta capacidad de retención (Mena, Medina, & Hofstede, 2001) y (Buytaert, Célleri, De Bievre, & Cisneros, 2006). En este sentido, se identifica la importancia de la cobertura natural como elemento regulador del recurso hídrico, condicionante de la disponibilidad de agua superficial.

3.3.1.2 Los servicios ecosistémicos del agua, las áreas protegidas, sus zonas amortiguadoras y las prioridades de conservación.

Los ecosistemas de agua dulce prestan una serie de servicios ambientales a la sociedad, su estado de conservación determina que tan útiles son para ésta. En general ecosistemas sanos y menos intervenidos prestan servicios de mayor calidad. Los componentes de estos ecosistemas interactúan de manera compleja, es así como el agua, las especies de plantas, especies de animales y los componentes abióticos se relacionan en dichos ecosistemas de maneras intrincadas prediciendo como resultados servicios ecosistémicos ambientales que determinan la supervivencia de la especie humana.

En la macrocuenca existen áreas protegidas bajo diferentes figuras de conservación, esas áreas a su vez cuentan con zonas amortiguadoras. Adicionalmente por fuera de estas áreas protegidas aún quedan importantes zonas de interés para la conservación por sus servicios ecosistémicos, las cuales han sido identificadas por varios estudios.

Respecto a las prioridades de conservación en el país se han llevado a cabo diversos ejercicios en los cuales se establecen áreas que deberían ser priorizadas con base en una gran variedad de criterios, 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.

Con base en la información encontrada, se recopiló y se organizó de manera que en la tabla continuación se presenta, por zonas, el área no priorizada y el área priorizada según el número de portafolios de priorización, por los cuales cada unidad de área fue determinada como de importancia para la conservación. La columna “>5 Priorizaciones” de la siguiente tabla indica que cada unidad de área fue priorizada más de cinco veces, es decir hubo más de cinco estudios que determinaron como prioritaria el área.

Tabla 3.3-8 Priorización de conservación por zonas hidrográficas

Zona	No priorizado	1-5 Priorizaciones	> 5 Priorizaciones	Área Zona (km2)
Alto Magdalena	17.969	36.212	198	54.496
Medio Magdalena	31.173	49.775	1.771	82.939
Bajo Magdalena	22.716	24.869	-	50.150
Alto Cauca	17.585	23.554	161	41.406
Medio Cauca	3.677	10.085	787	14.613
Bajo Cauca	10.474	14.600	354	25.501

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

De estas áreas priorizadas se estableció como de especial urgencia en su atención las que tuvieran 6 o más portafolios en los que se especificara la necesidad de su priorización. Debido a la urgencia de conservación y protección que tienen estas zonas, se tiene entonces la necesidad de saber qué cantidad o qué porción de esta área, está fuera de la jurisdicción de las Áreas Nacionales Protegidas (ANP), esto con el fin de establecer cuáles de estas áreas priorizadas están más vulnerables. El resultado de este análisis se presenta en la tabla a continuación.

Tabla 3.3-9 Zonas de alta necesidad de priorización fuera de las Áreas Nacionales Protegidas (ANP)

Zona	> 5 Priorizaciones (km ²)
Alto Magdalena	0
Medio Magdalena	1758,42
Bajo Magdalena	0
Alto Cauca	160,62
Medio Cauca	786,35
Bajo Cauca	352,16

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

De la tabla anterior se puede evidenciar que la Zona Hidrográfica que mayor afectación puede tener debido a la no conservación y preservación de su fauna y flora es la de Medio Magdalena con un área de aproximadamente 1500 km². Aun así todas las áreas que se encuentran aquí como áreas priorizadas para su conservación y preservación, deben ser contempladas para tal fin dentro de los POMCAS de las subzonas a las que corresponden.

Dentro de la cuenca Magdalena – Cauca, se pueden identificar varias áreas protegidas de importancia nacional, regional y local. Entre los diversos tipos de áreas protegidas que se encuentran están: parques nacionales, parques naturales, vías parque, santuarios de fauna y flora, áreas de reserva forestal, entre otras. Aparte de las áreas protegidas pertenecientes al Sistema de Parques Nacionales Naturales que son directamente manejados por Parques Nacionales Naturales (PNN), las demás áreas protegidas son manejadas y tratadas por las Corporaciones Autónomas Regionales que tienen jurisdicción en dicha zona.

En la macrocuenca existen cerca de 2,7 millones de hectáreas bajo diferentes figuras de conservación, en la siguiente tabla se muestra la extensión de las áreas protegidas para cada Zona Hidrográfica de la cuenca Magdalena – Cauca.

Tabla 3.3-10 Áreas protegidas naciones en cada zona hidrográfica.

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%

Zona	ANP (ha)		% ANP/ Área Magdalena Cauca
Medio Magdalena	823.457	31%	3,1%
Total general	2.698.047	100%	10,0%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Debido a su importancia y a que las especies que se encuentran allí son muy sensibles a los factores ambientales, estas áreas protegidas cuentan con una Zona Amortiguadora (ZA), cuya función es la de atenuar las perturbaciones causadas por las actividad humana en las zonas vecinas a las distintas áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales, con el fin de impedir que llegue a causar disturbios o alteraciones en la ecología o en la vida silvestre de estas áreas. Las Zonas Amortiguadoras se definen en una concertación entre la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN), las Corporaciones Autónomas Regionales que tienen jurisdicción en la zona y la Dirección de Ecosistemas del MADS. Estas zonas se definen con base en los Lineamientos Para La Determinación y Reglamentación de Zonas Amortiguadoras en las Áreas Protegidas del Sistema De Parques Nacionales Naturales de Colombia (Camargo Ponce & Guerrero Ruiz, 2005). Haciendo una revisión de los planes de las Áreas Nacionales Protegidas (APN), pertenecientes al Sistema de Parques Nacionales Naturales y que están en la cuenca Magdalena – Cauca, se encuentra que las Zonas Amortiguadoras están apenas definidas en muchos casos y en otros están por definirse y su manejo aún no está estipulado en la mayoría de casos. Dada la importancia que tiene la Zona Amortiguadora para el área protegida, su manejo debe ser parte de los programas que cada POMCA tenga dentro de la subzona hidrográfica que rige.

Por último se encuentran las áreas protegidas locales y regionales están caracterizadas por ser ecosistemas inalterados o poco alterados, con características paisajísticas, geológicas o geomorfológicas únicas. Tienen como objetivo mantener a perpetuidad sus condiciones naturales y se permite la investigación, educación y en muchos casos recreación. Las Áreas Protegidas Regionales son competencia de los departamentos y las CAR. Dentro de la macrocuenca Magdalena - Cauca, las áreas protegidas regionales tienen el área de cobertura por categoría presentada en la siguiente tabla.

Tabla 3.3-11 Áreas Protegidas Regionales discriminadas por categoría en la Macrocuencia

Categoría de Área Protegida Regional	Área (Ha)
AREA DE MANEJO ESPECIAL	135,619091
AREA DE MANEJO ESPECIAL DE CARACTER REGIONAL	41,23827508
DISTRITO DE MANEJO INTEGRADO	476498,4061
DISTRITO DE MANEJO INTEGRADO Y AREA DE RECREACION	26009,88711
PARQUE NATURAL REGIONAL	100622,6289
PARQUE NATURAL REGIONAL Y ECOLOGICO	1874,016719
PARQUE REGIONAL NATURAL	22907,03869
PARQUE REGIONAL NATURAL Y ECOLOGICO	2626,548327
RESERVA FORESTAL	1456,419188

Categoría de Área Protegida Regional	Área (Ha)
RESERVA FORESTAL DEPARTAMENTAL	10722,29754
RESERVA FORESTAL NATURAL Y DE INVESTIGACIÓN	1036,189253
RESERVA FORESTAL PROTECTORA	54381,0331
RESERVA FORESTAL PROTECTORA PRODUCTORA	5290,738272
RESERVA FORESTAL PROTECTORA Y BOSQUE DE INTERES GENERAL	4779,427054
RESERVA HIDRICA	1192,161296
RESERVA NATURAL	47991,53792
SANTUARIO DE VIDA SILVESTRE	3556,140777
ZONA DE INTERES CULTURAL	10,78256452
Total general	761132,1102

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

En primera instancia se analiza la situación de las áreas protegidas regionales, respecto a los cambios de área evidenciados en la cobertura del suelo. Esto está basado en la clasificación general del "Corine Land Cover" presentada a continuación:

Tabla 3.3-12 Unidades de cobertura "Corine Land Cover"

Unidad	Cobertura
1	Territorios Artificializados
2	Territorios Agrícolas
3	Bosques y Áreas Seminaturales
4	Áreas Húmedas
5	Superficies de Agua

Fuente: UT Macrocuencas

A partir de esta clasificación y con resultados de dos diferentes periodos 2000 – 2002 y 2007 – 2009, se puede hacer un análisis multitemporal que evidencie los cambios en la cobertura del suelo en la zona estudiada. A continuación se muestran los resultados de este ejercicio para las zonas protegidas regionales.

Tabla 3.3-13 Cambios de cobertura en las Áreas Regionales Protegidas

Áreas Regionales		Periodo 2007 - 2009		
Periodo 2000 – 2002	Unidad	2 (Ha)	3 (Ha)	Total general
	2 (Ha)	326682	36937	363619
	3 (Ha)	38270	247840	286110
	Total general	364952	284777	649729

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información del "Corine Land Cover"

En la tabla anterior se puede observar una pérdida de bosques a cambio de zonas productivas, principalmente de zonas que eran arbustal abierto y pasaron ser clasificados como pastos enmalezados. Esta pérdida es cercana a las 1000 hectáreas.

3.3.1.3 Posibilidades de acción

Con el objetivo de disminuir la expansión agropecuaria y su potencial impacto en las áreas de cobertura natural se identifican las siguientes rutas de acción:

- Aumentos de la productividad en el sector agropecuario. Esto significa que cada unidad de área usada por el sector agropecuario produzca mayor cantidad de alimentos. Esta opción podría afectar potencialmente la demanda de otros bienes y servicios ambientales como la cantidad de recurso hídrico.
- Establecimientos de medidas de comando y control que limiten el crecimiento a las áreas potenciales de expansión sin afectar la cobertura natural. Esto significa que la expansión de la frontera agropecuaria sólo se podría limitar al reemplazo de los pastos enmalezados. Estas medidas limitarían también el desarrollo industrial sustentado en el sector agropecuario y afectarían la seguridad alimentaria.
- Recomposición de la matriz productiva agropecuaria dando prioridad a sistemas productivos de interés social. En esta opción se reemplazan sistemas productivos por aquellos que tengan mayor impacto social, por ejemplo alimentos de la canasta básica, sistemas que generen mayor empleo por unidad de área, entre otros.

Con respecto a la opción de aumentos en la productividad vale la pena examinar el estado actual de la productividad del sector agropecuario y sus posibles mejoras.

En el país, los cultivos permanentes que ocupan una mayor área sembrada son: el café con un 28,55% del total de cultivos en el país, seguido por el plátano con un 14,16% y la palma de aceite con un 13,65%. En la Tabla 14 se muestran los rendimientos por hectárea de los principales cultivos en Colombia de acuerdo con los resultados de la Encuesta Nacional Agropecuaria (DANE, 2011).

Tabla 14. Rendimientos de los principales cultivos en Colombia

Cultivo	Tipo	Rendimiento (Ton/ha)
Café	Permanente	1,1
Plátano	Permanente	10
Palma de aceite	Permanente	4
Caña	Transitorio	7,2
Yuca	Transitorio	14,3
Cacao	Permanente	0,5
Banano	Permanente	25,8

Fuente: (DANE, 2011)

De acuerdo con (Cenicafé, 2011) el rendimiento de café por hectárea es el más alto de Latinoamérica junto con Brasil, sin embargo existen espacios para la mejora de la productividad dependiendo de las condiciones y el manejo del cultivo las cuales se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15. Rendimientos actuales, alcanzables y potenciales del cultivo de café

Condiciones del cultivo de café	Actual (kg/ha)	Alcanzable(kg/ha)	Potencial de producción (kg/ha)
Plena exposición solar	700	2.100	3.500
Con sombrío	1.050	1.400	2.100

Condiciones del cultivo de café	Actual (kg/ha)	Alcanzable(kg/ha)	Potencial de producción (kg/ha)
Bajo irrigación	2.100	3.500	4.200

Fuente: (Cenicafé, 2011)

En la Tabla 15, se presentan los valores de rendimiento actual, alcanzable y el potencial de producción. Los valores que se presentan para el escenario actual tienen en cuenta las limitaciones biológicas, ambientales y socioeconómicas que presenta el cultivo. Los valores del escenario Alcanzable contemplan limitaciones sólo en cuanto a nutrientes, mientras que el Potencial de producción representa el rendimiento sin limitaciones para el cultivo de café. De esto, vale la pena resaltar como en un escenario alcanzable se podría llegar a lograr un rendimiento de hasta 3.500 kg/ha (3,5 Ton/ha) si las condiciones ambientales lo permiten, este escenario representaría entonces un aumento en el rendimiento de 133% con respecto al rendimiento actual (1,1 Ton/ha).

Para el caso de los cultivos transitorios, vale la pena resaltar el caso de la caña de azúcar, el principal cultivo transitorio del país. El promedio del rendimiento nacional según el DANE es de 7,2 Ton/ha (DANE, 2011) , sin embargo de acuerdo con el sector azucarero Colombiano, el rendimiento en la región del valle del cauca alcanza valores de 14 Ton/ha encontrándose entre los más altos a nivel mundial (ASOCAÑA, 2012).

Para el sector agropecuario el nivel de productividad se puede analizar desde dos indicadores, por un lado la producción de carne por animal y la densidad de animales por unidad de área. El sector ganadero en Colombia presenta una producción de carne por animal menor al promedio mundial, como se muestra en la Tabla 16.

Tabla 16. Producción de carne a nivel nacional

País	Producción carne (kg/animal)
Colombia	197
USA	332
Argentina	222
Brasil	216
México	214
Prom Mundial	204

Fuente: (Vergara, 2010)

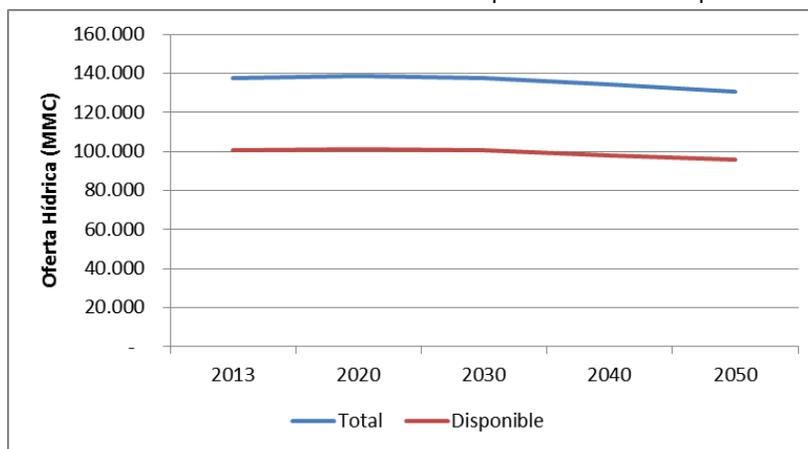
Adicional a esto la densidad de animales por hectárea en Colombia también es baja, cercana a 0,6 Unidades de gran ganado- UGG/ha en promedio. Sin embargo existen zonas del país que pueden alcanzar a 1,1 UGG/ha (FEDEGAN, 2010). Estos valores si tienen espacios para su mejora, como por ejemplo en el caso de Brasil, en el cual la capacidad de carga se incrementó de 0,5 a 0,9 UGG/ha (aumento del 80%) al reemplazar pastos nativos por pastos cultivados (de Faccio Carvalho, s.f).

3.3.1.4 Escenarios de desarrollo

Para la modelación de la oferta hídrica con respecto a la amenaza de la expansión de oferta hídrica se asumió que en los casos en donde no se alcanza a superar el área potencial de expansión, la

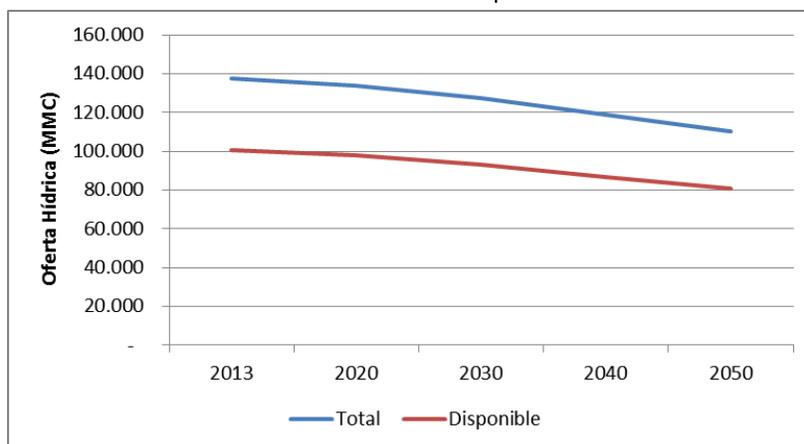
cobertura natural aumenta, lo cual impacta positivamente la oferta hídrica. Estos resultados se presentan en la Ilustración 44, la Ilustración 45 y la Ilustración 46.

Ilustración 44. Modelación oferta hídrica para el escenario Optimista



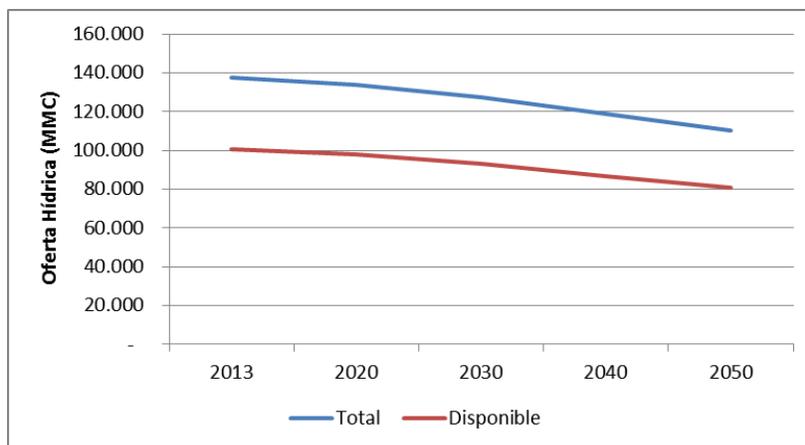
Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Ilustración 45. Modelación oferta hídrica para el escenario Probable



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Ilustración 46. Modelación oferta hídrica para el escenario Pesimista

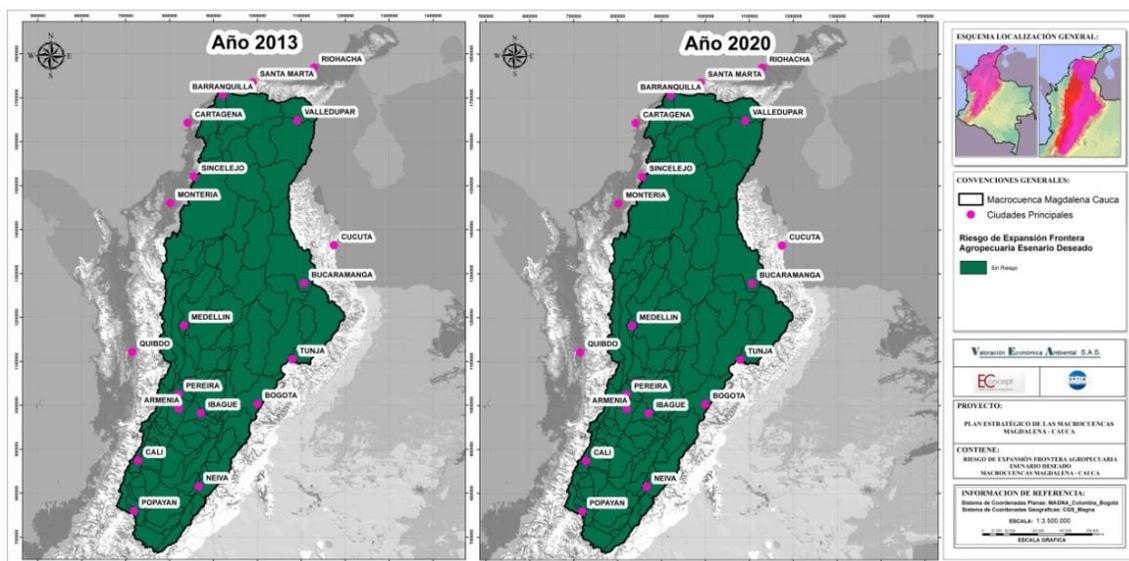


Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Aunque la oferta hídrica no varía tan rápidamente como si lo hacen las áreas agropecuarias, es claro que para los escenarios pesimista y probable se presenta una disminución de la oferta hídrica de gran magnitud, alcanzando a una disminución de los 100.000 MMC disponibles en el 2013 a 80.000 MMC en el 2050 para el escenario probable y hasta 70.000 MMC para el escenario pesimista una disminución que representa hasta el 30%.

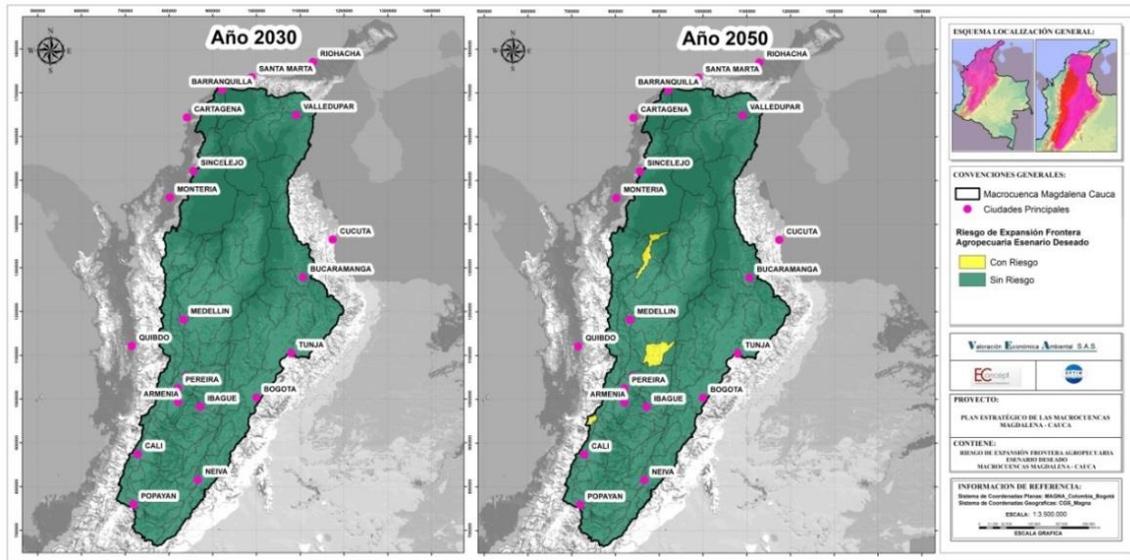
A una escala más desagregada se puede observar que con el escenario probable se logra que para el año 2050, solo 3 de las 103 subzonas de la Macrocuenca estén en riesgo. Esto se observa en la Ilustración 48.

Ilustración 47. Subzonas con riesgo de expansión en la frontera agrícola para 2013 y 2020 – Escenario Deseado



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Ilustración 48. Subzonas con riesgo de expansión en la frontera agrícola para los años 2013 y 2050 – Escenario Deseado



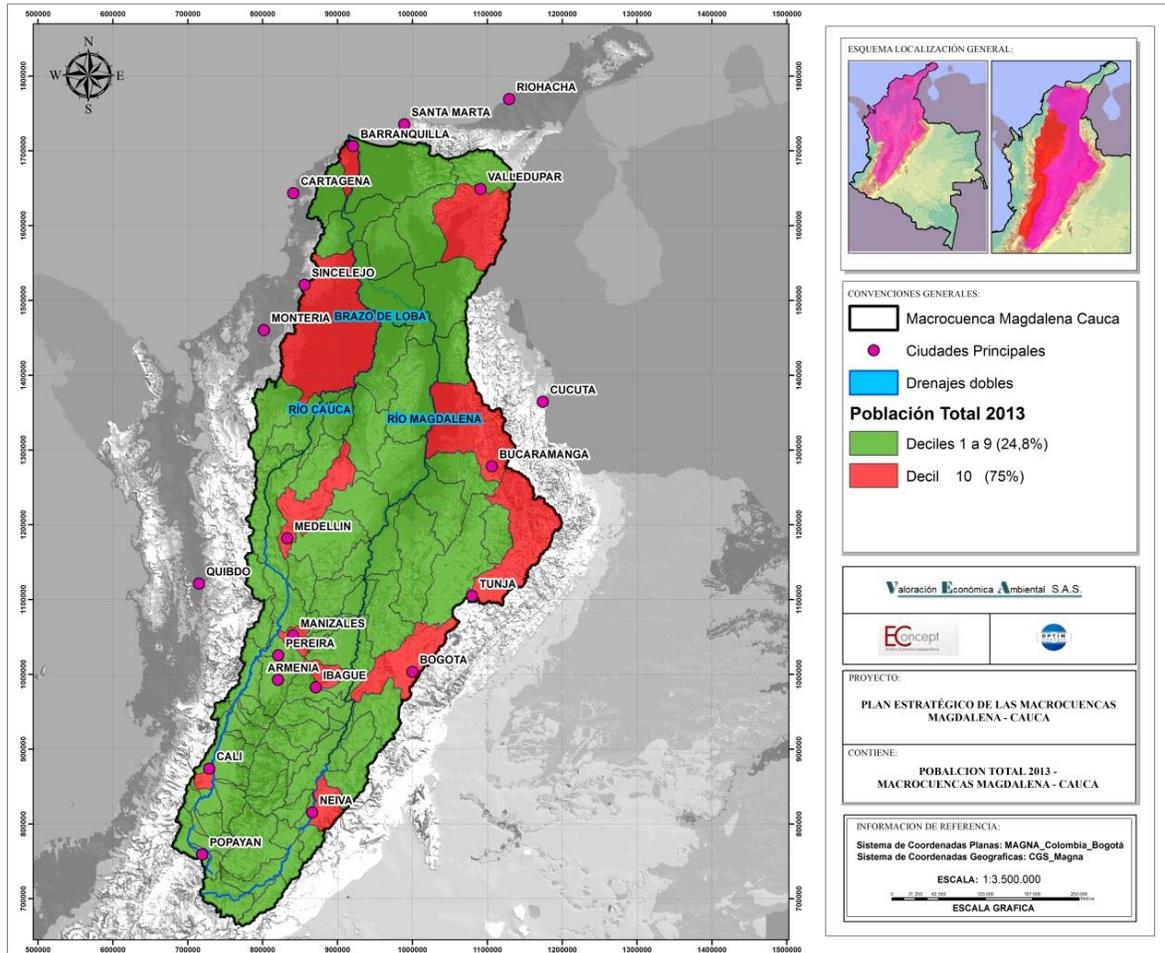
Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

3.3.2 Demanda de agua

3.3.2.1 Crecimiento de la demanda de agua por sectores

El cálculo de la demanda de agua está estrechamente relacionado con la dinámica poblacional que se presente en la Macrocuena. Esto se debe a que un aumento en la población no sólo significa mayor demanda hídrica doméstica sino que también significa mayor demanda hídrica agropecuaria para satisfacer las necesidades alimenticias de la población y mayor demanda hídrica industrial para satisfacer la demanda de bienes y servicios de la población. En este sentido se identifica que las zonas con mayor población van a ejercer una mayor demanda del recurso hídrico. En la Ilustración 49 se muestra la distribución de la población de la Macrocuena

Ilustración 49. Distribución de la Población Total 2013



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE)

Como se observa en la ilustración anterior el 75% de la población de la Macrocuenca se concentra en tan sólo 10 subzonas. Respectivamente, se encuentra que en estas mismas 10 subzonas se concentra el 66% de la demanda hídrica de agua. En la Tabla 17 se presentan las subzonas correspondientes.

Tabla 17. Porcentaje de la población según la demanda hídrica total de la Macrocuenca

Cód. SHZ	Subzona Hidrográfica	%Población	%Demanda
2120	Río Bogotá	32%	23%
2701	Río Porce	13%	13%
2630	Río Pance	8%	9%
2904	Directos al Bajo Magdalena (mi)	7%	6%
2319	Río Lebrija	4%	4%
2502	Bajo San Jorge - La Mojana	3%	3%
2615	Río Chinchiná	2%	2%
2124	Río Totaré	2%	2%
2802	Medio Cesar	2%	2%

Cód. SHZ	Subzona Hidrográfica	%Población	%Demanda
2403	Río Chicamocha	2%	2%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE)

Para analizar más detalladamente la distribución de la población se realizó una revisión de las 103 subzonas hidrográficas y las cabeceras de los municipios que hacen parte de éstas subzonas, se dividieron en diez grupos (Deciles). En este orden de ideas en la Tabla 18 se presentan las subzonas clasificadas en los 10 grupos de acuerdo al número de habitantes para el año 2013, adicional a esto se presenta el valor del índice de vulnerabilidad hídrica IVH en año seco para las cabeceras municipales que hacen parte de cada subzona.

Tabla 18. Población total con número de cabeceras discriminadas por IVH

Decil	Población Total 2013	% Población Total	Índice de Vulnerabilidad Hídrica – Año Seco							
			Número de Cabeceras	%	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto	S.I.
10	21.462.187	75,2%	213	30,0%	24	51	60	26	3	48
9	2.577.297	9,0%	142	20,0%	9	32	59	18	6	17
8	1.285.366	4,5%	77	10,8%	5	34	21	7		9
7	907.883	3,2%	70	9,8%	4	17	23	12	5	8
6	764.615	2,7%	79	11,1%	2	28	38	7	2	2
5	581.393	2,0%	40	5,6%	3	11	16	5	1	4
4	420.386	1,5%	33	4,6%	1	14	14	3		2
3	258.984	0,9%	24	3,4%	4	11	3	3		4
2	167.061	0,6%	21	3,0%	1	5	12	1		3
1	112.411	0,4%	12	1,7%	1	6	3	1		2
TOTAL	28.537.584	100%	711	100%	54	209	249	83	17	99

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE)

*S.I.: Sin Información

De la Tabla 18 sobresale como el 14% de las cabeceras municipales de toda la Macrocuena presentan un índice de vulnerabilidad hídrica IVH alto o muy alto, lo que sugiere una fragilidad muy fuerte para el abastecimiento del agua ante amenazas. De igual manera se observa que los valores de vulnerabilidad altos o muy altos se presentan en las zonas donde se concentra más población, como el caso de los deciles 8,9 y 10.

En la Tabla 19 se presentan los resultados del IVH para el caso de las subzonas con mayor concentración de población.

Tabla 19. Subzonas con mayor concentración de población total para el año 2013

SHZ	Grupo	Población Total 2013	% Población Total	Índice de Vulnerabilidad Hídrica – Tiempo Seco						
				Número de Cabeceras	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto	S.I.
2120	10	9.062.889	32%	42	5	6	8	9	1	13
2701	10	3.602.762	13%	19	2	3	5	2		7
2630	10	2.361.181	8%	2	1			1		0
2904	10	2.123.266	7%	12		11		1		0

SHZ	Grupo	Población Total 2013	% Población Total	Índice de Vulnerabilidad Hídrica – Tiempo Seco						
				Número de Cabeceras	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto	S.I.
2319	10	1.128.240	4%	18	2	10	4	1		1
2502	10	855.694	3%	31	2	2		1		26
2615	10	524.850	2%	3		1	1	1		0
2124	10	524.181	2%	3			3			0
2802	10	474.325	2%	7	1		4	1		1
2403	10	462.367	2%	71	11	14	34	9	2	1
2111	10	324.538	1%	5		4	1			0
Otras		7.093.291	25%	499						
TOTAL		28.537.584	100%	711						

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE)

*SI: Sin información

Ahora, llama la atención las subzonas en donde hay un mayor número de cabeceras que tienen un índice de vulnerabilidad hídrica alto, o muy alto, en este sentido se presenta la información de estas subzonas en la Tabla 20.

Tabla 20. Subzonas con mayor número de cabeceras con IVH alto y muy alto

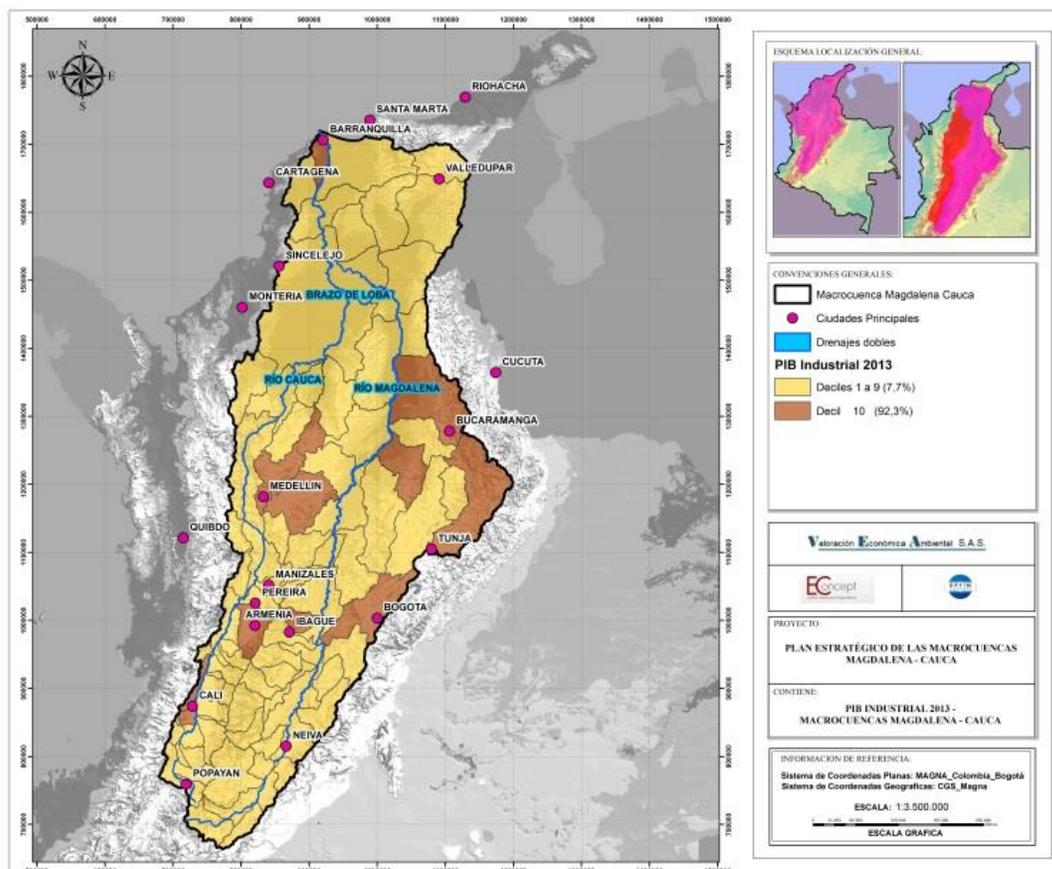
SZH	Subzona Hidrográfica	Grupo	Población Total 2013	%Población Total	Índice de Vulnerabilidad Hídrica - Año Seco		
					Cabeceras	Alto	Muy alto
2401	Río Suárez	9	245.660	0,9%	12	9	3
2403	Río Chicamocha	10	462.367	1,6%	11	9	2
2120	Río Bogotá	10	9.062.889	31,8%	10	9	1
2611	Río Frío	9	220.091	0,8%	6	4	2
2612	Río La Vieja	6	74.129	0,3%	5	4	1
2614	Río Risaralda	7	84.340	0,3%	5	3	2
2616	Río Tapias y otros directos al Cauca	5	56.406	0,2%	5	4	1
2620	Directos Río Cauca (md)	7	90.961	0,3%	4	4	
2306	Río Negro	7	88.255	0,3%	4	4	
2308	Río Nare	10	342.432	1,2%	3	3	
2608	Directos Río Cauca (mi)	7	92.310	0,3%	3	1	2
2801	Alto Cesar	7	90.666	0,3%	3	3	
2302	Río Guarinó	3	30.082	0,1%	2	2	
2701	Río Porce	10	3.602.762	12,6%	2	2	
2624	Río Tarazá - Río Man	4	42.413	0,1%	1	1	
2615	Río Chinchiná	10	524.850	1,8%	1	1	
2301	Río Gualí	6	63.846	0,2%	1	1	
2321	Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena Medio	8	103.187	0,4%	1	1	
2123	Río Seco y otros Directos al Magdalena	2	20.231	0,1%	1	1	
2112	Río Baché	2	16.545	0,1%	1	1	

SZH	Subzona Hidrográfica	Grupo	Población Total 2013	%Población Total	Índice de Vulnerabilidad Hídrica - Año Seco		
					Cabeceras	Alto	Muy alto
2311	Directos al Magdalena Medio	5	49.153	0,2%	1	1	
2312	Río Carare (Minero)	6	75.018	0,3%	1		1
2319	Río Lebrija	10	1.128.240	4,0%	1	1	
2613	Río Otún	9	284.546	1,0%	1		1
2305	Río Samaná	4	38.716	0,1%	1	1	
2802	Medio Cesar	10	474.325	1,7%	1	1	
2119	Río Sumapaz	8	180.714	0,6%	1	1	
2805	Bajo Cesar	7	101.356	0,4%	1	1	
2621	Directos Río Cauca (mi)	4	46.853	0,2%	1	1	

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE)

Ahora bien, como se mencionó anteriormente la dinámica poblacional está muy relacionada con la dinámica industrial de la Macrocuena, en este sentido resulta importante analizar la actividad industrial de la Macrocuena. En la Ilustración 50 se presenta la concentración de la actividad Industrial analizando el PIB industrial por subzona hidrográfica.

Ilustración 50. Distribución del PIB Industrial 2013



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información del DANE y Banco de la República.

Como se observa en la Ilustración 50, el 92,3% de la actividad industrial de la Macrocuena se concentra en tan sólo 11 subzonas, respectivamente, se encuentra que en estas mismas 11 subzonas se concentra el 74% de la demanda de agua industrial de la Macrocuena. En la Tabla 21 se presentan las subzonas correspondientes a este decil 10.

Tabla 21. Actividad industrial con respecto a la demanda de agua industrial de la Macrocuena

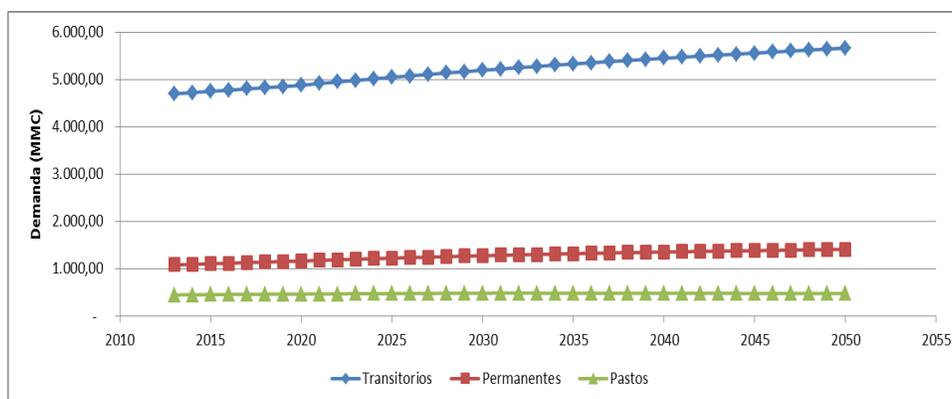
Cód SZH	Subzona Hidrográfica	% del Actividad Industrial con respecto a la Macrocuena	% Demanda de agua industrial de la Macrocuena
2120	Río Bogotá	57,8%	24%
2701	Río Porce	13,4%	20%
2630	Río Pance	5,5%	11%
2904	Directos al Bajo Magdalena (mi)	4,7%	5%
2314	Río Opón	3,0%	0,5%
2319	Río Lebrija	2,4%	6%
2612	Río La Vieja	1,5%	3%
2631	Directos al Río Cauca (mi)	1,4%	1%
2403	Río Chicamocha	1,1%	1%
2124	Río Totaré	0,8%	1%
2308	Río Nare	0,7%	1%
	OTRAS	7,7%	18,4%
	TOTAL	100,0%	100%

Fuente: Cálculos UT Macrocuenas con información del DANE y Banco de la Republica.

De la Tabla 21 sobresale el hecho que las subzonas que corresponden al río Bogotá, el río Porce y el río Pance demandan el 55% del agua para uso industrial de la Macrocuena, lo que llama la atención sobre la importancia de la industria de las ciudades de Bogotá, Medellín y Cali en cuanto a la demanda del recurso hídrico se refiere.

Con respecto a la demanda de agua del sector agropecuario se realizó un análisis de la demanda de riego para cada subzona de la Macrocuena. En la Ilustración 51 se presenta la demanda de riego para las diferentes coberturas agropecuarias, cultivos permanentes, cultivos transitorios y pastos.

Ilustración 51. Demanda de riego



Fuente: UT Macrocuencas con información de INCODER

En la Tabla 22 se presentan las subzonas más significativas para la demanda de riego en la Macrocuenca.

Tabla 22. Porcentaje de participación área total cultivos respecto a su área total

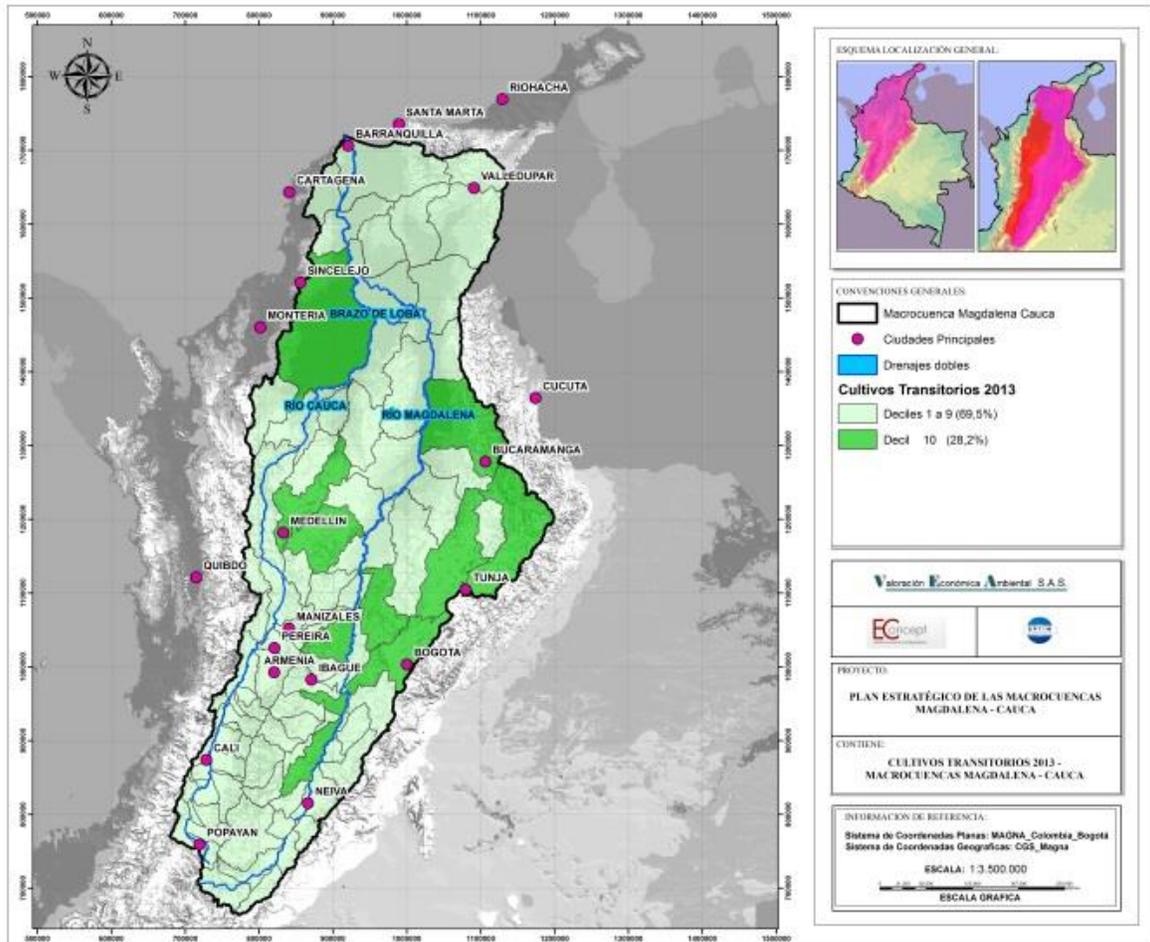
Cód SZH	Subzona Hidrográfica	Área regada (ha)	Área total cultivos (ha)	% Regados/Total	Área Regada/Total área regada Macrocuenca
2906	Cga Grande de Santa Marta	30.300	82.258	37%	22,42%
2118	Río Luisa y otros directos al Magdalena	28.396	51.152	56%	21,01%
2125	Río Lagunilla y Otros Directos al Magdalena	18.786	55.306	34%	13,90%
2113	Río Aipe y otros directos al Magdalena	16.819	37.942	44%	12,45%
2903	Bajo Magdalena - Canal del Dique	6.996	11.112	63%	5,18%
2401	Río Suárez	6.143	168.702	4%	4,55%
2116	Río Prado	5.108	17.674	29%	3,78%
2403	Río Chicamocha	4.087	139.197	3%	3,02%
2109	Juncal y otros Ríos directos al Magdalena	3.851	7.201	53%	2,85%
2114	Río Cabrera	3.021	10.895	28%	2,24%
	OTRAS	11.619	2.574.248		9%
	TOTAL	135.126	3.155.687		100%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de INCODER

De la Tabla 22 sobresale como el 92% del área regada de la Macrocuenca se concentra en 10 subzonas hidrográficas, siendo la subzona de la ciénaga grande de Santa Marta la que representa mayor área regada (22,42%) con respecto al total de la Macrocuenca. De igual manera se observa como en tan sólo 4 subzonas (2906, 2118, 2125 y 2113) se concentra cerca del 70% del área regada en toda la Macrocuenca.

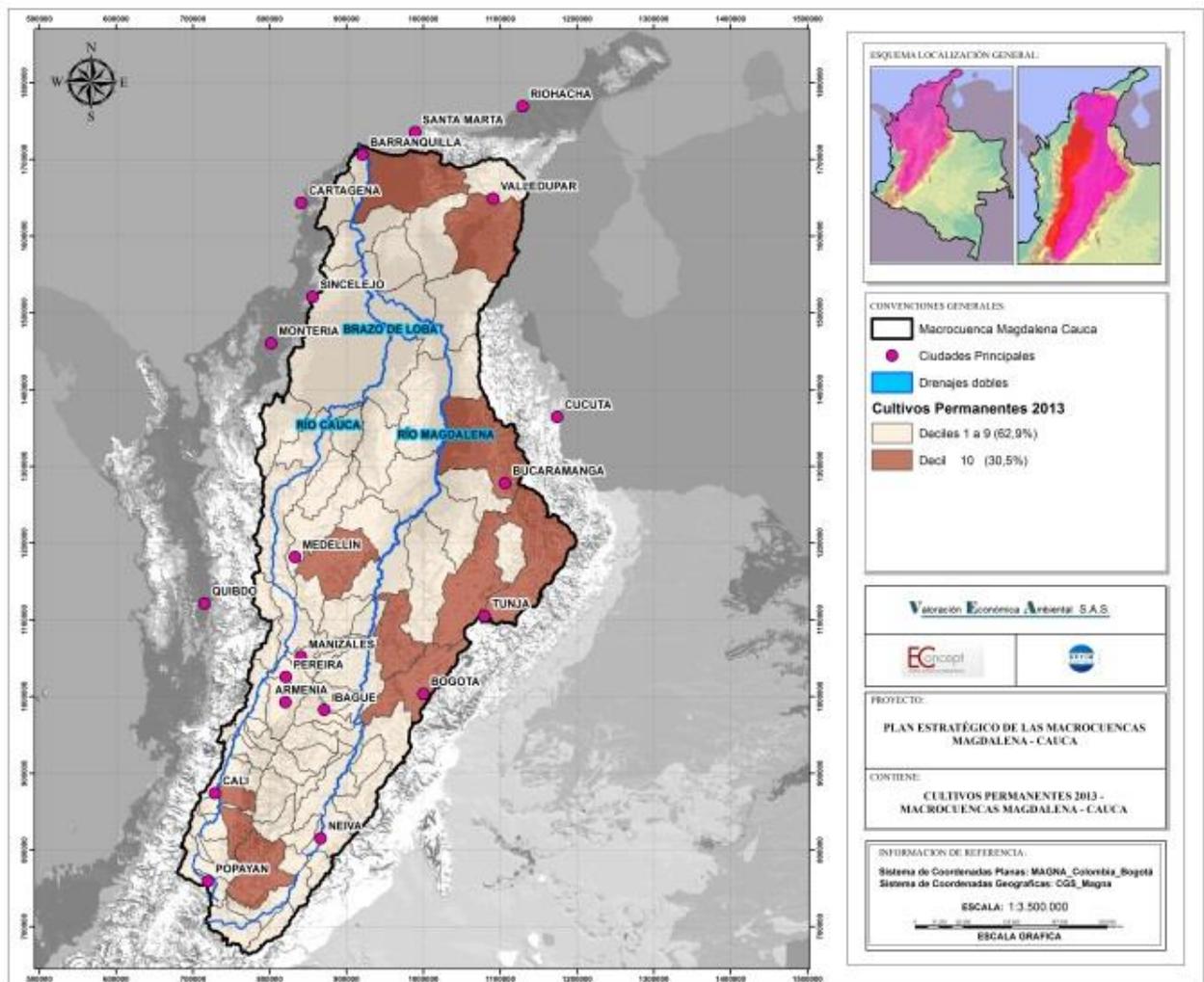
Para diferenciar en cuáles subzonas se demanda agua para cultivos permanentes, transitorios o pastos se presentan las siguientes ilustraciones.

Ilustración 52. Cultivos Permanentes 2013



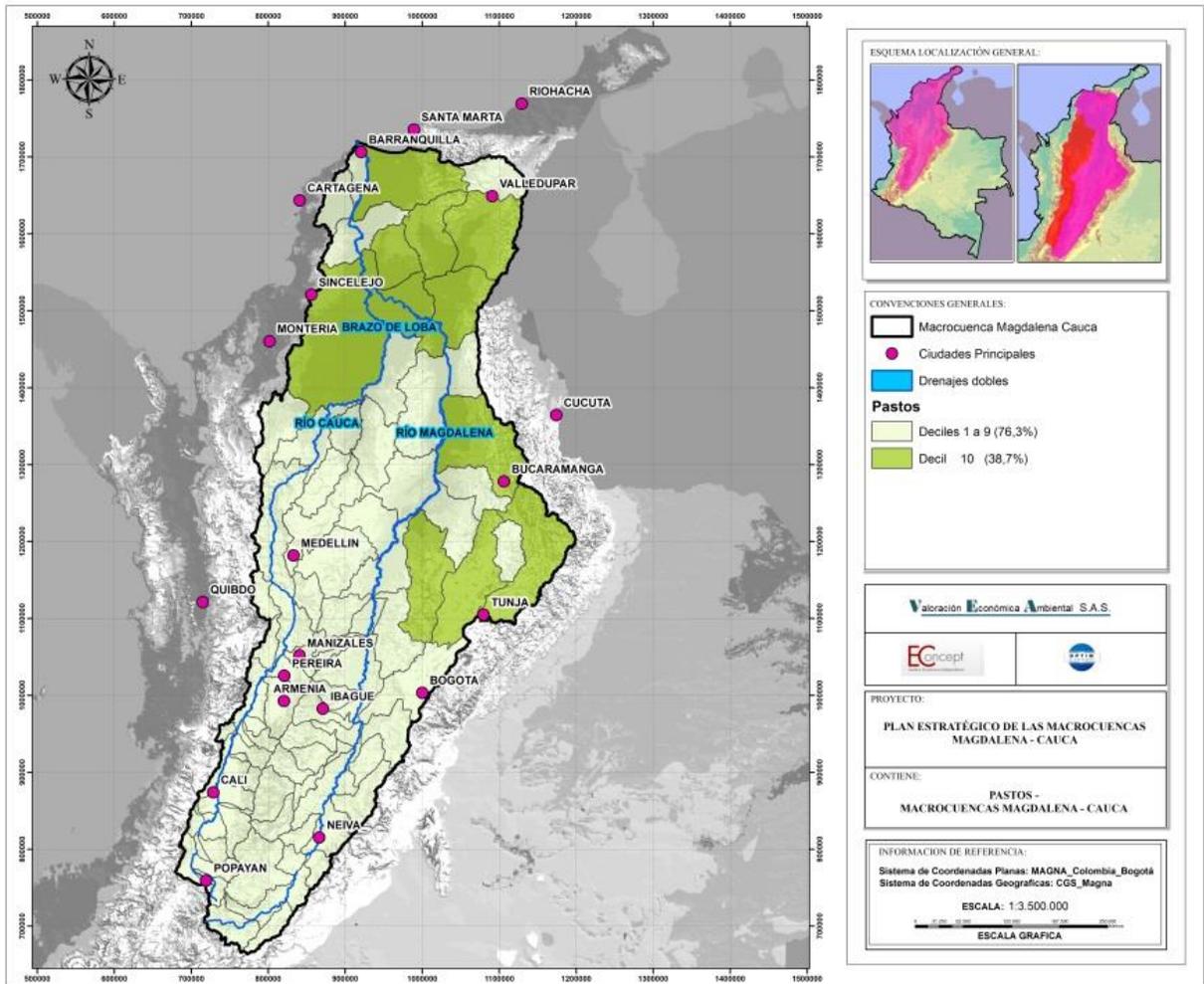
Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de INCODER

Ilustración 53. Cultivos Transitorios 2013



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de INCODER

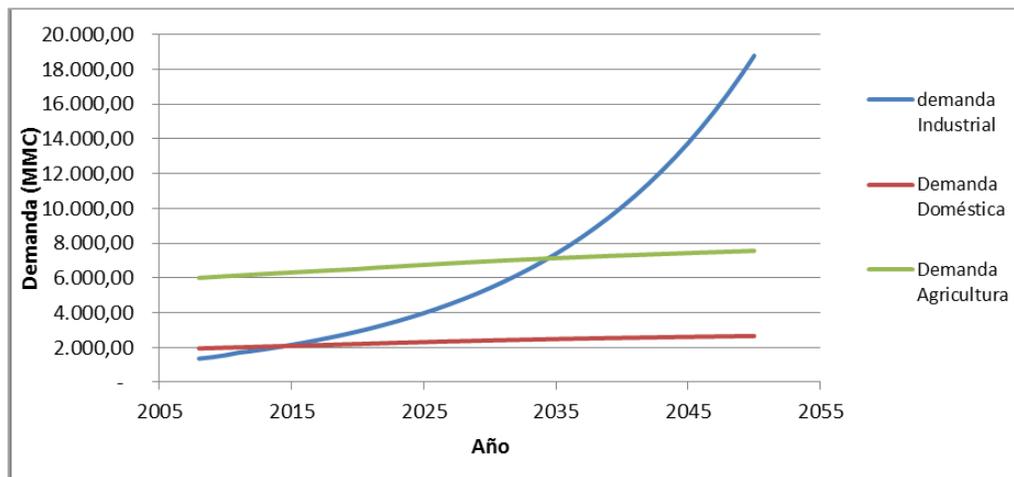
Ilustración 54. Distribución de Pastos 2013



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de INCODER

Ahora, cuando se compara la demanda doméstica, la demanda industrial y la demanda agropecuaria se puede inferir que en algún momento se va a presentar un conflicto por el uso del agua. Las demandas proyectadas por uso para la Macrocuenca (En millones de metros cúbicos-MMC) se presentan en la Ilustración 55.

Ilustración 55. Proyección de la demanda Industrial, doméstica y agricultura al 2050



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

En la Ilustración 55 se observa que la demanda industrial va a crecer de manera muy acelerada en comparación con la demanda doméstica y la demanda agropecuaria, lo que sugiere que en algunas subzonas se puede dar lugar a conflictos por uso del agua disponible. En este orden de ideas en la Tabla 23 se presenta cómo sería el conflicto en estas subzonas para el año 2030.

Tabla 23. Subzonas con potencial de conflicto del agua en el 2030

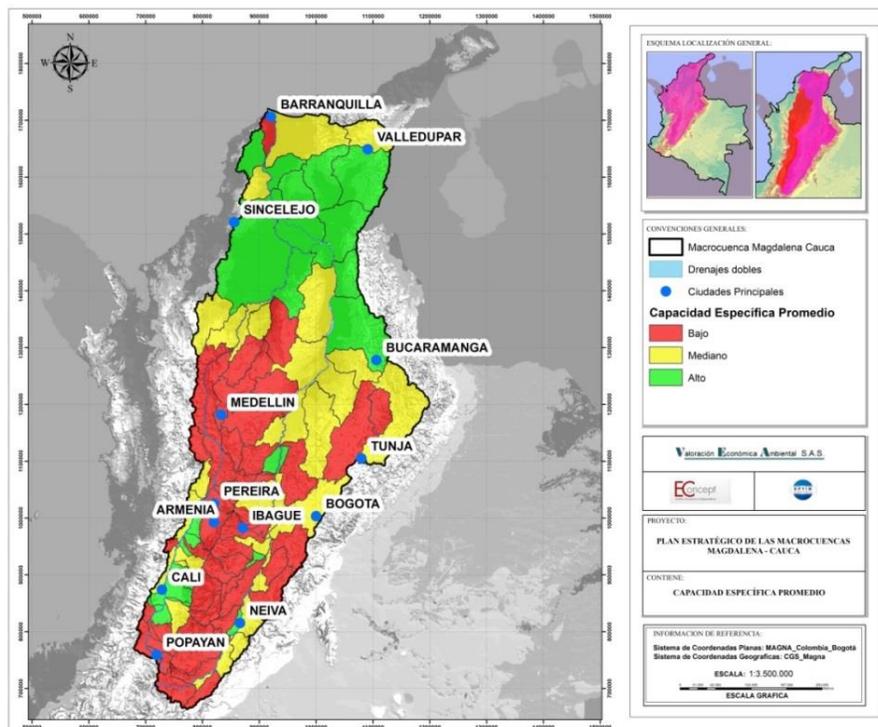
SZH	SUB-ZONA HIDROLÓGICA	Oferta Total Anual Seco (MMC)	Demanda Total 2030 (MMC)	Demanda Doméstica (MMC)	%Doméstico	Demanda Industrial (MMC)	% Industrial	Demanda Agropecuaria (MMC)	%Agropecuario
2113	Río Aipe y otros directos al Magdalena	625,57	1.979,63	32,89	1,7%	3,26	0,2%	1.943,48	98,2%
2120	Río Bogotá	746,15	1.323,56	23,04	1,7%	1.298,65	98,1%	1,88	0,1%
2630	Río Pance	245,06	578,61	2,33	0,4%	576,28	99,6%	-	0,0%
2102	Río Timaná y otros directos al Magdalena	205,99	312,67	311,98	99,8%	0,69	0,2%	-	0,0%
2109	Juncal y otros Ríos directos al Magdalena	65,17	95,75	55,94	58,4%	0,03	0,0%	39,77	41,5%
2633	Río Guadalajara	56,31	2,22	2,19	98,5%	0,03	1,5%	-	0,0%
2622	Río Desbaratado	65,95	2,72	2,69	98,7%	0,03	1,3%	-	0,0%
2208	Bajo Saldaña	95,35	14,78	10,93	74,0%	1,69	11,4%	2,15	14,6%
2122	Río Opía	114,14	20,05	20,02	99,8%	0,03	0,2%	-	0,0%
2634	Río Morales	101,82	2,04	2,01	98,3%	0,03	1,7%	-	0,0%
2629	Río Claro	125,63	2,49	2,46	98,6%	0,03	1,4%	-	0,0%
2611	Río Frío	157,72	33,86	5,00	14,8%	28,85	85,2%	-	0,0%

SZH	SUB-ZONA HIDROLÓGICA	Oferta Total Anual Seco (MMC)	Demanda Total 2030 (MMC)	Demanda Doméstica (MMC)	%Doméstico	Demanda Industrial (MMC)	% Industrial	Demanda Agropecuaria (MMC)	%Agropecuario
2904	Directos al Bajo Magdalena (mi)	448,99	286,31	0,50	0,2%	282,68	98,7%	3,14	1,1%
2125	Río Lagunilla y Otros Directos al Magdalena	1.049,90	879,82	18,39	2,1%	15,77	1,8%	845,66	96,1%
2636	Río Paila	194,54	4,22	1,86	44,1%	2,36	55,9%	-	0,0%
2108	Río Yaguará	279,15	84,36	71,99	85,3%	0,49	0,6%	11,89	14,1%
2116	Río Prado	543,30	295,89	26,88	9,1%	0,03	0,0%	268,98	90,9%

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

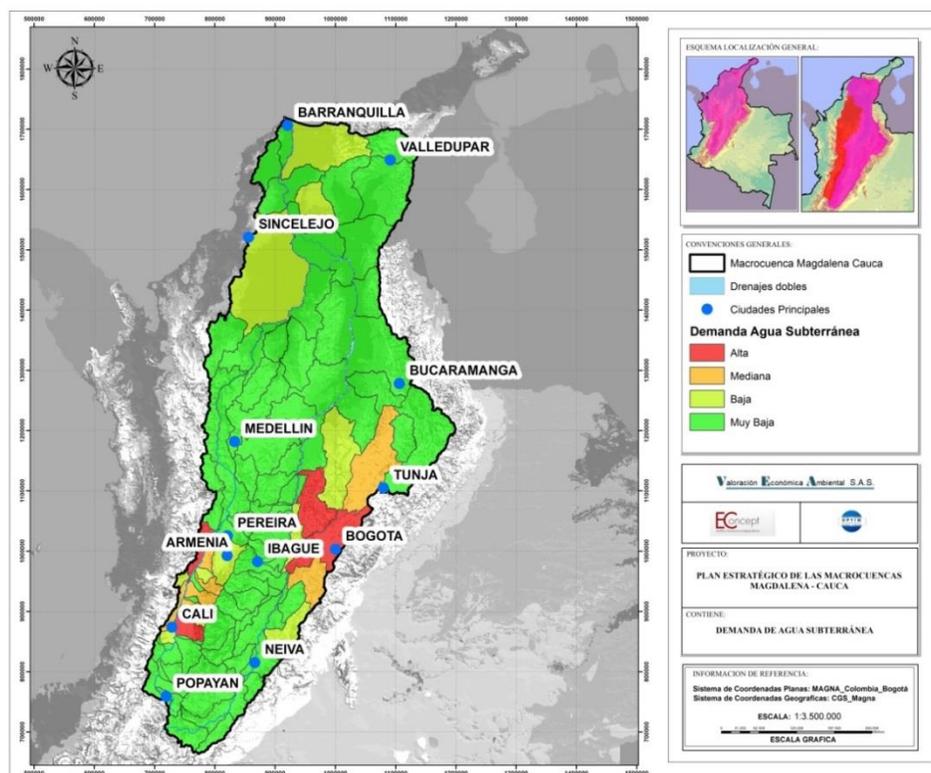
Un tema álgido en la discusión de demanda es el tema de la demanda de agua subterránea, aunque esta estimación resulta más compleja que le demanda superficial a continuación se presenta una estimación de demanda de agua subterránea para la Macrocuenca, calculada a partir de los datos del Estudio Nacional del Agua-ENA (IDEAM, 2010). En la Ilustración 56 se muestra la oferta estimada de agua subterránea, mientras que en la Ilustración 57 se presenta la estimación de la demanda de agua subterránea potencial.

Ilustración 56. Oferta de agua subterránea - Capacidad Específica Promedio



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

Ilustración 57. Demanda de agua subterránea.



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

De la Ilustración 56 y la Ilustración 57 llama la atención que en general la demanda de agua subterránea es baja o moderada para toda la Macrocuenca. De igual manera se observa que la demanda de agua no puede ser muy alta debido a que la oferta es baja para la mayoría de las subzonas.

3.3.2.2 Vulnerabilidad al desabastecimiento de Agua de cascos urbanos medianos y pequeños en la Macrocuenca

La Macrocuenca Magdalena Cauca tiene 11 centros poblados que tienen entre 100.000 y un millón de habitantes y 670 centros poblados de menos de 100.000 habitantes y que no están en los corredores industriales.

Para analizar el grado de vulnerabilidad al desabastecimiento de agua en los centros urbanos medianos y pequeños, se trabajó con la información del Estudio Nacional del Agua 2010. Para cada cuenca abastecedora se proyectó el Índice de Vulnerabilidad Hídrica al desabastecimiento (IVH)¹ hasta el 2050. Lo anterior, mediante el análisis de la demanda doméstica e industrial que cada cabecera municipal genera sobre la cuenca abastecedora, la relación con la oferta hídrica superficial disponible y el índice de retención y regulación hídrica (IRH) de la cuenca.

¹ El Índice de Vulnerabilidad Hídrica- IVH representa el grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta para el abastecimiento de agua que, ante amenazas, como periodos largos de estiaje o eventos como el Fenómenos del Niño podrían generar riesgos de desabastecimiento.

Se hizo el análisis de vulnerabilidad al desabastecimiento para los centros urbanos pequeños (menos de 100.000 habitantes) y medianos (entre 100.000 y un millón de habitantes). Se excluyeron los corredores o agrupaciones industriales. Estos se analizaron de forma independiente en la sección anterior. Se analizaron los centros urbanos pequeños y medianos, clasificados de acuerdo con sus IVHs (Alto, Medio, Bajo y Muy Bajo), su población y demanda de agua.

La siguiente tabla presenta el número de poblaciones pequeñas y medianas clasificadas según el IVH de su cuenca abastecedora, su población y demanda de agua doméstica.

Tabla 3.24. Clasificación y crecimiento de centros urbanos pequeños y medianos según IVH para el año 2013

IVH	Centros Urbanos				Población				Demanda doméstica			
	Pequeños		Medianos		Pequeños		Medianos		Pequeños		Medianos	
Alto	206	31%	6	55%	2.686.646	38%	1.462.426	53%	320,30	44%	127,42	42%
Medio	222	33%	3	27%	2.067.171	29%	945.434	34%	213,56	29%	144,27	48%
Bajo	173	26%	2	18%	1.764.903	25%	351.543	13%	152,58	21%	29,35	10%
Muy bajo	29	4%		0%	170.934	2%		0%	15,95	2%		0%
S.I	40	6%		0%	340.700	5%		0%	31,53	4%		0%
Total	670	100%	11	100%	7.030.354	100%	2.759.403	100%	733,92	100%	301,04	100%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de DANE, IDEAM

De acuerdo con la tabla anterior, el 31% de los centros urbanos pequeños (con población menor de 100.000 habitantes), presentan actualmente un IVH Alto y concentra el 44% de la demanda de agua total para este grupo de centros urbanos.

El 55% centros urbanos medianos (entre 100.000 y un millón de habitantes) tiene índices de vulnerabilidad Altos. De los 11 centros urbanos medianos ninguno tiene un IVH Muy Bajo. Esto indica el alto nivel de estrés hídrico para este tipo de centros urbanos.

Las siguientes ilustraciones presentan la evolución proyectada en el tiempo de los IVH para los centros urbanos pequeños y medianos.

Ilustración 3.58 Centros urbanos pequeños según IVH

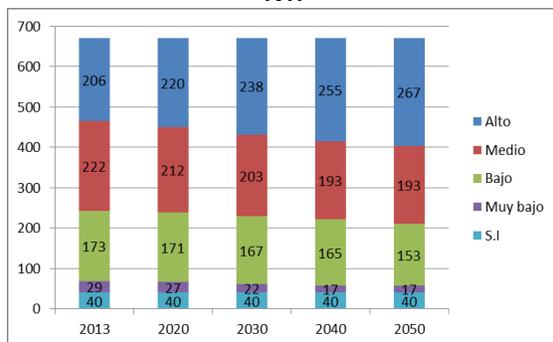
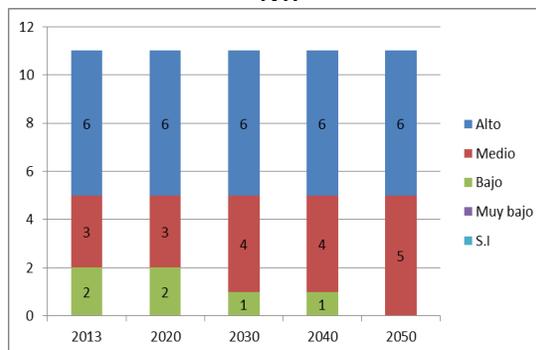


Ilustración 3.59. Centros urbanos medianos según IVH



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de DANE, IDEAM

En la siguiente ilustración se presentan las proyecciones de población y de demanda doméstica de agua, y de los IVH para centros urbanos pequeños y medianos, hasta el año 2050.

Ilustración 3.60 Población en Centros urbanos pequeños de acuerdo al IVH

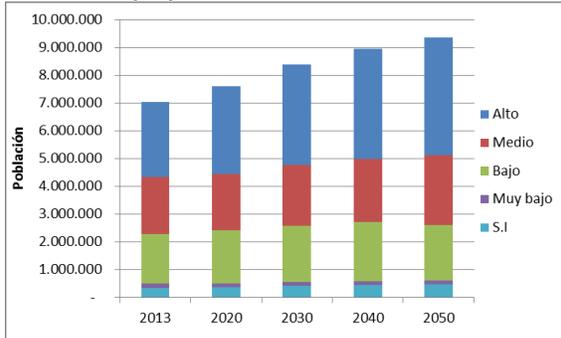
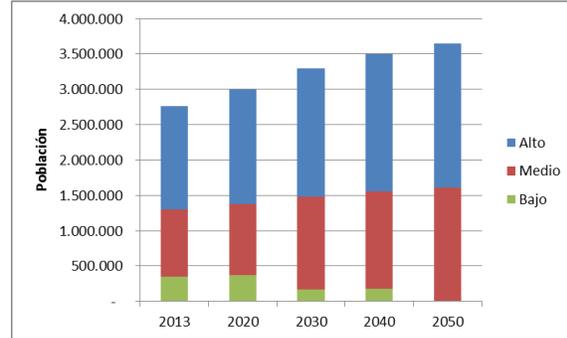


Ilustración 3.61 Población en Centros urbanos medianos de acuerdo al IVH



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de DANE, IDEAM

Ilustración 3.62 Demanda doméstica en Centros urbanos pequeños de acuerdo al IVH

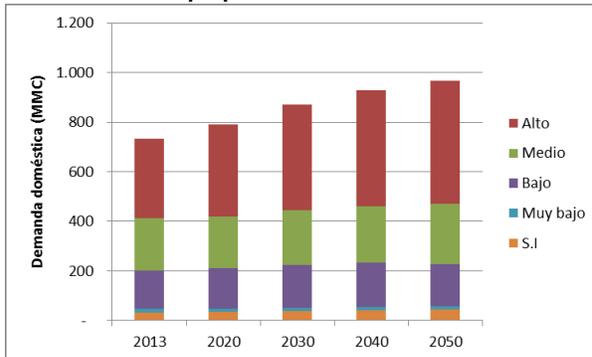
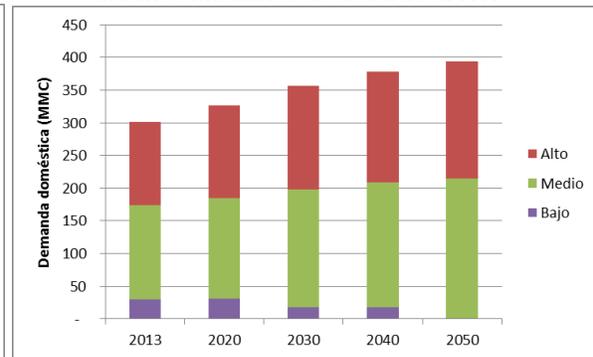


Ilustración 3.63 Demanda doméstica en Centros urbanos medianos de acuerdo al IVH



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de DANE, IDEAM

Evidentemente, el crecimiento tendencial de la población y el consumo de agua por parte de los distintos sectores conduciría a situaciones extendidas de escases y desabastecimiento de agua potable en estos municipios. Para evitar estas situaciones serían necesarios incentivos que promovieran cambios tecnológicos y regulatorios conducentes a una mayor eficiencia en los consumos, e intervenciones en manejo de cuencas dirigidas a aumentar, dentro de los límites naturalmente posibles, la oferta y la regulación hidrológica de las cuencas.

3.3.2.3 Demanda de Agua en los Corredores industriales de la Macrocuena

En la Macrocuena se encuentran 6 corredores industriales que generan el 85% del PIB industrial de la Macrocuena y demandan un total de 2.185 millones de metros cúbicos MMC (año 2013). Para el año 2050, se estima que la demanda industrial representará el 72% de la demanda total de los corredores industriales, llegando a 5.550 MMC. Las subzonas y ciudades donde se encuentran los principales corredores industriales se presentan en la siguiente tabla.

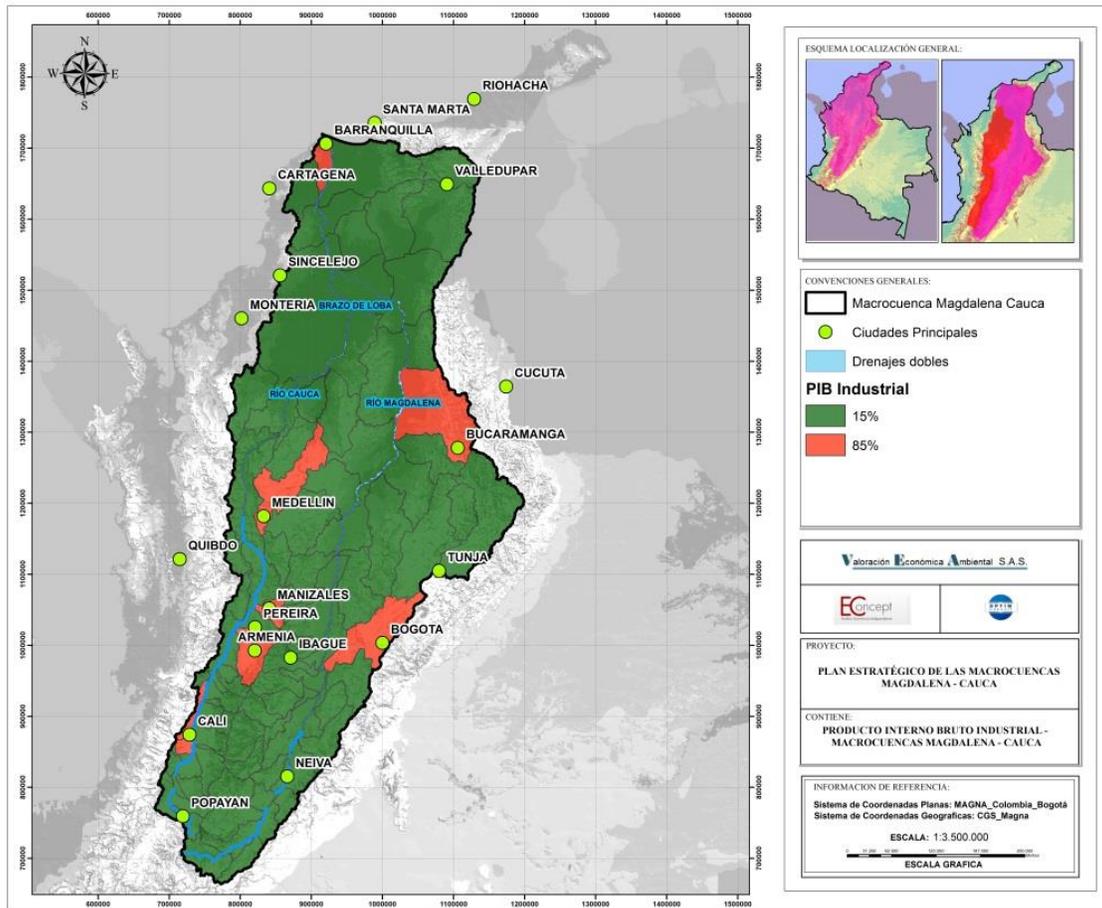
Tabla 3.25. Corredores Industriales de la Macrocuenca

Corredor	Código SZH	Subzona Hidrográfica (SZH)	Centro urbano	Posición PIB Macrocuenca (i/711) (2013)	% PIB/ PIB Total Macrocuenca (2013)	PIB 2013 (miles de millones, constantes de 2005)	PIB 2030 (miles de millones, constantes de 2005)	PIB 2050 (miles de millones, constantes de 2005)
Bogotá	2120	Río Bogotá	Bogotá	1	54,15%	91.540	171.177	358.802
			Soacha	16	0,44%	745	1.385	2.897
			Tocancipá	17	0,43%	735	1.424	3.022
			Mosquera	19	0,41%	693	1.343	2.849
			Cajicá	31	0,24%	399	833	1.809
			Chía	25	0,28%	473	964	2.080
			Funza	33	0,22%	377	705	1.477
			Madrid	48	0,14%	241	455	956
			Sopó	37	0,18%	300	570	1.202
Medellín	2701	Río Porce	Medellín	2	9,19%	15.529	29.364	61.786
			Itagüí	7	1,50%	2.543	4.965	10.559
			Envigado	10	0,92%	1.555	2.951	6.216
			Bello	13	0,63%	1.063	2.035	4.301
			Sabanaeta	20	0,40%	677	1.284	2.705
			Copacabana	46	0,15%	247	476	1.008
			Girardota	38	0,18%	297	482	957
Cali	2630	Ríos Pance y Jamundí	Cali	3	5,38%	9.092	15.926	32.600
			Jamundí	69	0,08%	135	255	537
	2631	Directos al Río Cauca (mi)	Yumbo	8	1,40%	2.362	4.269	8.840
Barranquilla	2904	Directos al Bajo Magdalena (mi)	Barranquilla	4	4,29%	7.254	14.043	29.782
			Soledad	23	0,29%	487	937	1.984
			Malambo	71	0,07%	121	225	470
Bucaramanga	2319	Río Lebrija	Bucaramanga	6	1,78%	3.008	6.076	13.064
			Girón	28	0,25%	425	849	1.819
			Florida Blanca	39	0,17%	286	582	1.253
			Piedecuesta	76	0,06%	106	215	463
Eje Cafetero	2612	Río La Vieja	Pereira	9	1,00%	1.698	3.172	6.646
			Armenia	22	0,30%	506	879	1.793
			Cartago	49	0,13%	225	424	890
		2615	Río Chinchiná	Manizales	14	0,57%	968	1.812

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de DANE, IDEAM

La distribución geográfica del PIB Industrial se representa en la siguiente ilustración.

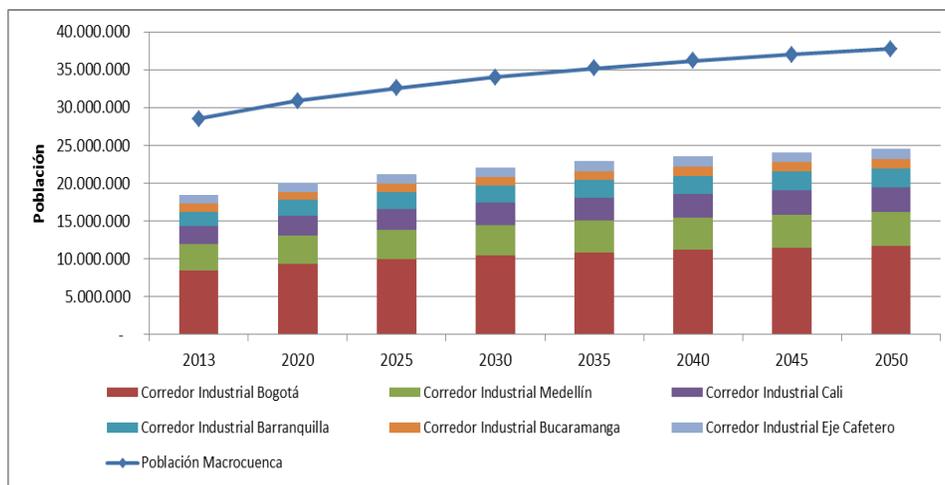
Ilustración 3.64. Corredores Industriales



Fuente: Cálculos UT Macrocuenas con información del DANE y Banco de la República.

En la siguiente ilustración se presenta la distribución de la población, entre los distintos corredores industriales, para el período 2013-2050.

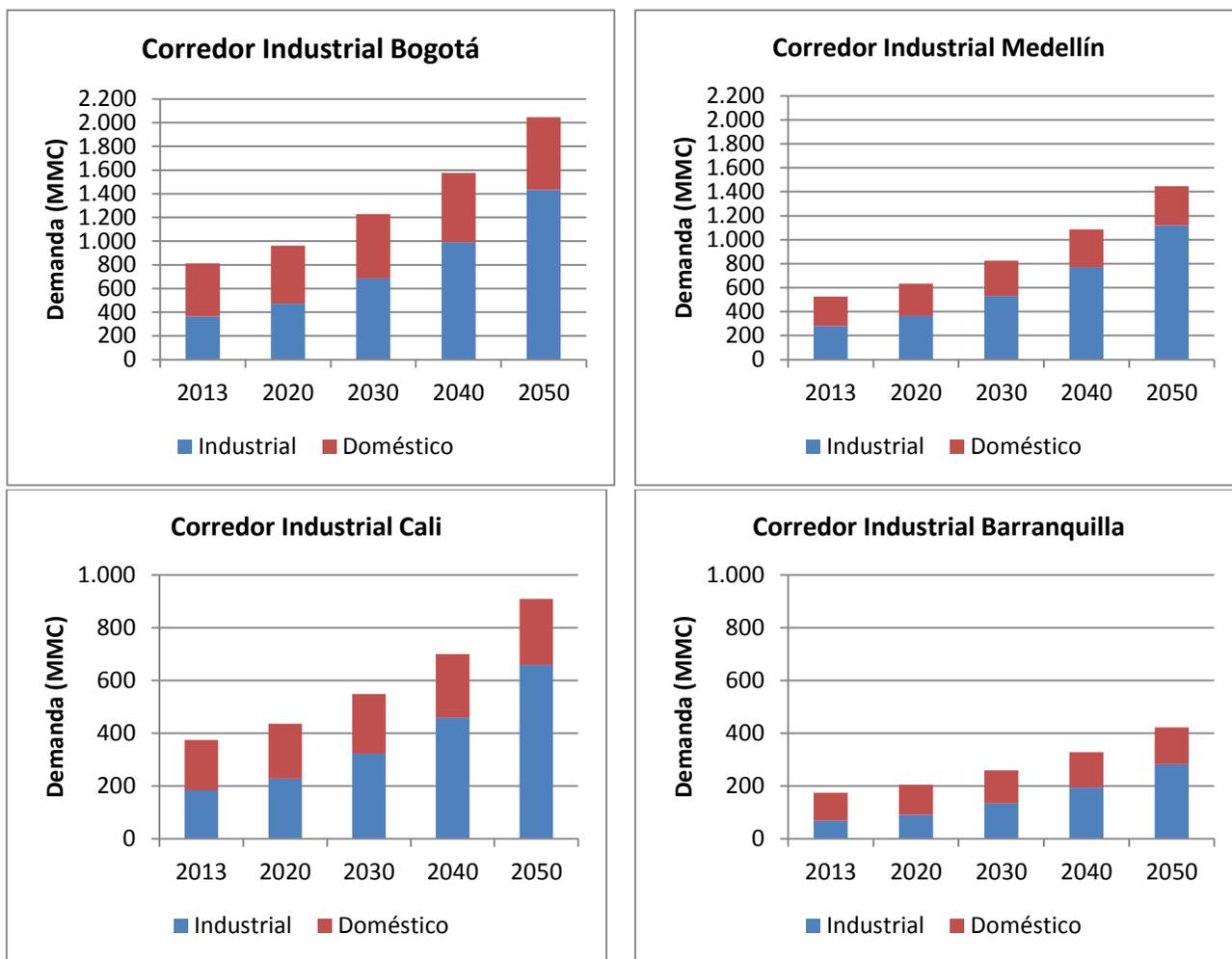
Ilustración 3.1. Población en los Corredores Industriales y en la Macrocuena

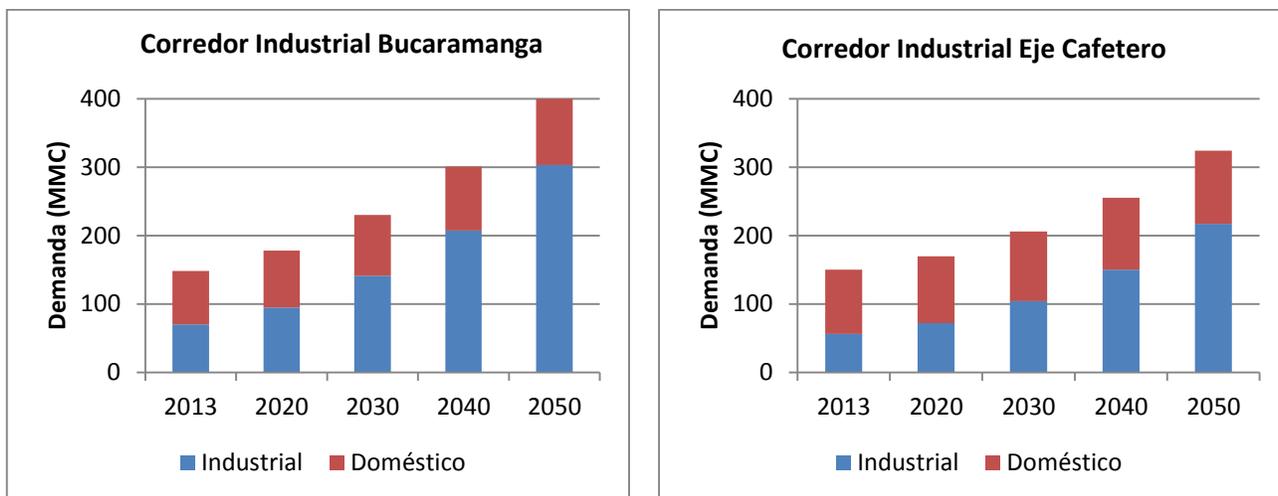


Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de DANE

Como lo indica la ilustración anterior, la concentración del PIB Industrial aumenta con el crecimiento de la población. Es de esperarse que un comportamiento similar ocurra con respecto a la demanda de agua. La siguiente ilustración presenta la proyección tendencial de la demanda de agua industrial y doméstica para algunos corredores industriales.

Ilustración 3.2. Demanda Doméstica e Industrial por Corredor Industrial





Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de DANE, IDEAM

La Ilustración 3.64 muestra que los 6 corredores industriales descritos en la sección de consideraciones técnicas generan el 85% del PIB industrial de la Macrocuenca.

3.3.2.4 Posibilidades de acción

Para garantizar una demanda de agua racional y coherente con la oferta hídrica superficial disponible se plantean cuatro posibilidades de acción:

- Controlar las pérdidas en los sistemas de abastecimiento.
- Implementar programas de uso “Eficiente y Ahorro del Agua”
- Desarrollar infraestructura de almacenamiento y/o transporte desde subzonas con oferta hídrica superficial disponible.
- Mejorar el conocimiento y las tecnologías de aprovechamiento de agua subterránea.

El control de pérdidas de agua está relacionado directamente con las pérdidas técnicas en el sistema de acueducto que corresponden a la diferencia de volumen que existe entre el volumen del agua captada y el volumen de agua entregada al usuario.

Según el Reglamento Técnico del Sector de Agua potable y Saneamiento Básico (RAS), los porcentajes máximos admisibles de pérdidas técnicas para sistemas que no tengan registros de su sistema de acueducto, se pueden resumir en la Tabla 26.

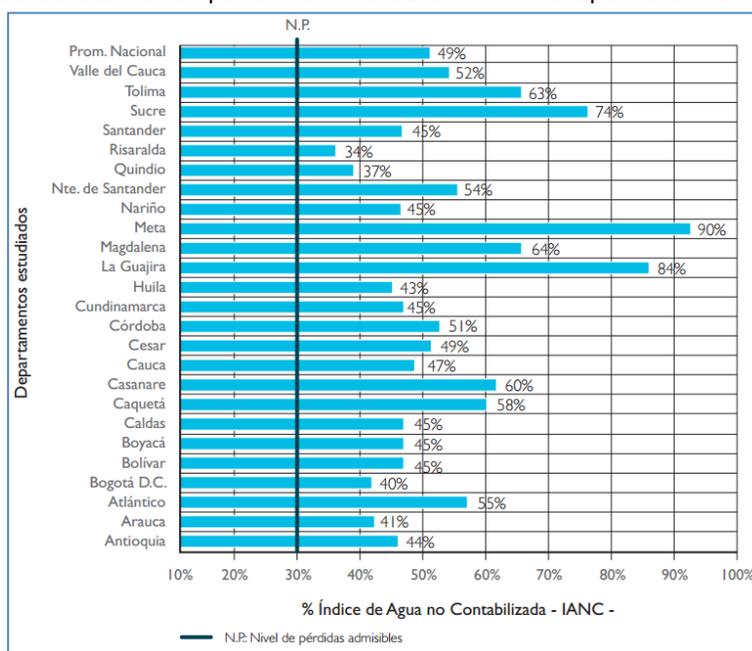
Tabla 26. Porcentajes máximos admisibles de pérdidas técnicas

Nivel de complejidad del sistema	Porcentajes máximos admisibles de pérdidas técnicas para el cálculo de la dotación bruta
Bajo	40%
Medio	30%
Medio alto	25%
Alto	20%

Fuente: Reglamento Técnico del Sector de Agua potable y Saneamiento Básico (CONPES3320, Estrategia para el Manejo Ambiental del Río Bogotá, 2005)

Otro índice de interés para la pérdida de agua es el índice de agua no contabilizada (IANC). Según el artículo 2.4.3.14 de la Resolución 151 de 2001 expedida por la CRA, se establece que el índice de agua no contabilizada (IANC) no debe superar el 30%: “El IANC mide el grado de control que tienen las empresas sobre el recurso, es decir, se considera como un parámetro de eficiencia técnica de los prestadores de servicio del acueducto” (Comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico, 2005). Pese a esto, hoy en día el porcentaje del país se encuentra en 49% (SSPD, 2010). Es importante aclarar que este indicador no hace diferencia entre las pérdidas técnicas y las pérdidas comerciales y por esto no se puede solicitar una acción específica al prestador de servicios; sin embargo, si permite una aproximación más clara sobre las pérdidas totales que se están dando en el sistema. Esta información se discrimina por departamento en la Ilustración 65.

Ilustración 65. Comportamiento del IANC en Colombia para el año 2009



Fuente: Superintendencia de Servicios Públicos Domésticos. (SSPD, 2010)

Otra estrategia viable para garantizar una demanda coherente con la oferta es la implementación de políticas para el uso eficiente del recurso hídrico. La ley 373 de 1997, indica la creación del Programa del “Uso Eficiente y Ahorro del Agua”. En el artículo 1 se define el programa como: “los proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico”.

Este programa compromete a las entidades ambientales y demás entidades competentes a realizar las estrategias de uso eficiente del recurso así como su regulación, pérdidas por la distribución y seguimiento a las empresas para que cumplan lo pactado en la ley.

Las entidades competentes realizan guías para la implementación del programa dependiendo de su jurisdicción, por ejemplo, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) publicó una guía como instrumento de acompañamiento, diagnóstico y estrategias para el uso eficiente del agua para los distintos sectores productivos que le competen. (CAR, 2006)

Como se observa para el tema de los programas de uso eficiente y ahorro del agua, en el país ya existen los instrumentos para implementarlos, así como entidades que asesoran al respecto, la ruta a seguir sería entonces fortalecer estos programas para disminuir efectivamente la demanda del recurso hídrico.

3.3.2.5 Escenarios de desarrollo

Para responder a la pregunta de cómo cambiaría la demanda por sector en los próximos 40 años se plantearon 3 diferentes escenarios: Optimista, probable y pesimista.

Para el caso del escenario *optimista* se plantea una situación en donde se presenta un índice de agua no contabilizada- IANC del 30% según la reglamentación colombiana, lo que mejora notablemente los sistemas de abastecimiento de agua. Además con el fortalecimiento de los programas de ahorro y uso eficiente del agua, se logra disminuir el consumo de agua de los hogares hasta en un 25%, y el consumo de agua industrial hasta en un 15%.

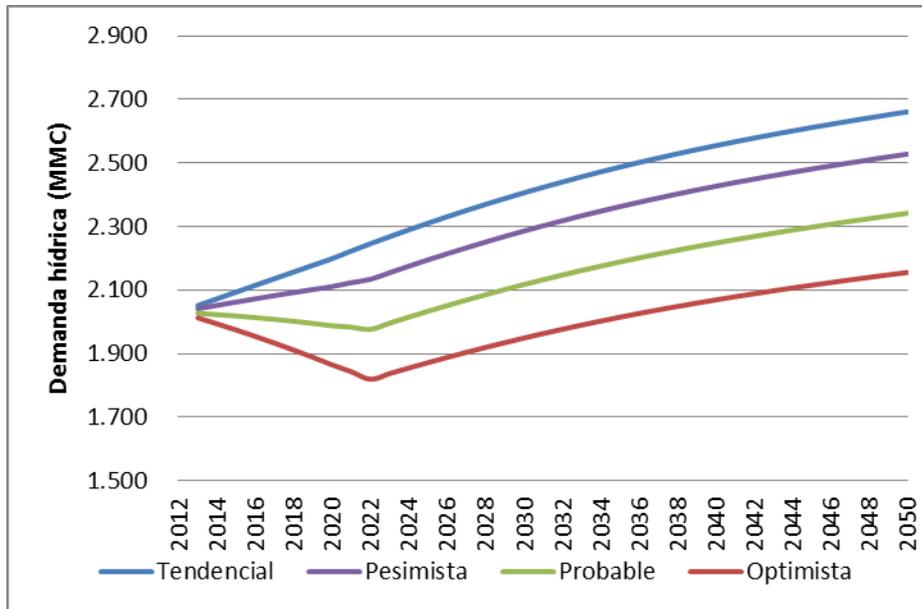
Para el caso del escenario *probable* se plantea una situación en donde se presenta un índice de agua no contabilizada- IANC del 37%. Adicional a esto los programas de ahorro eficiente logran reducir el consumo de los hogares hasta en un 15% y del sector industrial hasta el 10%.

Para el caso del escenario *pesimista* se plantea una situación en donde se presenta un índice de agua no contabilizada- IANC del 44%. Adicional a esto los programas de ahorro eficiente logran reducir el consumo de los hogares hasta en un 5% y del sector industrial hasta el 5%.

Vale la pena aclarar que esta modelación se realizó teniendo en cuenta que las mejoras se producirían en los próximos 10 años. Luego de estos 10 años la demanda va a seguir su comportamiento tendencial, es decir sin ningún tipo de mejora

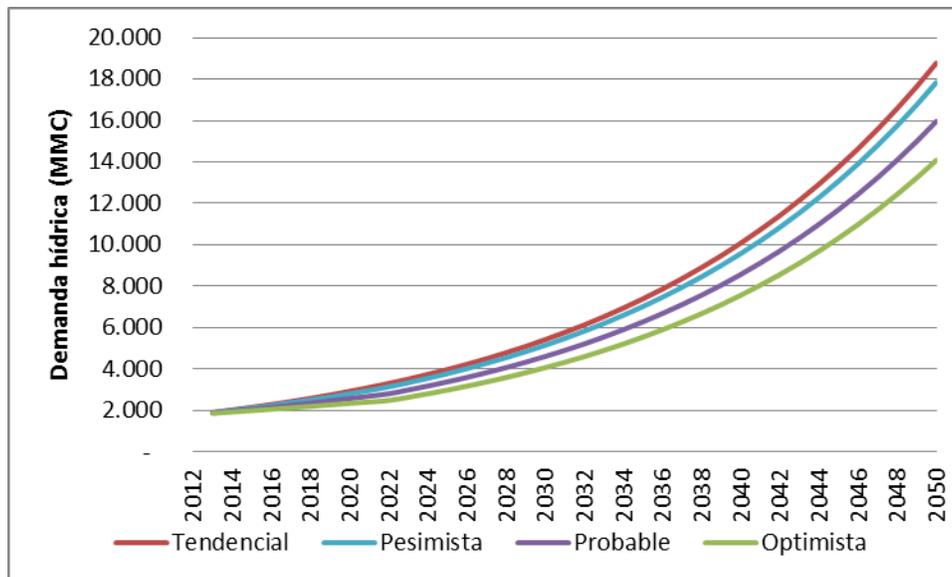
A continuación se presentan los resultados de esta modelación para cada sector.

Ilustración 66. Modelación de la demanda hídrica doméstica



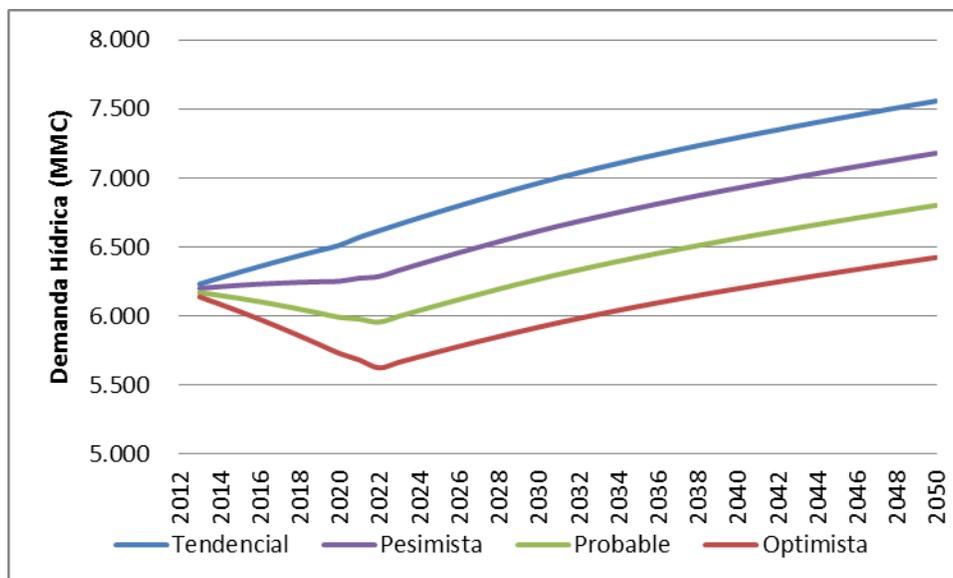
Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Ilustración 67. Modelación de la demanda hídrica industrial



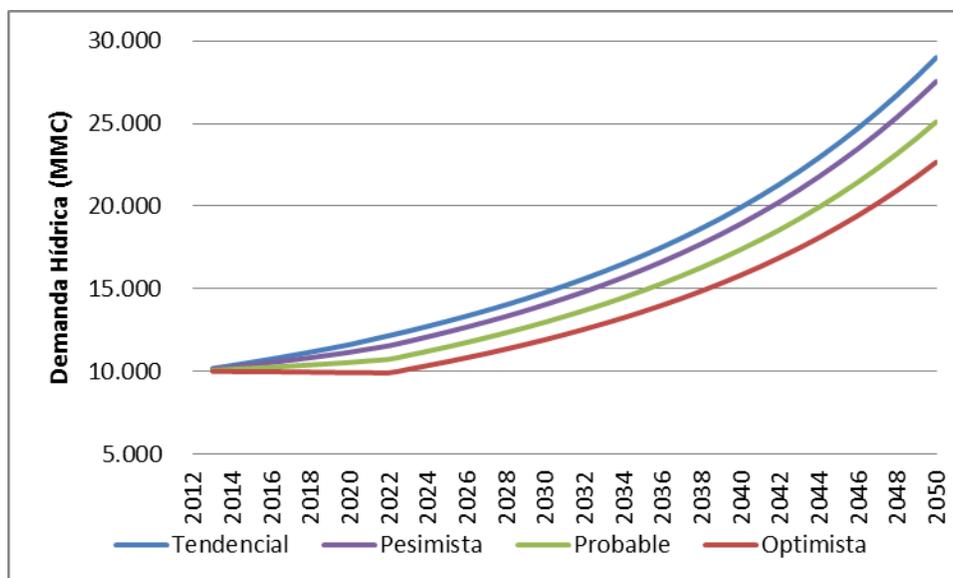
Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Ilustración 68. Modelación de la demanda hídrica agropecuaria



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Ilustración 69. Modelación de la demanda hídrica total



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

En cuanto a la demanda del sector doméstico, en la Ilustración 66 se observa como las mejoras en el IANC y el ahorro a nivel hogar pueden llegar a disminuir la demanda hasta en 1000 millones de metros cúbicos, y aún una mejora probable alcanza a disminuir la demanda moderadamente. Por otro lado, la demanda industrial no va a alcanzar a disminuir ni siquiera en el escenario optimista, lo que ocurre con esta demanda es que en vez de disminuir crece más lentamente (Ilustración 67). Ahora, la demanda agropecuaria se comporta de manera similar a la doméstica, de manera que hasta las mejoras pesimistas logran disminuir la demanda en los próximos 10 años. A nivel de la demanda total se observa que la demanda va a crecer desaceleradamente para los escenarios pesimista y probable y va casi que a mantenerse constante en el caso del optimista. En términos

generales valdría la pena apostarle a la disminución de pérdidas técnicas y al fortalecimiento de los programas de ahorro y uso eficiente de agua.

De igual forma, se tuvo en cuenta la modelación de escenarios específicos para el Sector Doméstico, Industrial y Agropecuario, considerando: (1) Escenarios para la reducción de pérdidas técnicas y aumento de la eficiencia en el uso del agua en centros poblados medianos y pequeños, (2) Escenarios para la implementación de políticas de ahorro de agua en corredores industriales, y (3) Escenarios de estimación de la demanda de área para el sector agropecuario.

Dicho análisis se desarrolla a continuación:

3.3.2.5.1 Sector Doméstico: escenarios para la reducción de pérdidas técnicas y aumento de la eficiencia en el uso del agua en centros poblados medianos y pequeños

La dinámica de la demanda doméstica de agua en los centros poblados medianos (entre 100.000 y 1.000.000 de habitantes) y pequeños (menos de 100.000 habitantes) se modeló incluyendo dos factores: mejoras en el control de pérdidas en los sistemas de abastecimiento², mejoras en la eficiencia en el uso del agua a nivel de hogares. Estas dos oportunidades de mejoramiento se plantearon en tres escenarios que se presentan a continuación junto con el escenario tendencial.

Tabla 27. Escenarios de desarrollo propuestos para el sector doméstico en centros urbanos medianos y pequeños

Escenario	Características Principales
Optimista	<ul style="list-style-type: none"> • El IANC medio es del 30%. Esto correspondería al cumplimiento de la reglamentación colombiana. • Reducción del consumo de los hogares en un 20% • Estos cambios suceden en un periodo de 10 años.
Probable	<ul style="list-style-type: none"> • El IANC medio es de 37% • Reducción del consumo de los hogares en un 15% • Estos cambios suceden en un periodo de 10 años.
Pesimista	<ul style="list-style-type: none"> • El IANC medio actual del país se mantiene en 44%. • Reducción del consumo de los hogares en un 5% • Estos cambios suceden en un periodo de 10 años.
Tendencial	Escenario que proyecta el comportamiento de la demanda de agua según los patrones de consumo actual y de acuerdo a las proyecciones de crecimiento de los sectores industriales y de la población.

Fuente: UT Macrocuencas

Los resultados de la modelación de la dinámica de la Demanda Doméstica bajo los escenarios propuestas se presentan en la siguiente gráfica.

² Calculado mediante las mejoras en el índice de agua no contabilizada (IANC)

Ilustración 70. Demanda en Centros urbanos pequeños

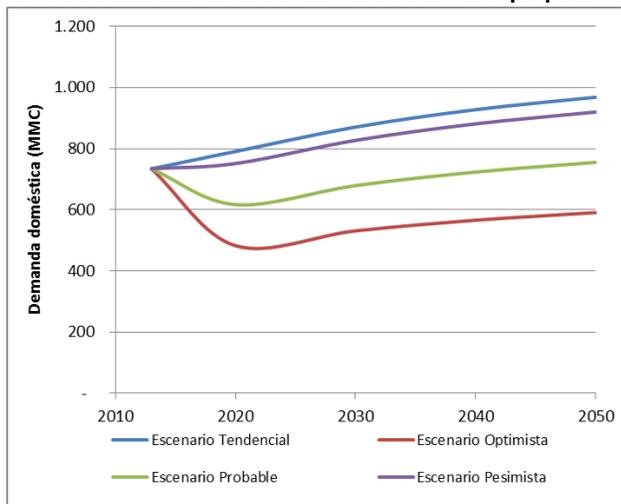
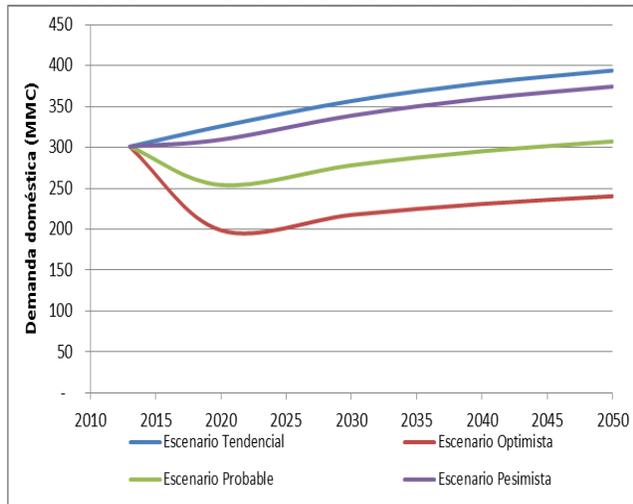


Ilustración 71. Demanda en Centros urbanos medianos



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de DANE, IDEAM

De acuerdo con la Ilustración 70 el escenario tendencial muestra que el consumo de agua en centros urbanos llegará a cerca de 1000 millones de metros cúbicos (MMC) en el 2050. Como puede apreciarse en esta gráfica, reducciones pequeñas en el IANC (menores al 5%) conducen a reducciones pequeñas de la demanda total de agua.

La línea verde de la Ilustración 70 presenta el escenario probable. Bajo este escenario se mantendría la demanda en los niveles actuales en virtud de reducciones de pérdidas técnicas en los sistemas de abastecimiento y de reducciones en las tasas de consumo de hasta un 15% en los hogares.

De acuerdo con la Ilustración 71 el consumo de agua en los centros urbanos medianos podría llegar a ser menor que los niveles de demanda actuales si se logran reducciones superiores a 37% en las pérdidas técnicas de los sistemas de abastecimiento, y si se logran disminuciones de las tasas de consumo de los hogares de hasta el 20%. Niveles de cambio como los descritos asegurarían el abastecimiento de las poblaciones de estos centros urbanos.

3.3.2.5.2 Sector Industrial: escenarios para la implementación de políticas de ahorro de agua en corredores

En la Macrocuena Magdalena Cauca se encuentran 6 corredores industriales que generan el 85% del PIB industrial total de la Macrocuena.

Consecuentemente, esos corredores industriales concentran la mayor parte de la demanda de agua industrial y doméstica. En conjunto demandan un total de 2.185 millones de metros cúbicos (MMC) en el 2013. Se estima que esa demanda crecerá hasta 5.550 MMC en el año 2050. De acuerdo con los análisis realizados mediante el modelo de dinámica de sistemas, el crecimiento de la demanda industrial es mayor al de la demanda doméstica; y en el 2050 la demanda industrial representará el 36% de la demanda total de los corredores industriales.

De acuerdo con lo anterior, las oportunidades de cambio en las tendencias de demanda de agua en los corredores industriales se centrarían en:

- Cambios en los patrones de consumo de los hogares.
- Aumento en la eficiencia (productividad) en el uso de agua industrial.

La información disponible sobre el uso industrial del agua, y la colectada a lo largo de los talleres regionales indican que se han logrado reducciones importantes en los índices de pérdidas en los sistemas de abastecimiento de agua industrial. Por lo anterior, pareciera existir poco espacio para la reducción de pérdidas en estos sistemas de abastecimiento.

Se modelaron entonces tres escenarios teniendo en cuenta cambios mejoramientos en la eficiencia del uso del agua y el ahorro en los sectores industriales y domésticos. Estos tres escenarios se presentan a continuación.

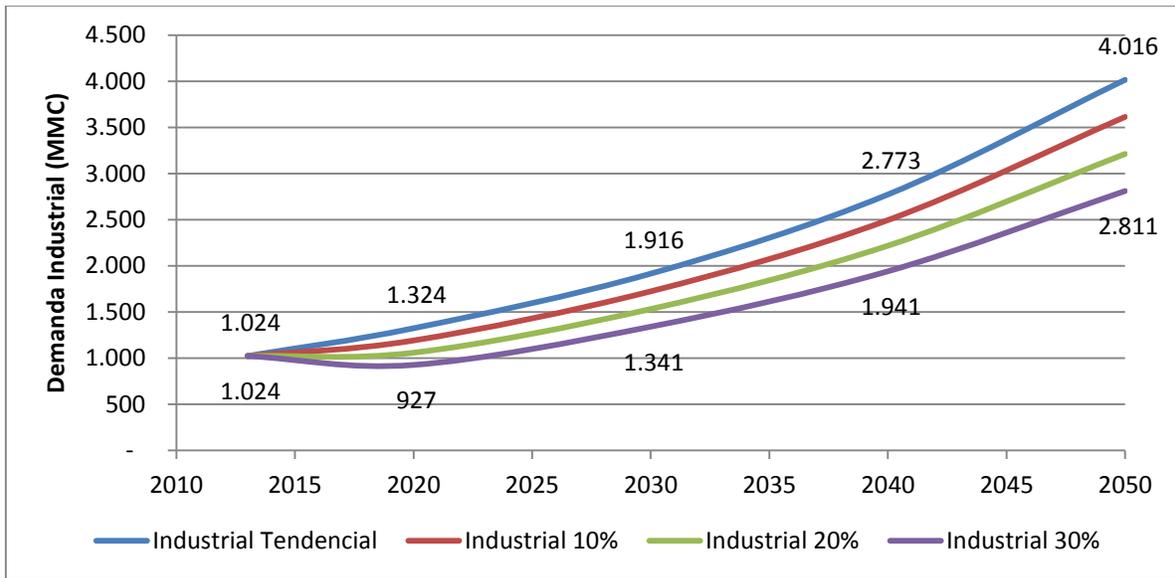
Tabla 28. Escenarios de desarrollo propuestos para el sector industrial y doméstico

Escenario	Características Principales
Optimista	<ul style="list-style-type: none"> • Se reduce el consumo por hogar en un 25%. • Se reduce el consumo por unidad de producto en un 30%. • Estos cambios se alcanzarán en un periodo de 10 años.
Probable	<ul style="list-style-type: none"> • Se reduce el consumo por hogar en un 15%. • Se reduce el consumo por unidad de producto en un 20%. • Estos cambios se alcanzarán en un periodo de 10 años.
Pesimista	<ul style="list-style-type: none"> • Se reduce el consumo por hogar en un 5%. • Se reduce el consumo por unidad de producto en un 10%. • Estos cambios se alcanzarán en un periodo de 10 años.
Tendencial	<ul style="list-style-type: none"> • Escenario que proyecta el comportamiento de la demanda de agua según los patrones de consumo actual, y de acuerdo a las proyecciones de crecimiento de los sectores industriales y de la población.

Fuente: UT Macrocuencas

Los resultados de la modelación de la dinámica de la Demanda Industrial bajo estos tres escenarios, más el escenario tendencial, se presentan en la siguiente gráfica.

Ilustración 72. Escenarios de Demanda Industrial en Corredores Industriales

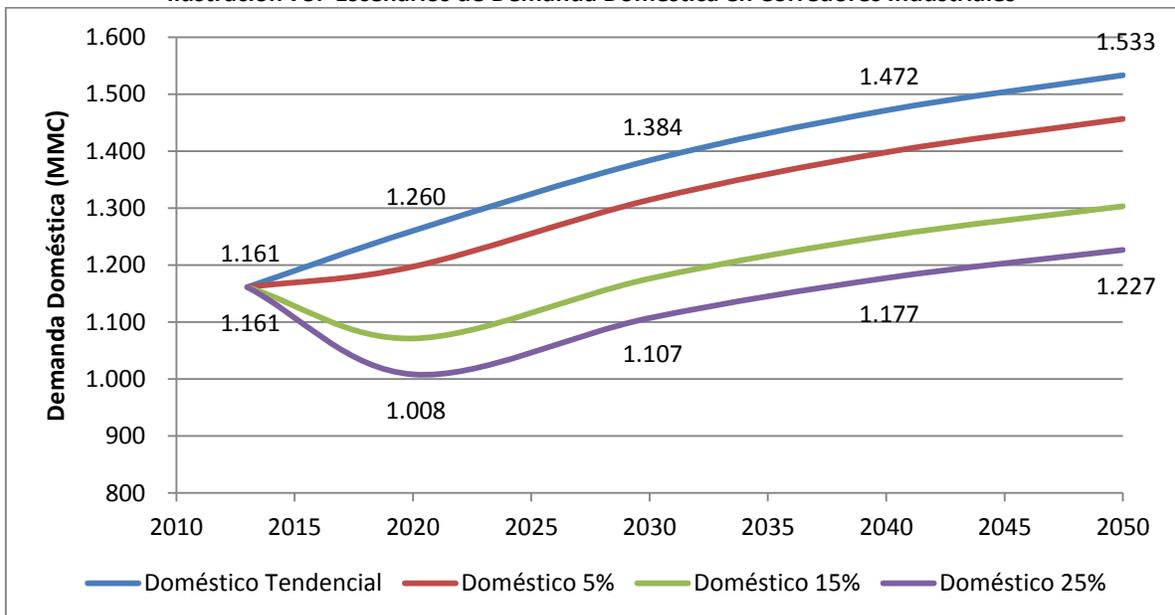


Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de DANE, IDEAM

La diferencia entre el escenario tendencial y el escenario en el que se mejora la productividad del agua en un 30% es de cerca de 1.200 millones de metros cúbicos (MMC) en el año 2050. Como lo muestra la siguiente ilustración, esta reducción es comparable al consumo total del sector doméstico en el caso del escenario optimista (ahorro del 20%), que será de 1.227 MMC en el 2050.

Los resultados de la dinámica de la Demanda Doméstica bajo estos tres escenarios, más el escenario tendencial, se presentan en la siguiente gráfica.

Ilustración 73. Escenarios de Demanda Doméstica en Corredores Industriales



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de DANE, IDEAM

Como se observa en la ilustración anterior, la diferencia en el consumo de agua doméstica entre los dos escenarios extremos (tendencial y disminución del 25%) podría ser de 306 MMC para el año 2050. Esta diferencia representa el 26% del consumo actual (1.161 MMC en el 2013) del sector doméstico. Esto sugiere la necesidad de priorizar soluciones de ahorro y uso eficiente del agua no sólo para el sector industrial sino también en el doméstico.

3.3.2.5.3 Sector Agropecuario: escenarios de estimación de la demanda de área

De acuerdo a los cálculos realizados por la UT Macrocuencas con información de IDEAM, IGAC y Cormagdalena, para el año 2020, más del 50% de las subzonas tendrían alta presión por aumento en la demanda de área para producción agropecuaria, mientras que para el año 2050, 90 de las 103 subzonas de la Macrocuenca estarían con presión en la reducción de la cobertura natural.

Así mismo, de mantenerse las tendencias actuales de productividad, consumos agropecuarios y crecimientos de población e industria, en la Macrocuenca las áreas bajo cobertura natural estarían en riesgo de disminución; y se pasaría de 10 a 6,8 millones de hectáreas bajo cobertura natural en el 2050. Esto equivaldría a una reducción de cerca del 32% en 40 años.

Teniendo en cuenta esta información y los aportes de los centenares de asistentes a los 18 talleres desarrollados a lo largo de la Macrocuenca, se presentan los cambios a efectuar en términos de productividad agropecuaria con el fin de disminuir la presión sobre las áreas naturales remanentes en la Macrocuenca.

La elaboración del modelo de dinámica de sistemas permitió obtener posibles escenarios de cobertura vegetal para cada una de las subzonas hidrográficas y para la Macrocuenca en su conjunto, a la vez que facilitó la identificación de escenarios de desarrollo deseado. Para esto, se tuvo en cuenta tres criterios principales: las productividades actuales nacionales, los cambios en productividad según la experiencia internacional y los aportes de las regiones durante los talleres. A continuación se resume la información cuantitativa más relevante para la construcción de esos escenarios.

- Los cultivos permanentes que ocupan una mayor área sembrada son: el café (28,55% del total de cultivos), plátano (14,16%) y palma de aceite (13,65%). La siguiente tabla presenta los rendimientos por hectárea de estos y de otros cultivos importantes (DANE, 2011).

Tabla 29. Rendimientos de los principales cultivos en Colombia

Cultivo	Tipo	Rendimiento (Ton/ha.)
Café	Permanente	1,1
Plátano	Permanente	10
Palma de aceite	Permanente	4
Caña	Transitorio	7,2
Yuca	Transitorio	14,3
Cacao	Permanente	0,5
Banano	Permanente	25,8

Fuente: (DANE, 2011)

- La caña de azúcar es el principal cultivo transitorio del país. El promedio del rendimiento nacional según el DANE es de 7,2 Ton/ha (DANE, 2011). De acuerdo con ASOCAÑA, el rendimiento en la región del Valle del Cauca alcanza 14 Ton/ha (ASOCAÑA, 2012)
- El sector ganadero presenta una producción de carne de 197 kg/animal/año, que es menor al promedio mundial de 204 kg/animal (Vergara, 2010). Y la densidad media de animales por hectárea es cercana a 0,6 Unidades de gran ganado- UGG/ha. Estos valores indican que existe espacio significativo para el aumento de la eficiencia. En el caso de Brasil la capacidad de carga se incrementó de 0,5 a 0,9 UGG/ha (aumento del 80%) (de Faccio Carvalho, s.f).

Con base en lo anterior, los escenarios construidos se presentan a continuación:

Tabla 30. Escenarios de desarrollo propuestos

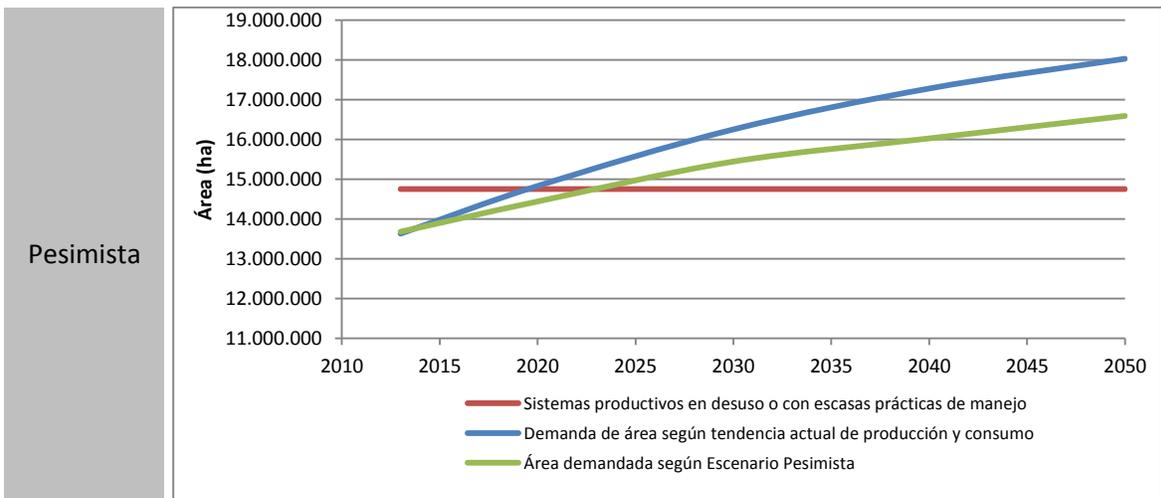
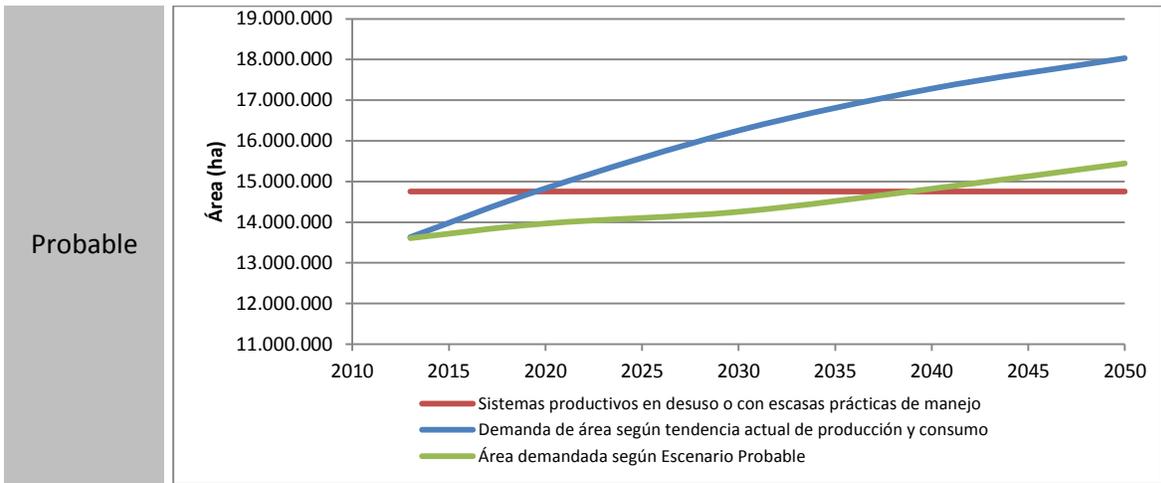
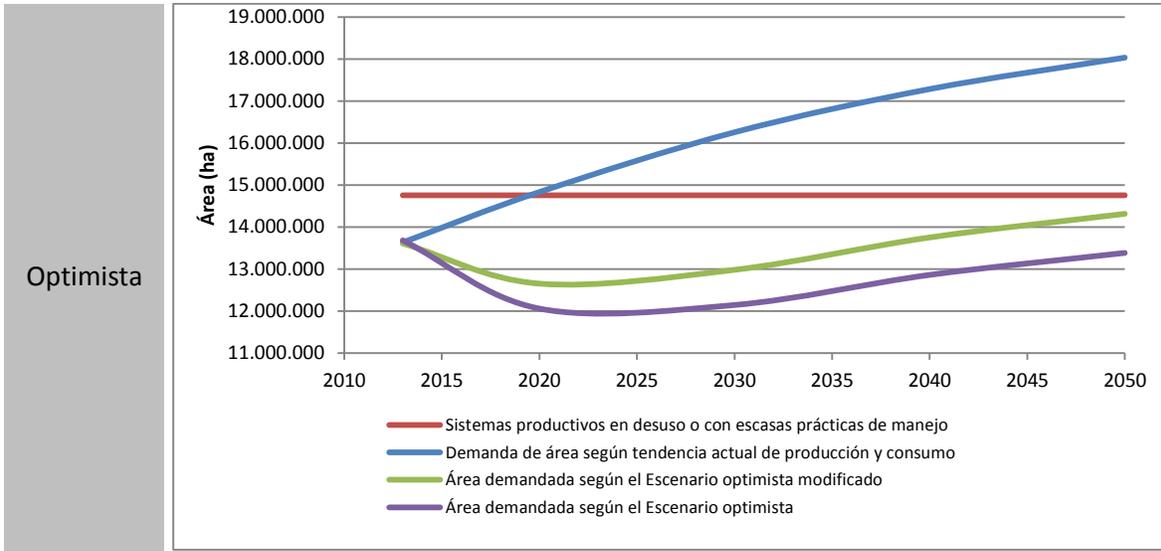
Escenario	Características Principales
Optimista	Las productividades mejoran en todos los sectores pasando de las productividades actuales a la mejor productividad observada nacionalmente. El sector ganadero experimenta incrementos en productividad de hasta el 30%, los cultivos transitorios de hasta el 20% y los permanentes de hasta el 30%. Las mejoras se producen gradualmente durante la próxima década.
Probable	Las productividades mejoran en todos los sectores con aumentos de que van hasta el 20% en el sector ganadero, el 10% en cultivos transitorios y el 15% en cultivos permanentes. Las mejoras se producen gradualmente durante las próximas dos décadas.
Pesimista	Las productividades mejoran en todos los sectores pasando de las productividades actuales a productividades que van hasta el 10% en el sector ganadero, 5% en cultivos transitorios y 10% en cultivos permanentes. Las mejoras se producen gradualmente durante las próximas tres décadas.

Fuente: UT Macrocuencas

A continuación se presentan los resultados de la modelación del cambio de las áreas agropecuarias bajo los diferentes escenarios de cambio de productividad. Vale la pena resaltar que las metas de productividad en cada escenario se ajustaron con base en la retroalimentación de los talleres de análisis estratégico.

Bajo el escenario optimista se aseguraría que la cobertura natural actual se mantenga, o mejore. Bajo el escenario probable y pesimista, y asumiendo que no se acude a la importación de alimentos, en los años 2020 y 2040 sería necesario transformar ecosistemas naturales para suplir la demanda de alimentos.

Ilustración 74. Cambio de áreas agropecuarias en los diferentes escenarios

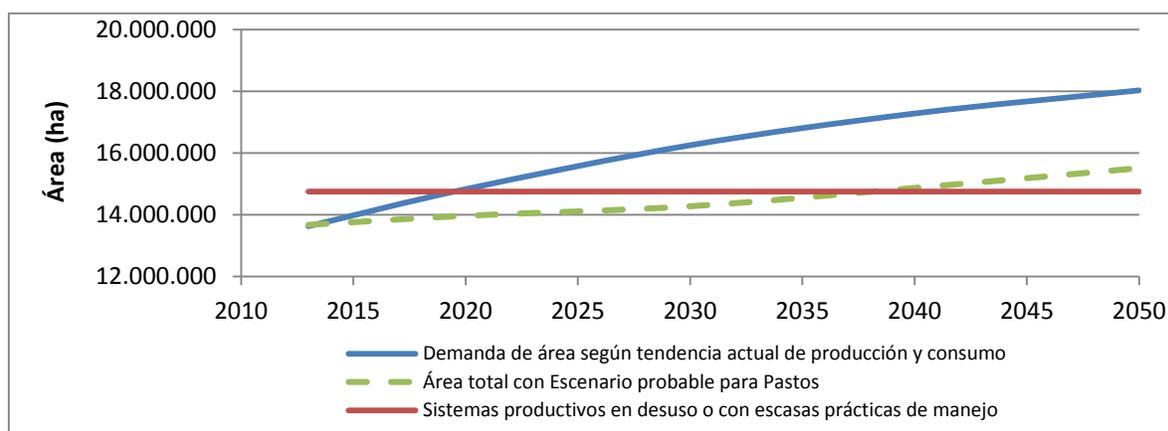


Fuente: UT Macrocuencas

Ahora bien, con base en esta modelación de escenarios se pueden estimar la demanda de áreas que serían necesarias para cultivos permanentes, transitorios y pastos. Esto permite determinar las actividades productivas que generarían mayor presión sobre los ecosistemas naturales.

Aumentar la productividad del sector granadero en un 20%, es decir pasar de tasas de ocupación de 0,6 animales por hectárea a 0,72 animales por hectárea tendría un efecto muy importante sobre la demanda de área agropecuaria en la Macrocuencia. Se pasaría de una área total requerida de 18,032 millones de hectáreas a un área de 15,515 millones hectáreas en el año 2050. En otras palabras, se liberarían cerca de 2,5 millones de hectáreas.

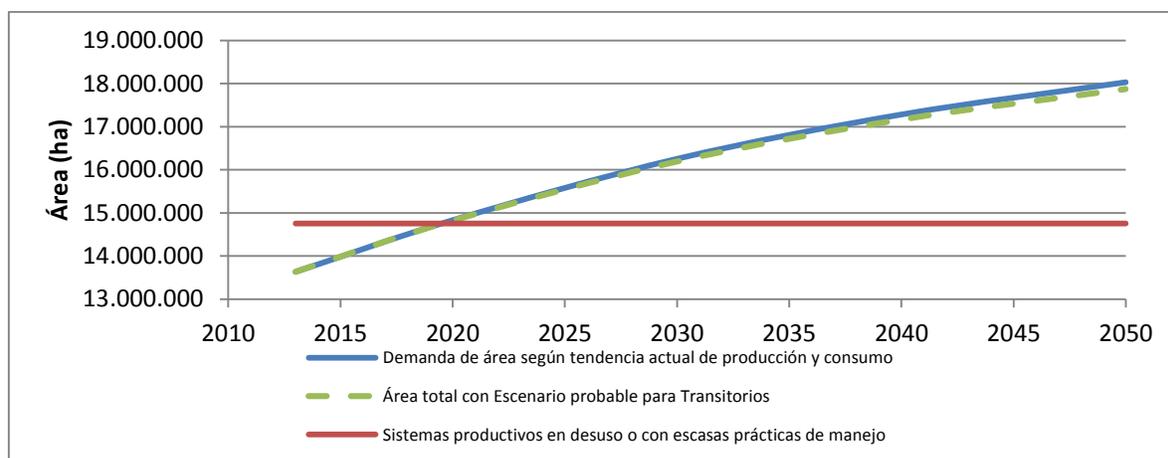
Ilustración 75. Escenarios de demanda de área según tendencia de producción y consumo actual con cambio en pastos



Fuente: UT Macrocuencas

Aumentar la productividad del 10% en cultivos transitorios, es decir pasar de tasas de producción promedio de 10,75 ton/ha a 11,8 ton/ha, tendría un efecto muy menor sobre la demanda de área agropecuaria en la Macrocuencia. En ese caso, se pasaría de un área total requerida de 18,032 millones de hectáreas a un área de 17,877 millones de hectáreas, en el año 2050. Es decir, la reducción en la demanda de área adicional solo sería de tan solo de 200.000 hectáreas.

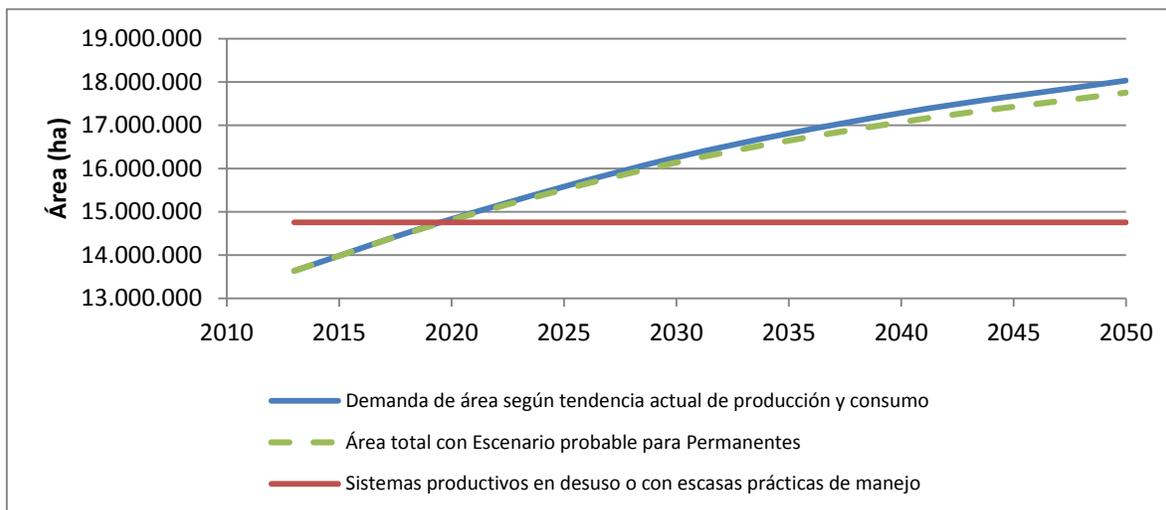
Ilustración 76. Escenarios de demanda de área según tendencia de producción y consumo actual crecimiento tendencial con cambio en cultivos transitorios



Fuente: UT Macrocuencas

El aumento de la productividad del 15% en cultivos permanentes, pasando de rendimientos de promedio de 13,15 ton/ha a 15,12 ton/ha, disminuiría el área total requerida de 18,032 millones de hectáreas a 17,755 millones de hectáreas en el año 2050. Es decir, la reducción en la demanda de área adicional solo sería de tan solo cerca de 250.000 hectáreas.

Ilustración 77. Escenarios de demanda de área según tendencia de producción y consumo actual con cambio en cultivos permanentes



Fuente: UT Macrocuencas

Con base en lo anterior, se observa que un cambio en la productividad de las áreas en ganadería generaría la mayor reducción (14%) en la demanda de área total requerida en el 2050 y el impacto de los aumentos en productividad de los cultivos transitorios y permanentes sería menor. Por consiguiente, se concluye que el área de pastos corresponde al área más susceptible a cambio. En todo caso, debe tenerse presente que mejoras en la productividad y en la eficiencia de cultivos transitorios y permanentes podrían traer consecuencias significativas en cuanto a la eficiencia de la productividad del agua (toneladas de alimentos por metro cúbico de agua de riego).

3.3.3 Calidad hídrica

3.3.3.1 Contaminación

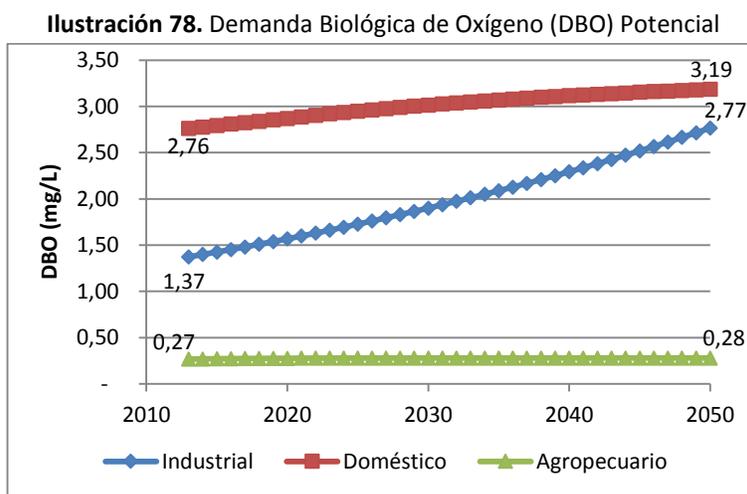
3.3.3.1.1 Emisión de sustancias contaminantes

El vertimiento de sustancias contaminantes a los cuerpos de agua puede llegar a disminuir la oferta disponible para las actividades domésticas, agropecuarias e industriales. Se realizó un análisis de la carga contaminante potencial por subzona incluyendo los agentes contaminantes prioritarios. Este análisis de carga contaminante potencial muestra que el desarrollo industrial y el crecimiento de las poblaciones podrían conducir en algunas subzonas a niveles de contaminación hídrica que podrían limitar severamente el uso del agua.

A continuación se presentan las proyecciones de la concentración de los contaminantes de interés que se vierten a los cauces de la Macrocuenca. Las concentraciones presentadas corresponden a los vertimientos potenciales de contaminantes. Esto sin tener en cuenta la posible instalación de

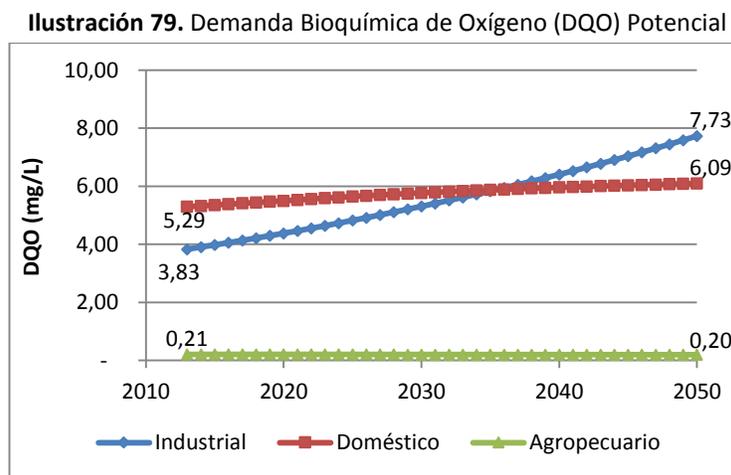
sistemas de tratamiento de aguas residuales. La remoción se analizará en la sección de escenarios de desarrollo como "Escenario de Remoción".

En primer lugar se estima que, entre el 2013 y el 2050, la descarga de demanda Biológica de Oxígeno (DBO) en el Sector Doméstico va a aumentar ligeramente (16%); y muy significativamente (102%) en el Sector Industrial. Sin embargo el aporte, en términos absolutos, del Sector Doméstico es siempre mayor.



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

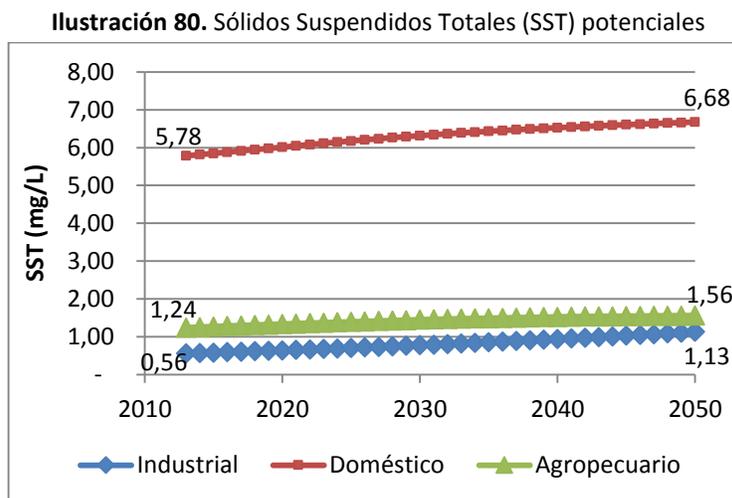
En segundo lugar se estima que, entre el 2013 y el 2050 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DQO) va a crecer de significativamente para el Sector Industrial (102%) y paulatinamente para el Sector Doméstico (15%). Se proyecta que, entre los años 2030 y 2040, el Sector Industrial va a superar al Doméstico en sus descargas de DQO.



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

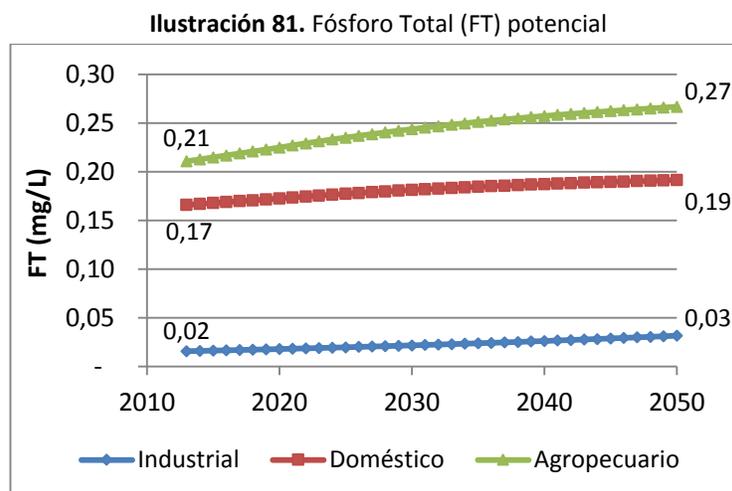
En tercer lugar se presenta la concentración de los Sólidos Suspendidos Totales (SST) los cuales provienen en su mayoría del Sector Doméstico. El aporte del Sector Industrial y Agropecuario es

mucho menor. Para el 2050 se proyecta un crecimiento del 16% en el Sector Doméstico para este contaminante, del 26% en el Sector Agropecuario y del 102% en el Sector Industrial.



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

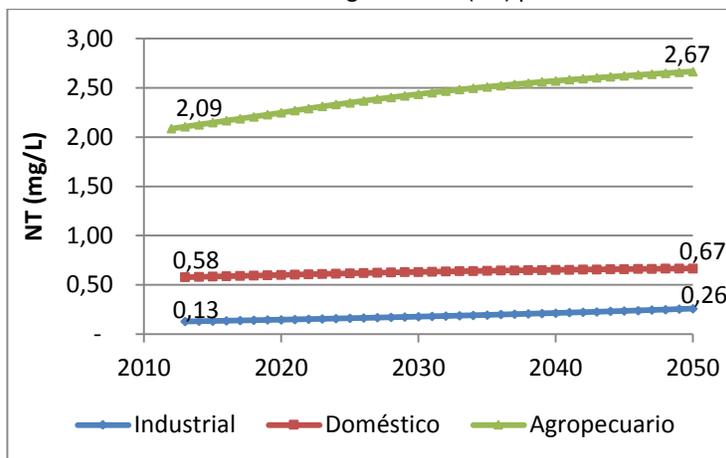
En cuarto lugar se presenta la carga de Fósforo Total (FT) que es aportada en su mayoría por el Sector Agropecuario. Se proyecta, para el 2050 un crecimiento moderado del aporte del Sector Doméstico (12%), un crecimiento alto para el Sector Industrial (50%), e intermedio para el Agropecuario (29%). El Sector Agropecuario es y seguirá siendo el sector de mayores descargas.



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

En quinto lugar se presenta la carga de Nitrógeno Total (NT) que es aportada en su mayoría por el Sector Agropecuario. Se proyecta, para el 2050, un crecimiento moderado del aporte del Sector Doméstico (16%). Un crecimiento significativo para el Sector Industrial (100%) e intermedio para el Sector Agropecuario (28%). El Sector Agropecuario es y seguirá siendo el sector de mayores descargas.

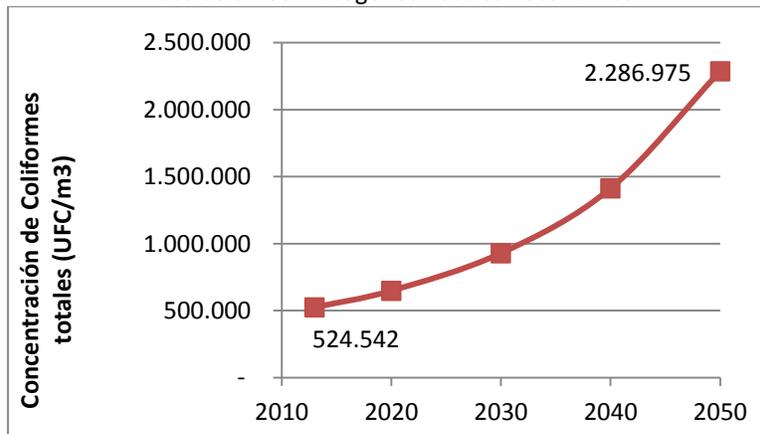
Ilustración 82. Nitrógeno Total (NT) potencial



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

Ahora, un contaminante de interés sanitario es el indicador de patógenos en el agua residual. Este indicador se calcula por medio de una estimación de la carga típica en las aguas residuales, la cual se multiplica por las aguas residuales vertidas por el sector doméstico e industrial. Esta estimación se muestra en la siguiente ilustración. Si no se tratan las aguas residuales, el comportamiento de los patógenos (Coliformes) dentro de los próximos 37 años crecerá de forma acelerada pasando de 524 millones de patógenos/m³ a 2286 millones de patógenos/m³. Como valor de referencia se tiene en cuenta que la concentración de coliformes máxima admisible para el riego de cultivos es 50 millones de patógenos/m³ (Torres, Camacho, & Rodriguez, 2008).

Ilustración 83. Patógenos Totales Potenciales

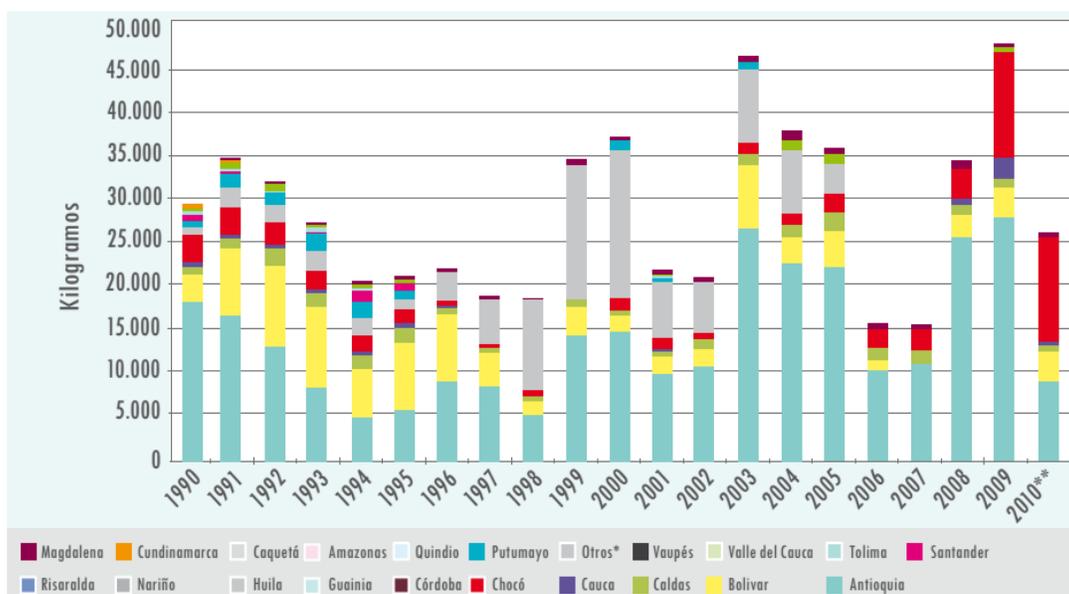


Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Torres, Camacho, & Rodriguez, 2008) y (Alianza por el agua, 2007)

3.3.3.1.2 Explotación de oro

El crecimiento en la producción de oro no ha sido constante. Las principales variables que determinan el volumen de producción son las políticas del gobierno, las tendencias de los precios en el mercado internacional y la disponibilidad de nuevas tecnologías que permiten aumentos en la recuperación del mineral (UPME, 2010). La producción de oro a nivel nacional se muestra a continuación.

Ilustración 84. Producción de oro a nivel nacional

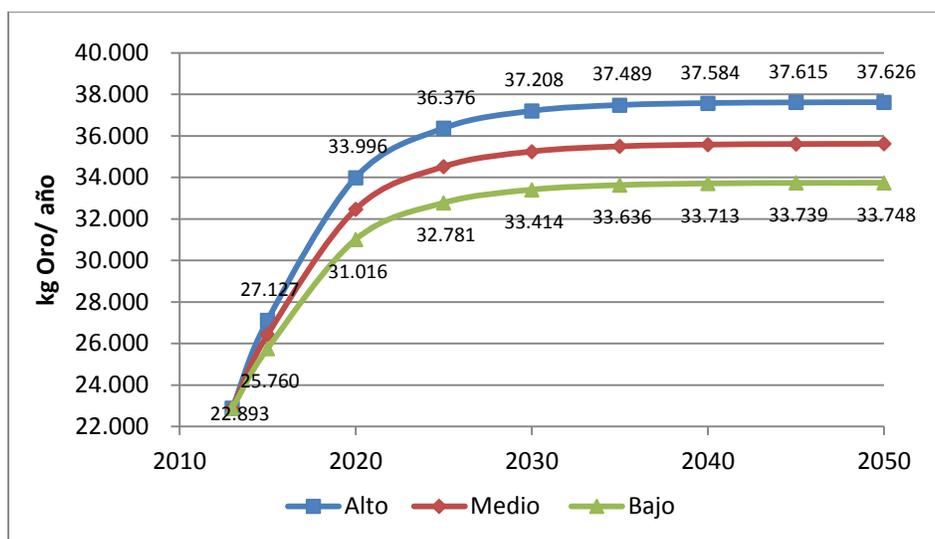


Fuente: (UPME, 2010)

La Macrocuena Magdalena Cauca para el año 2012, produjo, según los datos de UPME-SIMCO³, un total de cerca de 22.9 toneladas de oro. Esto correspondió al 34,6% del total nacional para ese año. Ahora, la proyección del crecimiento del sector minero, se puede analizar también por medio de posibles escenarios. Para el caso de la minería de oro, se realizó una estimación de los crecimientos probables teniendo en cuenta el crecimiento del PIB minero que fue estimado por (MinMinas, 2008). En este sentido, en la siguiente gráfica se presentan tres escenarios de crecimiento de la producción de oro en la Macrocuena.

³ SIMCO: Sistema de Información Minero Colombiano

Ilustración 85. Proyección de la producción de oro en la Macrocuenca



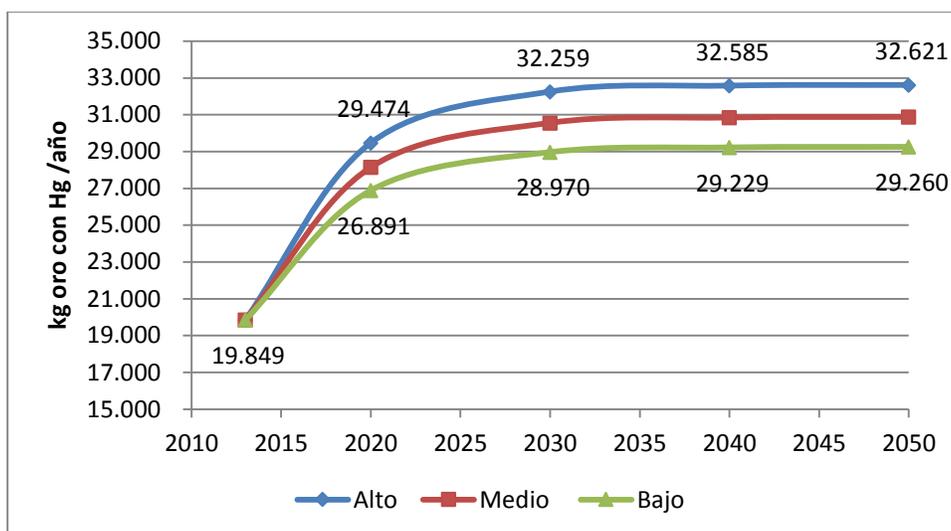
Fuente: UT Macrocuencas con información de (MinMinas, 2008)

Como se observa en la gráfica anterior, la producción de oro en la Macrocuenca podría pasar, bajo el escenario alto, de 22 toneladas en el año 2011 hasta más de 37 toneladas en el año 2050. Este crecimiento podría estar asociado a mayores impactos ambientales y a los conflictos por el consumo y el uso del agua y de ecosistemas estratégicos para las ciudades. Este es claramente el caso del páramo de Santurbán. En este caso, una parte de la población de Bucaramanga argumenta que la actividad minera es incompatible con la conservación del páramo; y que podría limitar su capacidad para prestar los servicios ambientales asociados a provisión de agua. Además se argumenta que el consumo y el uso del agua por parte de una operación minera industrial podría causar escasez y problemas de contaminación.

Sin embargo, cabe aclarar que actualmente que los impactos ambientales más severos no son causados por la minería formal de naturaleza industrial. Son causados por la minería informal/ilegal del oro; y muy principalmente por la minería que se desarrolla sobre los valles aluviales y en los cauces de los ríos, utilizando retroexcavadoras. Adicionalmente, esta forma de minería utiliza mercurio para amalgamar el oro extraído de los cauces. La ineficiencia en el uso del mercurio no solo conduce a una baja recuperación del oro sino, más grave aún, a pérdidas significativas de este metal pesado que terminan siendo arrojadas a las aguas. Por lo anterior, resulta relevante conocer la participación de la minería informal/ilegal del oro dentro del total de la producción.

Según las cifras obtenidas en el Censo Minero Departamental de Colombia, el 86,7% de la minería de oro corresponde a minería informal/ilegal (Ministerio de Minas y Energía, 2011). Teniendo esto presente se llevó a cabo una proyección de la producción de oro en minas ilegales/informales que utilizan mercurio y que, consecuentemente, ocasionan impactos significativos sobre los ecosistemas y la salud de la población. La proyección se presenta en la siguiente gráfica.

Ilustración 86. Proyección de la producción de oro con mercurio en la Macrocuenca



Fuente: UT Macrocuencas con información de (MinMinas, 2008)

Teniendo en cuenta la información anterior, y asumiendo que se mantiene la tendencia actual de producción, se plantean escenarios que permitan analizar diferentes posibilidades en cuanto a la producción de oro y el uso de mercurio.

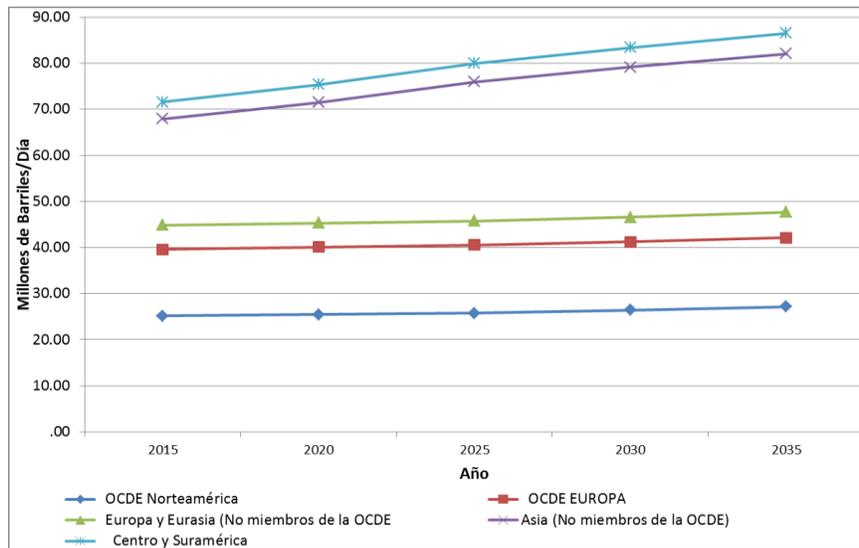
3.3.3.1.3 Producción de hidrocarburos

Con el desarrollo industrial y el crecimiento poblacional, se espera que a nivel mundial el consumo de combustibles fósiles aumente en las próximas décadas. En consecuencia, se espera también que la producción de hidrocarburos crezca. Según la Unidad de Planeación Minero Energética, Colombia tiene potencial para la incorporación de cerca de 9.100 millones de barriles de crudo en los próximos 20 años (UPME, MinMinas, 2012).

La siguiente gráfica presenta el crecimiento del consumo mundial de combustibles fósiles proyectados hasta el año 2035. Se estima que el consumo tenderá a estabilizarse con el tiempo sobre todo en los países desarrollados. Sin embargo, se espera que para países más similares a Colombia (Centro y Suramérica y países asiáticos no miembros de la OCDE⁴) el consumo de combustibles fósiles líquidos mantendrá una tendencia de crecimiento.

⁴ OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

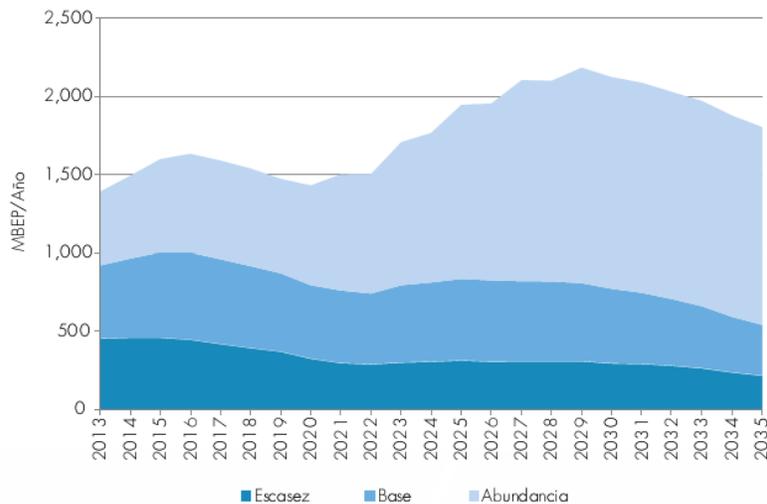
Ilustración 87. Proyección Consumo Mundial de Combustibles Fósiles Líquidos



Fuente: (US Energy Information Administration, 2011)

Colombia cuenta con un potencial significativo de explotación de hidrocarburos. Según la Unidad de Planeación Minero Energética, Colombia tiene potencial para la incorporación de cerca de 9.100 millones de barriles de crudo en los próximos 20 años (UPME, MinMinas, 2012). Para 2012 la producción fue de 974 mil barriles día (KPBd). Se espera que la producción continúe creciendo durante los próximos años (UPME, MinMinas, 2012). Para estimar el crecimiento probable de la producción la UPME plantea tres escenarios de producción para los próximos años: escasez, base y abundancia. En la siguiente gráfica se presenta el crecimiento del sector hidrocarburos con base en estos tres escenarios.

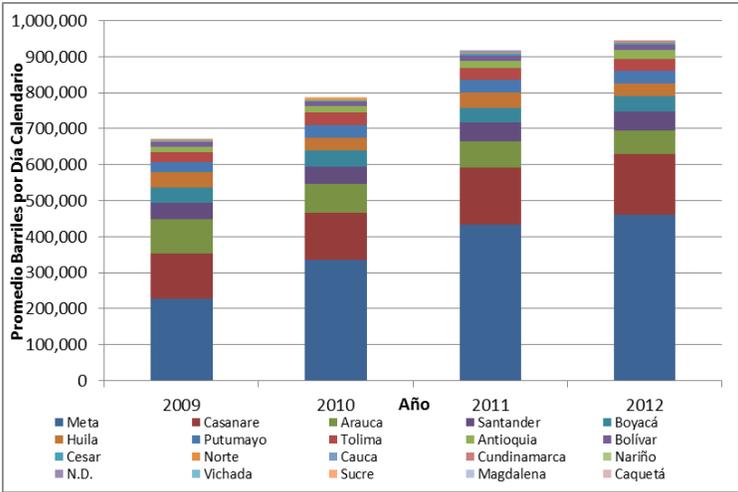
Ilustración 88. Escenarios de producción de hidrocarburos en Colombia



Fuente: (UPME, MinMinas, 2012)

Ahora bien, esta producción de crudo en Colombia se concentra principalmente en los Llanos Orientales, el Magdalena Medio y el Valle Superior del Magdalena, la Cordillera Oriental y el Departamento del Putumayo (UPME, MinMinas, 2012). Como se observa en la siguiente gráfica, a nivel departamental la producción se concentra principalmente en Meta, Casanare y Arauca. Para el año 2012 estos tres departamentos produjeron cerca de 700.000 barriles día aproximadamente; esto corresponde al cerca del 7% de la producción nacional.

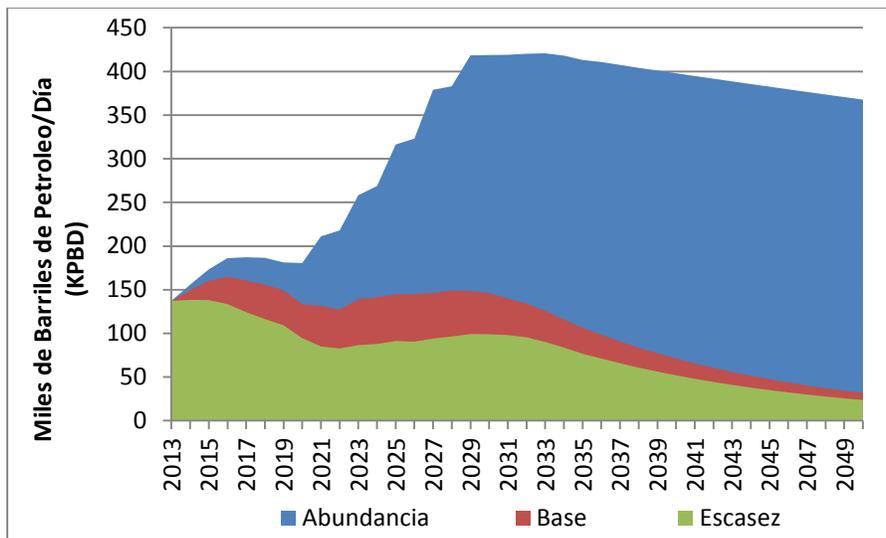
Ilustración 89. Producción de Petróleo en Colombia por Departamentos



Fuente: (Ministerio de Minas y Energía, 2013)

En la Macrocuena Magdalena Cauca se produjo en el año 2012 cerca del 14% de la producción de crudo a nivel nacional (137 mil barriles al día (kpbd)). Para proyectar el crecimiento del sector en la Macrocuena se utilizaron los crecimientos proyectados por escenarios según la UPME hasta el año 2035. La proyección hacia el 2050, se basó en el decrecimiento promedio del 2030 hasta el 2035. En la siguiente gráfica se presenta el comportamiento proyectado de la producción de petróleo en la Macrocuena.

Ilustración 90. Producción Proyectada de Petróleo en la Macrocuenca



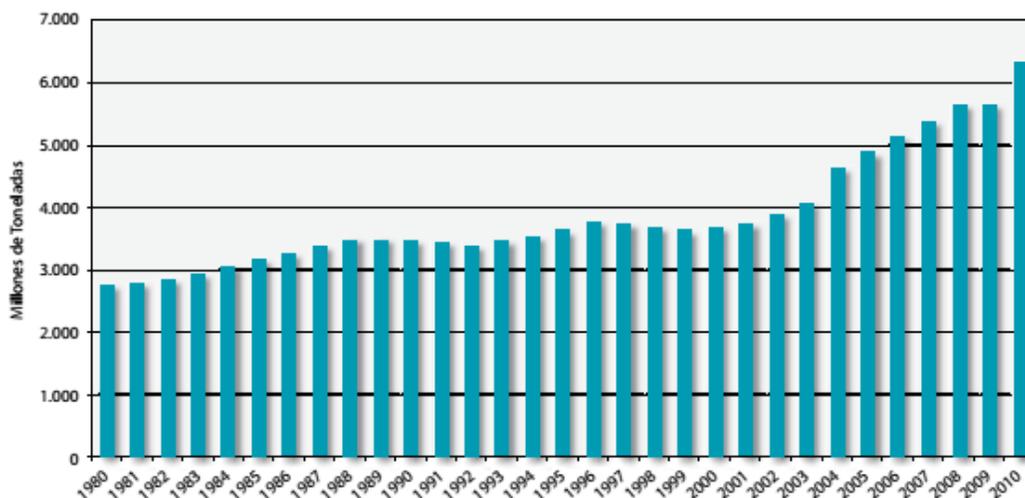
Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (UPME, 2012)

Como se observa en la gráfica anterior, la producción de la Macrocuenca crecería de manera acelerada para el caso del escenario de abundancia, alcanzando un pico en el año 2029 con una producción de 420 mil barriles de petróleo día. De igual manera, para el escenario base, la producción se mantendría relativamente constante hasta el 2029, manteniendo una producción cercana a la actual por encima de los 100 mil barriles/día.

3.3.3.1.4 Explotación de carbón

En cuanto al consumo de carbón a nivel mundial, se espera que este crezca como lo ha venido haciendo en los últimos 30 años. En la siguiente gráfica se muestra como ha sido este consumo en el mundo.

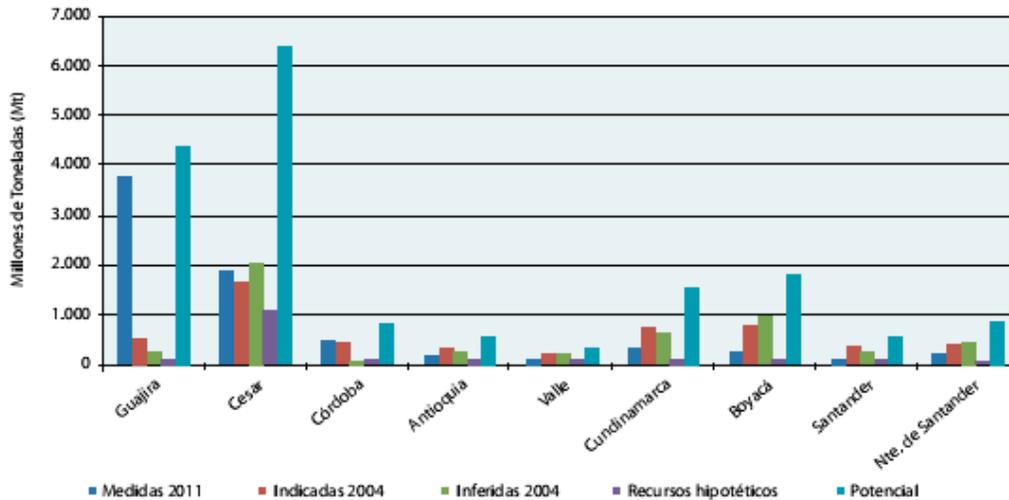
Gráfica 3.3. Consumo de carbón a nivel mundial



Fuente: Fuente especificada no válida.

A nivel nacional, Colombia cuenta con recursos de carbón suficientes para participar en el mercado mundial por largo tiempo. Las reservas medidas son de 6.508 Mt, distribuidas en las tres cordilleras: Oriental, Central y Occidental. La distribución de las reservas de Carbón en Colombia por departamento se presenta en la siguiente gráfica.

Gráfica 3.4. Reservas de Carbón en Colombia

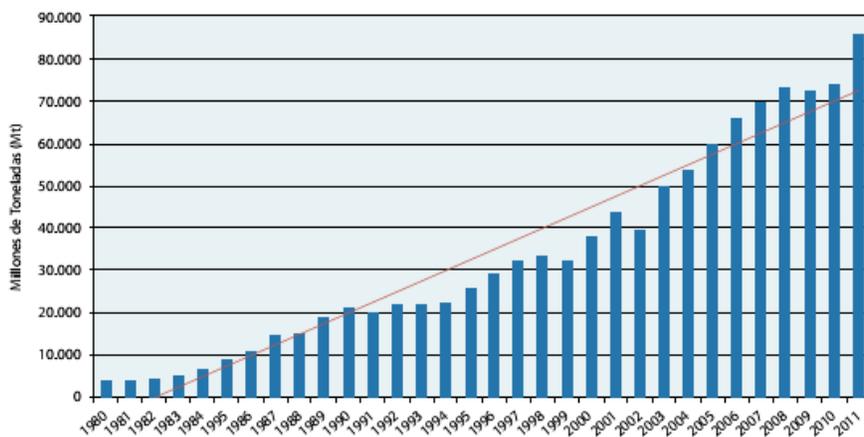


Fuente: INGEOMINAS, *El carbón colombiano - recursos, reservas y calidad*, 2004; actualizó UPME

Fuente: Fuente especificada no válida.

La producción de carbón a nivel nacional ha presentado un crecimiento constante, especialmente del año 2000 en adelante. Como se observa en la siguiente gráfica la producción de carbón nacional para 2011 alcanzó un total de 85,8 millones de Toneladas (Mt).

Gráfica 3.5. Producción Colombiana de Carbón entre 1980 y 2011



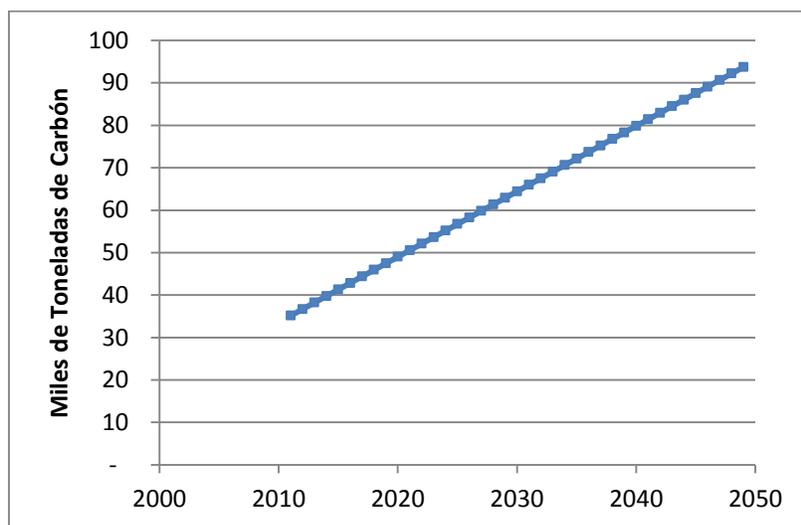
Fuente: UPME – SIMCO; INGEOMINAS 2004 a 2010, Servicio Geológico Colombiano 2011, con base en pago de regalías.

Fuente: Fuente especificada no válida.

Para el año 2011, la Macrocuenca produjo un total de 49.639.527 Toneladas de carbón. Esto que corresponde al 57,9% del carbón nacional para el mismo año (85.803.229 ton) según los datos de UPME-SIMCO.

Teniendo en cuenta el comportamiento de la producción de carbón de los últimos 20 años en Colombia, se puede proyectar un crecimiento probable del sector según el comportamiento tendencial. De ser así, la producción de carbón en la Macrocuenca podría pasar de 49 millones de Toneladas a 135 millones de Toneladas en el año 2050, tal como se muestra en la siguiente gráfica.

Gráfica 3.6. Producción proyectada de Carbón en la Macrocuenca



Fuente: UT Macrocuencas con información de UPME-SIMCO.

Este crecimiento podría estar asociado a mayores impactos ambientales. En el contexto de Colombia y debido a sus condiciones geológicas, estos impactos ambientales causados la minería de carbón se pueden clasificar en dos categorías: consumo y contaminación del recurso hídrico.

Consumo

La zona hidrográfica Bajo Magdalena contiene una de las mayores reservas de carbón térmico del país. En esta región predomina la minería a cielo abierto, tecnificada, a gran escala **Fuente especificada no válida..** Al ser un tipo de minería tecnificada y a cielo abierto se caracteriza por abarcar grandes extensiones de superficie. Debido a que el consumo del carbón se encuentra en crecimiento, se prevé que el área de las minas también incrementará.

En este tipo de minería, el agua producto de precipitaciones se infiltra en el fondo de la mina y después se extrae para ser reutilizada en diversos procesos mineros y riego de carreteras.

Las subzonas hidrográficas en donde se encuentran localizadas las minas, poseen un índice IVH alto, por lo que resultan ser subzonas prioritarias por su mayor amenaza frente al desabastecimiento. Este incremento en la retención y utilización del agua por parte de la minería, alterará el régimen hídrico de las subzonas prioritarias. Al depender altamente de las precipitaciones, las subzonas hidrográficas mostrarán un aumento en la probabilidad de desabastecimiento de agua.

En este sentido, es necesario establecer medidas en cuanto al uso del agua por parte del sector minero en estas zonas.

Contaminación del Recurso Hídrico

Las zonas hidrográficas ubicadas al interior del país (Alto Magdalena, Medio Magdalena, Alto Cauca y Medio Cauca) presentan explotaciones por métodos subterráneos y poco tecnificados. En estas zonas puede que exista la tecnología y el conocimiento pero las inversiones son menores que en la minería tecnificada. Adicionalmente, existe la minería a pequeña escala (en su mayoría ilegal) que se desarrolla de manera artesanal, con arranque manual del material y sin tecnología **Fuente especificada no válida..** La minería informal/ilegal del carbón presenta un panorama diferente a la minería del oro en cuanto a que abastece los mercados locales, con bajas exigencias de calidad. De un número de unidades de producción carbonífera de 2.776 (las cuales representan el 19% del total de unidades mineras del país), 1.107 son ilegales **Fuente especificada no válida..**

El municipio de Tasco en el departamento de Boyacá, es uno de los muchos casos en donde se encuentra amenazado por la exploración y explotación de carbón sin las debidas autorizaciones legales, el cual está presentando una limitación en su capacidad de prestar los servicios ambientales asociados al abastecimiento de agua.

Las bajas inversiones en la conservación y preservación del medio ambiente, y el trabajo de manera artesanal por este tipo de minería generan un impacto severo en el recurso hídrico. El carbón extraído de forma manual es acumulado en las afueras de la mina sin utilizar ningún sistema de almacenamiento. En este caso, las pilas de carbón al entrar en contacto con las aguas lluvias se presenta una producción de lixiviados que están caracterizados por un aspecto turbio, casi negro que contienen diferentes cantidades de partículas de carbón y arcillas, además de sales disueltas y sustancias inorgánicas que son resistentes a la degradación natural, que después terminan en el recurso hídrico **Fuente especificada no válida..** Adicionalmente, en el proceso de explotación de las minas subterráneas se generan aguas de mina (aguas excedente superficiales o subterráneas) que causan grandes problemas ambientales por su alto potencial de contaminación al ser descargadas en los ríos.

Los impactos generados por la minería informal/ilegal del carbón incluyen la acidificación, cambio de alcalinidad, dureza y conductividad del recurso hídrico **Fuente especificada no válida..** Problemas que recalcan la necesidad de dar cumplimiento a las exigencias normativas y asumir un adecuado control sobre las medidas de tratamiento o mitigación del efecto de los lixiviados y aguas de mina

3.3.3.2 Posibilidades de acción

Para mejorar la calidad del recurso hídrico se presentan las siguientes posibilidades de acción:

- Establecer mecanismos para disminuir las cargas contaminantes del sector doméstico. Esto significa mejorar y optimizar los sistemas de tratamiento existentes, e implementar sistemas de tratamiento nuevos.

- Establecer medidas enfocadas a disminuir las cargas contaminantes vertidas por el sector industrial. Esto implica que las industrias cumplan con la legislación actual de vertimientos a través de la mejora o implementación de sistemas de tratamiento.
- Establecer medidas enfocadas a disminuir las cargas contaminantes vertidas por el sector agrícola. Esto se logra a través de estrategias sectoriales como la promoción de acciones para la dosificación de insumos y la creación de infraestructura para uso óptimo de agua, de tal forma que se minimice el transporte y circulación de contaminantes.

En cuanto a las mejoras de los sistemas de tratamiento doméstico se establece que esto debería incluir acciones para aumentar la cobertura de alcantarillado, establecer nuevos sistemas de tratamiento, y optimizar los sistemas de tratamiento que están en desuso. Estas tres medidas permitirían disminuir las cargas contaminantes del sector doméstico en porcentajes significativos.

La legislación actual, decreto 1594 de 1984, establece que para el sector doméstico la remoción de Sólidos Suspendidos Totales debe ser del 50% y la DQO debe removerse en un 30%. Esta remoción se logra a partir de diferentes procesos de tratamiento, más cada proceso tiene un costo asociado y tiene una eficiencia de remoción particular. La Tabla 31 presenta un resumen de los rendimientos típicos que se logran con diferentes etapas y procesos de tratamiento.

Tabla 31. Eficiencias de remoción por tipo de tratamiento

Unidades de tratamiento	Eficiencia en la remoción de constituyentes, porcentaje						
	DBO	DQO	SS	P	N Org	NH ₃ -N	Patógenos
Rejillas	desp.	desp.	desp.	Desp.	desp.	desp.	Desp.
Desarenadores	0-5	0-5	0-10	Desp.	desp.	desp.	Desp.
Sedimentación primaria	30-40	30-40	50-65	10-20	10-20	0	desp.
Lodos activados (convencional)	80-95	80-95	80-90	10-25	15-20	8-15	desp.
Filtros percoladores							desp.
Alta tasa, roca	65-80	60-80	60-85	8-12	15-50	8-15	
Super tasa, plástico	65-85	65-85	65-85	8-12	15-50	8-15	
Cloración	desp.	desp.	desp.	Desp.	desp.	desp.	100
Reactores UASB	65-80	60-80	60-70	30-40	---	---	desp.
Reactores RAP	65-80	60-80	60-70	30-40	---	---	desp.
Filtros anaerobios	65-80	60-80	60-70	30-40	---	---	desp.
Lagunas de oxidación							
Lagunas anaerobias	50-70	---	20-60	---	---	---	90-99.99
Lagunas aireadas	80-95	---	85-95	---	---	---	90-99.99
Lagunas facultativas	80-90	---	63-75	30	---	---	90-99.99
Lagunas de maduración	60-80	---	85-95	---	---	---	90-99.99
Ultravioleta	desp.	desp.	desp.	Desp.	desp.	desp.	100

Fuente: RAS 2000 Titulo E

Con respecto al tratamiento de agua del sector industrial la legislación actual exige que las industrias eliminen cierta carga antes de verterla a cuerpos de agua o al alcantarillado. El decreto 1594 de 1984 establece que para el sector industrial la remoción de Sólidos Suspendidos Totales debe ser del 50% y la DQO debe removerse en un 30%.

Para el sector agrícola disminuir las cargas contaminantes es posible a través de medidas sencillas como evitar el desperdicio de insumos o construir obras de infraestructura para manejar mejor el agua. Un ejemplo de cómo se logra esto es la iniciativa de la Agencia Ambiental del Reino Unido. El programa "Catchment Sensitive Farming" inició en 2005 y consiste en asesorar a agricultores para que mejoren sus prácticas productivas y subsidios para las inversiones en infraestructura que sean

necesarias. Para el año 2011, las medidas de calidad de agua habían demostrado una reducción de las cargas de contaminantes cercanas al 30%, debido a la implementación del proyecto (Environment Agency, 2011).

Entre las medidas que ellos enuncian como las más beneficiosas para disminuir las cargas contaminantes están (Environment Agency, 2011):

- Aplicar la cantidad de fertilizante adecuado para cada tipo de suelo y cultivo (Por ejemplo no aplicar fertilizantes con alto contenido de fósforo a suelos ricos en fósforo)
- Construcción de franjas de protección alrededor de los ríos para que no lleguen contaminantes directamente.
- No aplicar fertilizantes en zonas de alto riesgo.
- Establecer las tasas efectivas de aplicación de pesticidas (En muchos casos por desconocimiento se usa mucho más de lo necesario).
- Establecer y mantener humedales artificiales.
- Limitar y diferenciar el área agrícola de la pecuaria.
- Evitar que el ganado tenga acceso a ríos.

3.3.3.3 Escenarios de desarrollo

Para responder a la pregunta de cómo cambiaría la contaminación en los próximos 40 años, se tuvo en cuenta la modelación de 3 diferentes escenarios de modelación: Optimista, probable y pesimista para el Sector Agropecuario, Doméstico e Industrial.

En torno al mantenimiento de la calidad hídrica de la Macrocuenca, se consideró como un punto álgido la disminución de carga contaminante potencial por: (1) Emisión de sustancias contaminantes, (2) Explotación de oro y (3) Explotación de petróleo.

Dicho análisis se desarrolla a continuación:

3.3.3.3.1 Emisión de sustancias contaminantes: escenarios para la disminución de contaminación potencial

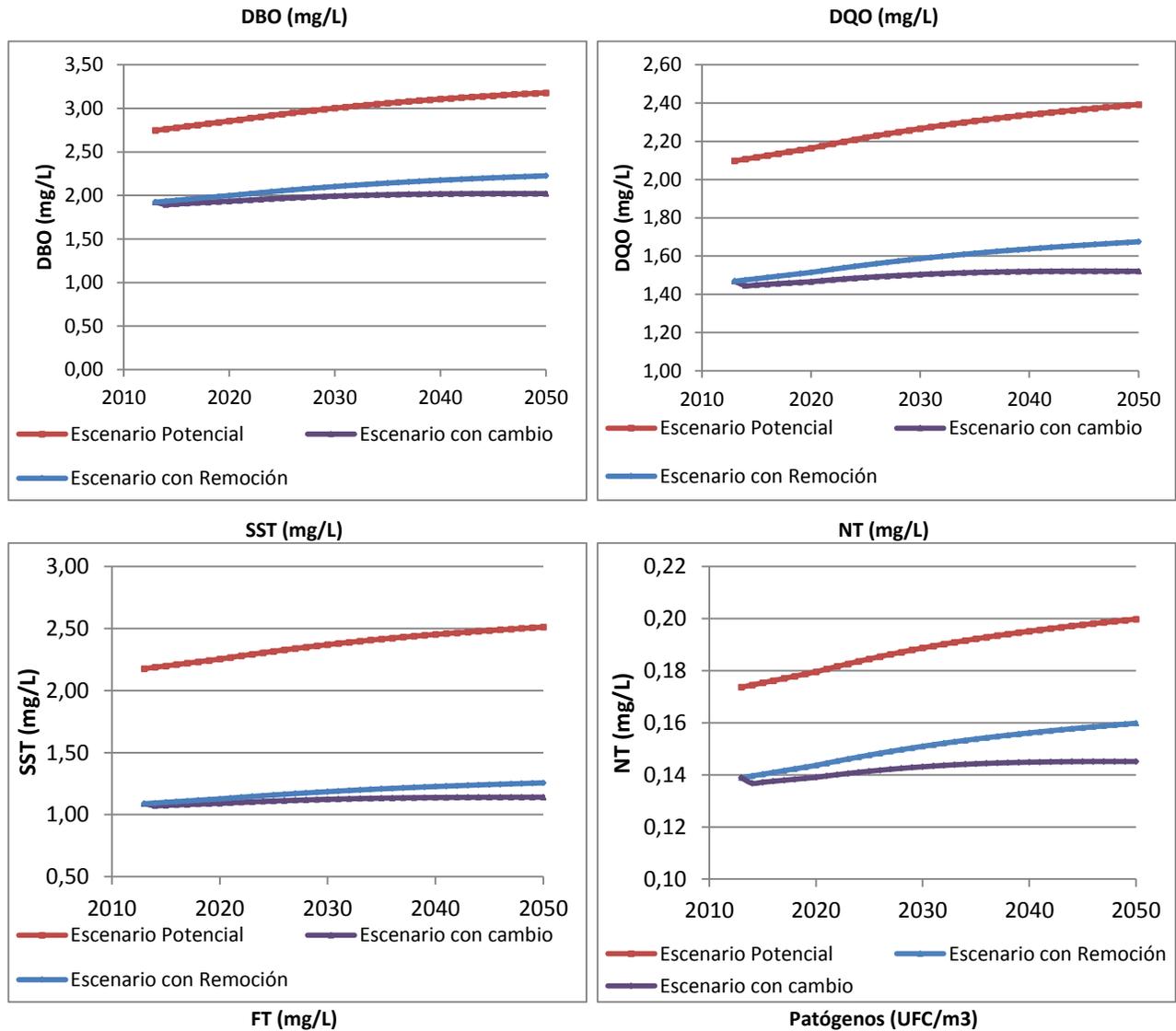
Se modeló el crecimiento de las descargas contaminantes teniendo en cuenta parámetros de descarga por hogar y por unidad de producto industrial.

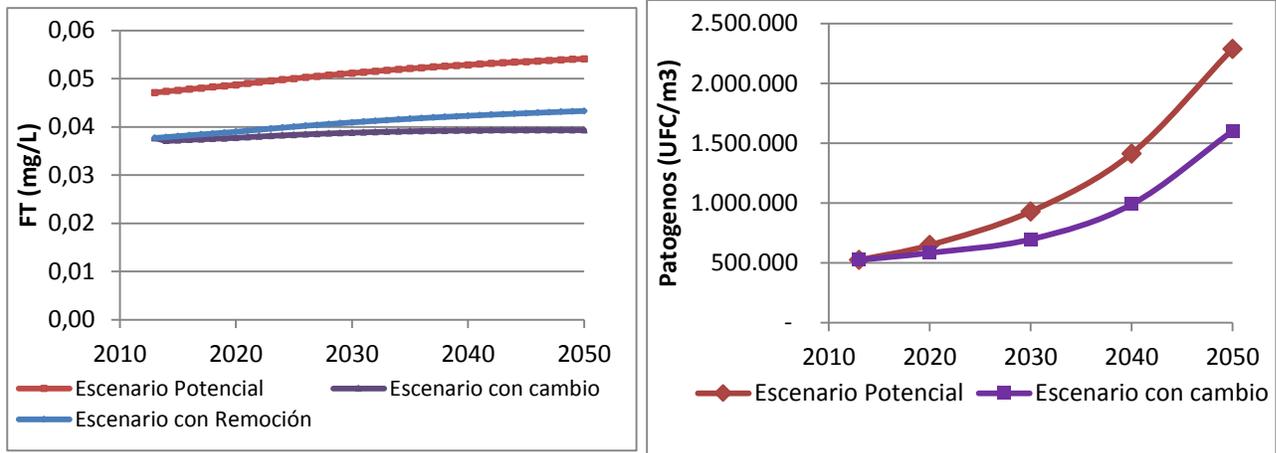
A continuación se presentan cambios posibles en la concentración de contaminantes (carga/caudal). Los escenarios presentados incluyen un escenario tendencial donde el porcentaje de remoción actual se mantiene, y escenarios en los cuales el porcentaje de remoción de la carga contaminante aumenta hasta el 50%.

Escenario	Características Principales	
Remoción tendencial	Las descargas contaminantes crecen y el porcentaje de remoción de las descargas de los sectores doméstico e industrial se mantiene.	Las remociones para cada contaminante en este escenario son: <ul style="list-style-type: none"> • DBO : 30% • DQO : 30% • SST : 40% • NT : 20%

Escenario	Características Principales
	<ul style="list-style-type: none"> • FT : 30%
Remoción 50%	<p>El porcentaje de remoción de cada parámetro de carga contaminante sube de los niveles de remoción actuales hasta un 50% de remoción total.</p> <ul style="list-style-type: none"> • DBO : Pasa de 30% a 50% de Remoción • DQO : Pasa de 30% a 50% de Remoción • SST : Pasa de 40% a 50% de Remoción • NT : Pasa de 20% a 50% de Remoción • FT : Pasa de 30% a 50% de Remoción
Remoción 0%	El porcentaje de remoción de carga contaminante es 0%.

Ilustración 91. Escenarios de concentración de Contaminantes





Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de DANE, IDEAM

Como puede apreciarse en el panel de gráficas anteriores, las diferencias entre los escenarios tendenciales y los escenarios en los cuales se hacen remociones del 50% de las cargas contaminantes no son grandes. Esto indica la necesidad de plantear metas ambiciosas de control de las descargas contaminantes a fin de evitar que la continuación se exacerbe los problemas de futuros de escasos.

3.3.3.3.2 Explotación de oro: escenarios de contaminación potencial por mercurio

En la actualidad el Mercurio está asociado fundamentalmente a la producción ilícita o informal del oro. Este metal pesado, al entrar en contacto con los sistemas acuáticos, se transforma en metilmercurio que es un compuesto altamente tóxico que se bio-acumula a lo largo de la cadena trófica en los organismos acuáticos y que eventualmente alcanza los tejidos de los peces y las personas que los ingieren (Olivero & Johnson, 2002).

En Colombia varios estudios han documentado 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). Esta situación resulta particularmente preocupante si se tiene en cuenta que para comunidades ribereñas de estos cauces el pescado es la principal fuente de proteína.

En julio de 2013, el Congreso de la República aprobó la ley 1658 por medio de la cual se busca “reglamentar en todo el territorio nacional el uso, importación, producción, comercialización, manejo, transporte, almacenamiento, disposición final y liberación al ambiente del mercurio en las actividades industriales, cualquiera que ellas sean”. Esta ley se estableció que en un plazo máximo de 5 años se debe erradicar el uso del mercurio en todo el territorio nacional en la minería.

Si esta ley se aplicara rigurosamente, en el año 2020 la cantidad de mercurio vertida al agua debería ser cero. Sin embargo, vale la pena simular lo que ocurriría si el cumplimiento de la

legislación se diera en un período de tiempo diferente al ordenado por la Ley. En este sentido, se proponen los siguientes escenarios.

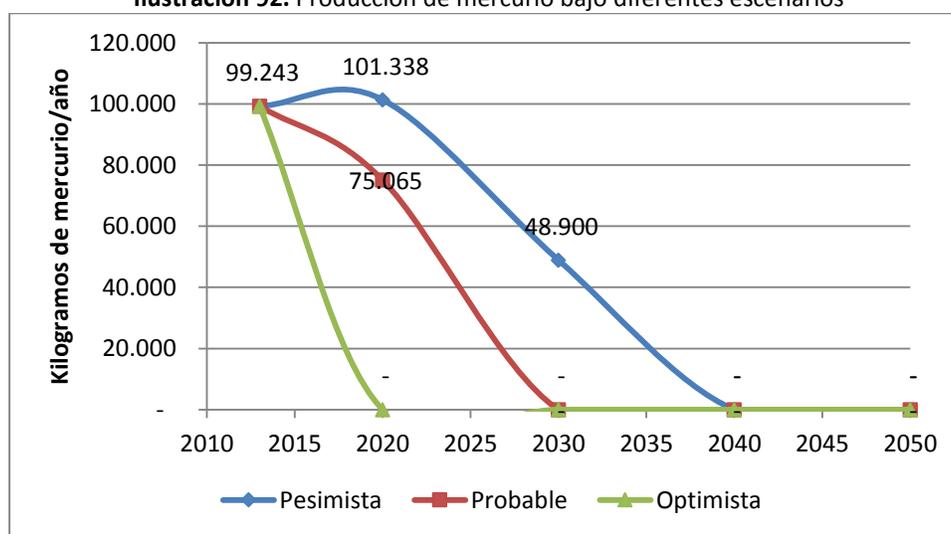
Tabla 32. Escenarios de producción de mercurio⁵

Escenario	Características Principales
Optimista	Se cumple con el objetivo de la Ley 1658, de tal manera que la cantidad de mercurio vertida al agua sea cero en el año 2020. Las mejoras se producen gradualmente durante los próximos 5 años.
Probable	La meta de eliminar el mercurio en minería se alcanza gradualmente en 15 años.
Pesimista	La meta de eliminar el mercurio en minería se alcanza gradualmente en 25 años.

Fuente: UT Macrocuencas

A continuación se presentan los resultados de las estimaciones realizadas, teniendo en cuenta un crecimiento medio de la producción de oro.

Ilustración 92. Producción de mercurio bajo diferentes escenarios



Fuente: UT Macrocuencas con información de (MinMinas, 2008)

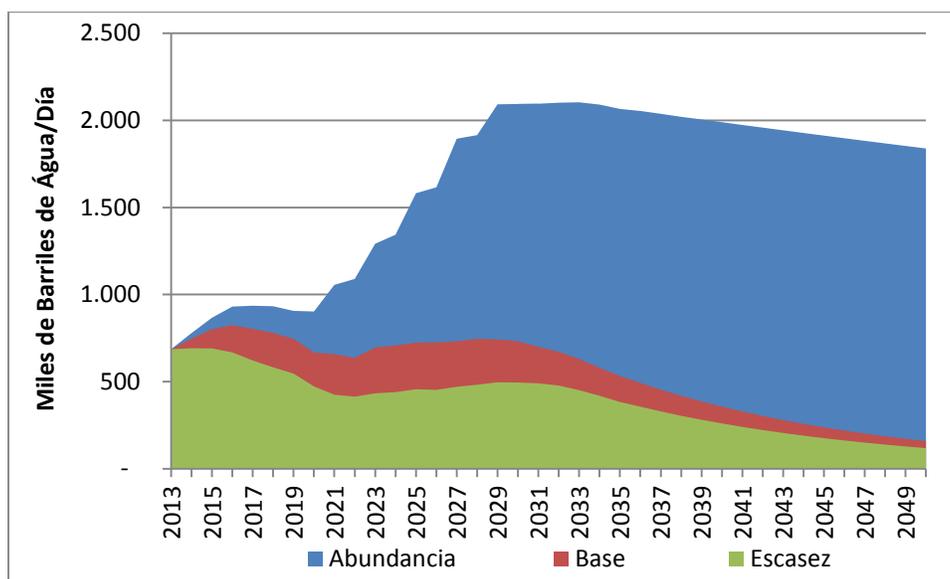
Cabe destacar que para el escenario pesimista, en el año 2020 en la Macrocuenca se pueden llegar a descargar alrededor de 100 kilogramos de mercurio.

3.3.3.3 Producción de hidrocarburos: escenarios de contaminación potencial por producción de petróleo

Durante el proceso de la extracción de crudo se generan aguas de producción que, con frecuencia, contienen sustancias de interés y que deben ser tratadas para evitar problemas de contaminación. El número de barriles generado depende del tipo de extracción de petróleo y del sitio donde se encuentra. En general, en las explotaciones de Ecopetrol se generan entre 4 y 5 barriles de agua por cada barril de crudo producido (Ecopetrol S.A., 2013) (Ecopetrol, 2011). Sin embargo, este valor puede ser mayor para otras explotaciones. Este es el caso de campo Rubiales ubicado en Puerto Gaitán, Meta, donde esta relación puede ascender hasta 9:1 (RWL Water Group, 2013). Teniendo una relación 1:5 se puede proyectar el volumen agua potencialmente contaminada para cada uno de los escenarios de crecimiento, estos resultados se presentan en la siguiente gráfica.

⁵ Los escenarios se estiman con base en un crecimiento medio de la producción de oro.

Ilustración 93. Contaminación Potencial de agua en la Macrocuenca



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (UPME, 2012)

Con base en la gráfica anterior, para el escenario de abundancia, para el año 2020 se podrían llegar a producir más de 1 millón de barriles diarios de aguas de producción; y a partir del año 2030 ese valor podría superar los 2 millones diarios. Así mismo, cabe resaltar que para el escenario base, la amenaza por contaminación de agua podría ser alta. Esto por cuanto el caudal de aguas de producción se mantendría por encima de los 500 mil barriles diarios. Esta producción sería equivalente a un caudal de cerca de 920 Litros por segundo. Aunque se trata de un caudal relativamente bajo comparado con el caudal del Río Magdalena⁶ que es cerca de 7.800 veces mayor, el impacto del vertimiento no-tratado de estas aguas de producción dependería fundamentalmente del caudal del cuerpo receptor y de sus usos.

El agua resultante de esta operación tiene tres posibles destinos: *i.* Se inyecta de nuevo al subsuelo en procesos de recobro mejorado de petróleo para obtener una mayor producción de crudo o mantener la presión en un yacimiento; *ii.* Se inyecta en un lecho para su almacenamiento, o *iii.* Se trata y se vierte tratado sobre fuentes hídricas (Ecopetrol, 2011).

En este sentido, cabe resaltar la implementación y desarrollo de iniciativas, que tienen como objetivo fomentar e incrementar el uso de las primeras alternativas de disposición descritas anteriormente (*i.* Reinyección al subsuelo; *ii.* Inyección en un lecho), con el fin de reducir el volumen de agua vertida en fuentes hídricas (alternativa *iii*). Como ejemplo de estas iniciativas, se tiene la propuesta de Ecopetrol, iniciada en el año 2012, la cual consiste en un programa de responsabilidad social y ambiental conocido como “vertimientos cero”. Este programa tiene como objetivo disponer mediante procesos de inyección el total del volumen de aguas de producción y así lograr cero vertimientos en las fuentes hídricas. Este objetivo se busca alcanzar mediante la adaptación de nuevas tecnologías, la construcción y ampliación de plantas de inyección de agua.

⁶ 7.200 m³/seg.

Actualmente se han implementado sistemas de tratamiento que tienen la capacidad de tratar hasta 20 mil barriles de agua al día (Ecopetrol, 2011).

Otras empresas petroleras también están implementando sistemas de tratamientos de las aguas de producción. Este es el caso de Pacific Rubiales que trata cerca de 500 mil barriles por día y posteriormente inyecta esas aguas tratadas (desalinizadas) a pozos profundos (RWL Water Group, 2013).

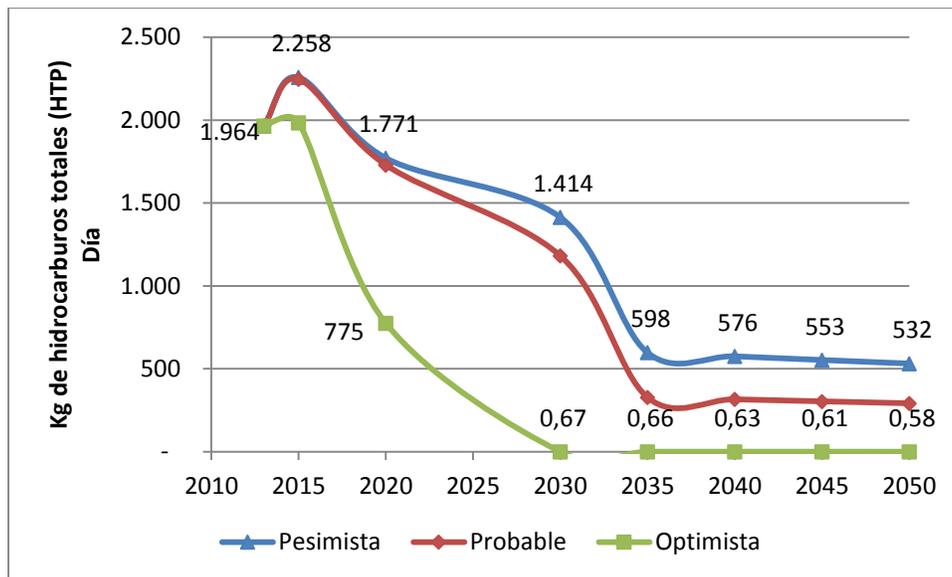
Con base en los barriles de agua producidos en la Macrocuena, la concentración típica de hidrocarburos totales (HTP) en las aguas de producción, la cual se encuentra en un rango entre 75 y 91 mg/L y la eficiencia de remoción asociada a tratamientos biológicos (entre el 77 y 79,5%) (Díaz, Rincón, López, Chacín, & Debellefontaine, 2005), se puede calcular la cantidad de hidrocarburos efectivamente contenidos en esas aguas de producción. Suponiendo un valor máximo estricto de 0.01 mg/L para la concentración de los hidrocarburos totales, se calcula la cantidad su cantidad teniendo en cuenta los siguientes escenarios:

Tabla 33. Escenarios de concentración de hidrocarburos en agua de producción.

Escenario	Características Principales
Optimista	Inversión en tecnología e infraestructura para la implementación de sistemas de tratamiento de las aguas de producción, con el fin de cumplir con la concentración estricta para el sector de hidrocarburos: 0,01 mg/L. Las mejoras se producen gradualmente durante los próximos 10 años.
Probable	Inversión en tecnología e infraestructura para la implementación de sistemas de tratamiento de las aguas de producción hasta tener una Remoción del 95%. Las mejoras se producen gradualmente durante los próximos 20 años.
Pesimista	Inversión en tecnología e infraestructura para la implementación de sistemas de tratamiento de las aguas de producción hasta tener una Remoción del 90%. Las mejoras se producen gradualmente durante los próximos 20 años.

Fuente: UT Macrocuencas

Ilustración 94. Escenarios de contaminación potencial de agua por explotación de hidrocarburos



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (UPME, 2012)

Como se observa en la gráfica anterior, para cumplir con el límite supuesto de vertimientos según el escenario optimista, en los primeros cinco años se debería obtener una reducción de aproximadamente el 50% de la concentración actual, meta que implica un alto porcentaje de inversión y mejoras en los sistemas de tratamiento

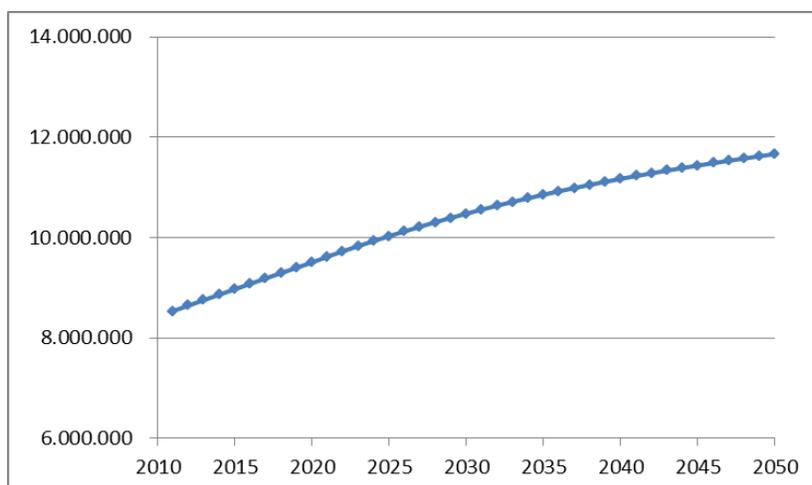
3.3.4 Riesgo asociado al recurso hídrico

3.3.4.1 La exposición potencial de la población y de la actividad agropecuaria a desastres asociados al agua.

Para el análisis del riesgo asociado al agua se debe tener en cuenta las personas y hogares que han sido afectadas históricamente, y potencialmente podrían ser afectadas por los desastres asociados al agua, como lo son los deslizamientos, las avalanchas, las inundaciones, los cuales también causan pérdidas de cultivos y de ganado.

Dentro de la Macrocuena se concentran cerca de 8.8 millones de hogares, para los cuales se proyecta van a alcanzar un crecimiento del 37% entre el año 2030 y 2050, tal como se observa en la Ilustración 3.3-95. Esta gran concentración de población llama la atención sobre la necesidad de desarrollar y mejorar infraestructura para la atención y el control de los riesgos asociados al agua.

Ilustración 3.3-95. Hogares de la Macrocuena



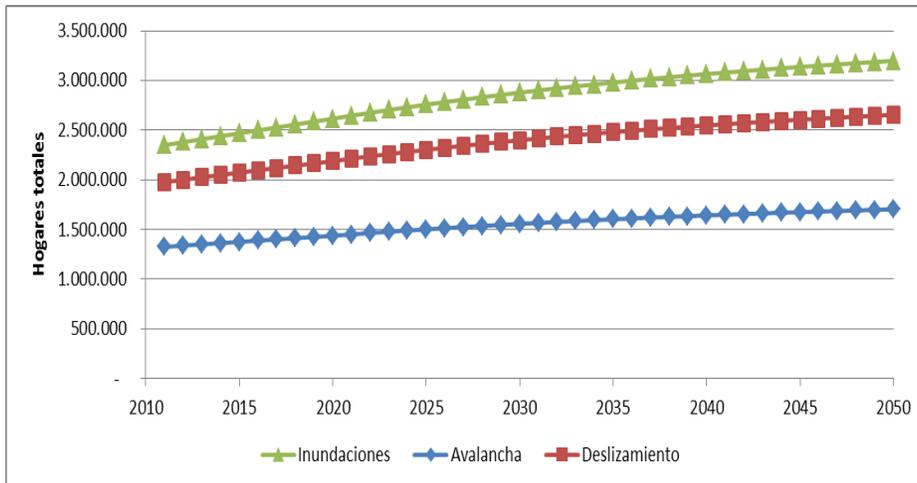
Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE)

El análisis del riesgo por desastres asociados al agua se realizó a partir de información de la información de la última emergencia por agua en el 2011, que se presenta en el Registro Único de Damnificados por la Emergencia Invernal 2010 - 2011 (DANE, 2011). Para esto se tuvieron en cuenta el número de hogares afectados por la emergencia invernal para cada una de las zonas y subzonas hidrográficas.

Una cantidad significativa de hogares de la Macrocuenca se vio afectada por eventos de inundaciones, avalanchas y deslizamientos durante los eventos de 2011. Esto llama la atención sobre todos los hogares que se encuentran en zonas amenazadas por desastres asociados al agua, la cual va a seguir presente a menos que se realice una adecuación de la infraestructura o una reubicación de las personas. Para el 2011, los hogares afectados por inundaciones, deslizamientos y avalanchas representan respectivamente cerca del 82%, 28% y el 16% de los hogares totales de la Macrocuenca.

Con los datos de los eventos del año 2011, se puede realizar una estimación de cómo sería la dinámica de crecimiento de aquellos hogares que se encuentren en las zonas más afectadas por estos eventos. En la Ilustración 3.3-96 se presenta el crecimiento de los hogares que se presentan en las zonas en las cuales se concentra el 82% de los hogares afectados por inundación, el 62% de los hogares afectados por deslizamiento y el 64% de los hogares afectados por avalancha.

Ilustración 3.3-96. Hogares en zonas con mayor afectación

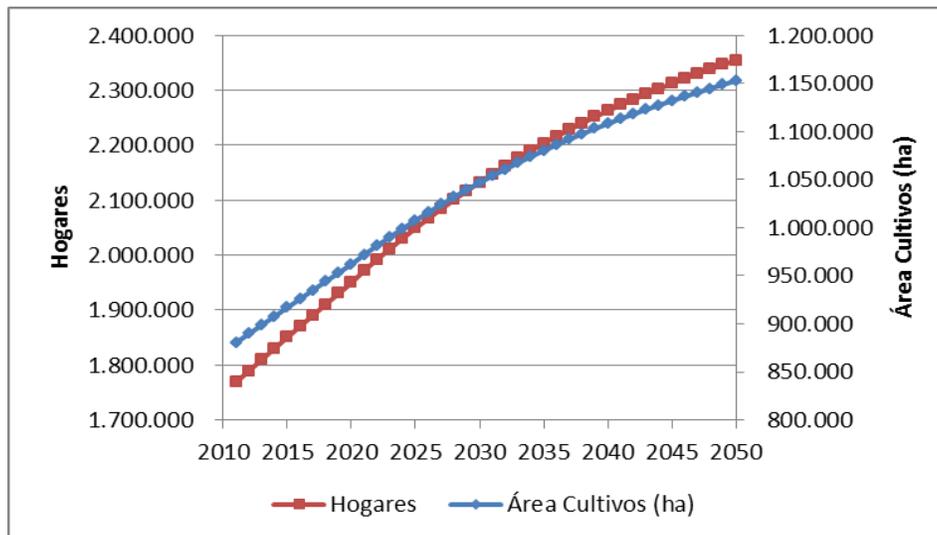


Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE, 2011)

De la Ilustración 3.3-96 se puede observar como los hogares que se encuentran en zonas con gran afectación por eventos alcanzan a ser por lo menos 5 millones de hogares en el 2011 y pueden llegar a ser hasta 6 millones de hogares más para el año 2050.

Para el análisis de los hogares que sufrieron pérdidas en cultivos y ganado, se presentan los hogares rurales y el crecimiento esperado de las áreas en cultivos y pastos para las zonas que sufrieron el mayor porcentaje de afectación.

Ilustración 3.3-97. Cultivos en zonas de amenaza

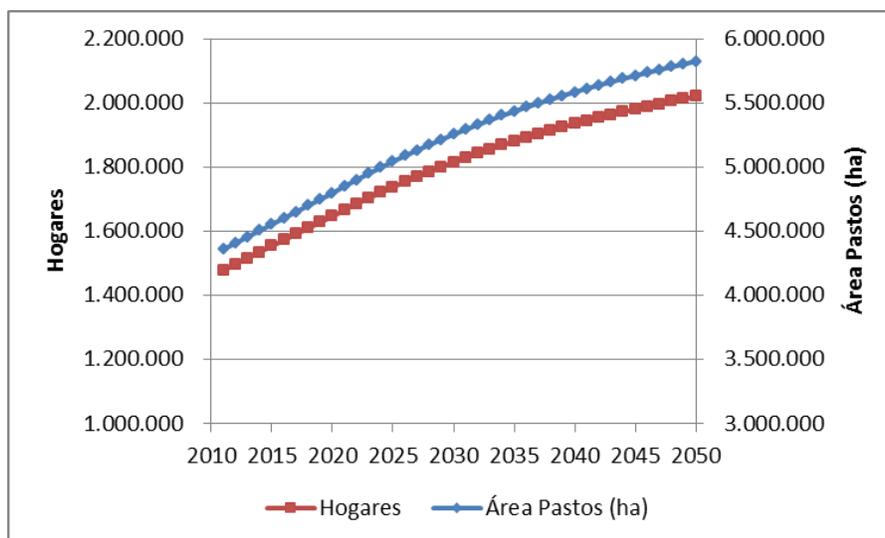


Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE, 2011) e IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

De la Ilustración 3.3-97 se resalta que las zonas en donde se concentra el 70% de los cultivos perdidos, hay cerca de 900.000 ha., las cuales representan el 28% del total del área cultivada de la

Macrocuena. Adicional a esto en ellas se concentran cerca de 1.800.000 hogares, los cuales alcanzan a ser el 25% de los hogares rurales de la Macrocuena.

Ilustración 3.3-98. Pastos en zonas de amenaza



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE, 2011) e IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09)

En cuanto a los pastos en zonas de amenaza, los cuales resultan de gran importancia para la actividad agropecuaria, la Ilustración 3.3-98 muestra como en las zonas que abarcan el 93% de las pérdidas de ganado, agrupan a cerca de 1.600.000 hogares, lo que representa el 21% de los hogares rurales de la Macrocuena. De igual manera, las áreas de pastos en amenaza representan el 43% del área total en pastos de la Macrocuena.

En la Tabla 3.3-34 se presenta el número de hogares afectados en la Ola Invernal (2010-2011) por los eventos de inundación, deslizamiento, avalanchas y los hogares con cultivos y ganado perdido. Adicionalmente, se presentan las proyecciones de hogares afectados para el año 2020, 2030, 2040 y 2050 si ocurrieran las mismas condiciones de la Ola Invernal.

Tabla 3.3-34. Proyección de Hogares afectados por evento

Evento	Inundaciones	Deslizamientos	Avalanchas	Cultivos perdidos	Ganado Perdido
Ola Invernal	359.544	63.015	12.464	268.046	150.757
%Hogares afectados/ Hogares Totales	4,2%	0,7%	0,1%	3,1%	1,8%
2020	402.900	68.977	13.857	298.699	174.389
% Crecimiento	12,1%	9,5%	11,2%	11,4%	15,7%
2030	447.013	75.713	15.333	330.379	197.722
% Crecimiento	10,9%	9,8%	10,6%	10,6%	13,4%
2040	478.672	80.625	16.402	353.288	214.388
% Crecimiento	7,1%	6,5%	7,0%	6,9%	8,4%
2050	501.404	84.265	17.178	369.923	226.240
% Crecimiento	4,7%	4,5%	4,7%	4,7%	5,5%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE, 2011)

De la Tabla 3.3-34 sobresale que si la situación que ocurrió en el 2011 se presentará en el 2050, los afectados alcanzarían a ser 500.000 por inundaciones, 84.000 por deslizamientos y 17.000 por avalanchas. De igual manera los afectados por cultivos y por pérdidas de ganado alcanzarían un total de 600.000 hogares.

3.3.4.2 Intensidad de los Efectos del Cambio Climático en las Subzonas hidrográficas.

Para el análisis del posible efecto del cambio climático se incluyeron proyecciones de las variables de temperatura, precipitación, y oferta hídrica disponible en la Macrocuenca. Se utilizó la información del portal “GCM” desarrollado por el Programa de Investigación en Cambio Climático, agricultura y seguridad alimentaria (Ramirez & Jarvis, 2008), para la predicción de las variables precipitación y temperatura en la Macrocuenca Magdalena Cauca. 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 sido ampliamente implementado a nivel mundial por entidades como el IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático).

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.

En la Tabla 3.3-35 se muestran las proyecciones de temperatura media mensual para los años 2020, 2030, 2040 y 2050. Se observa que los mayores cambios de temperatura entre los años 2000 y 2050 para las diferentes subzonas pertenecientes a la Macrocuenca se encuentran en un rango entre 3,23 y 3,49°C.

Tabla 3.3-35. Proyecciones de las subzonas hidrográficas con mayor aumento de temperatura media anual - Macrocuenca Magdalena Cauca

Subzona	Temp 2000 (°C)	Temp 2020 (°C)	Temp 2030 (°C)	Temp 2040 (°C)	Temp 2050 (°C)	ΔTemp2000 -2050 (°C)
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	Temp 2000 (°C)	Temp 2020 (°C)	Temp 2030 (°C)	Temp 2040 (°C)	Temp 2050 (°C)	Δ Temp2000-2050 (°C)
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-Ciénaga Grande de Santa Marta	23,86	27,28	25,9	26,58	27,28	3,42
2403-Río Chicamocha	12,56	15,99	14,61	15,29	15,99	3,42
2904-Directos al Bajo Magdalena (mi)	27,9	31,31	29,92	30,61	31,31	3,41
2907-Directos Bajo Magdalena	27,9	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
2402-Río Fonce	16,08	19,4	18,06	18,72	19,4	3,33
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
2502-Bajo San Jorge - La Mojana	27,58	30,86	29,53	30,19	30,86	3,28
2319-Río Lebrija	24,11	27,37	26,07	26,7	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

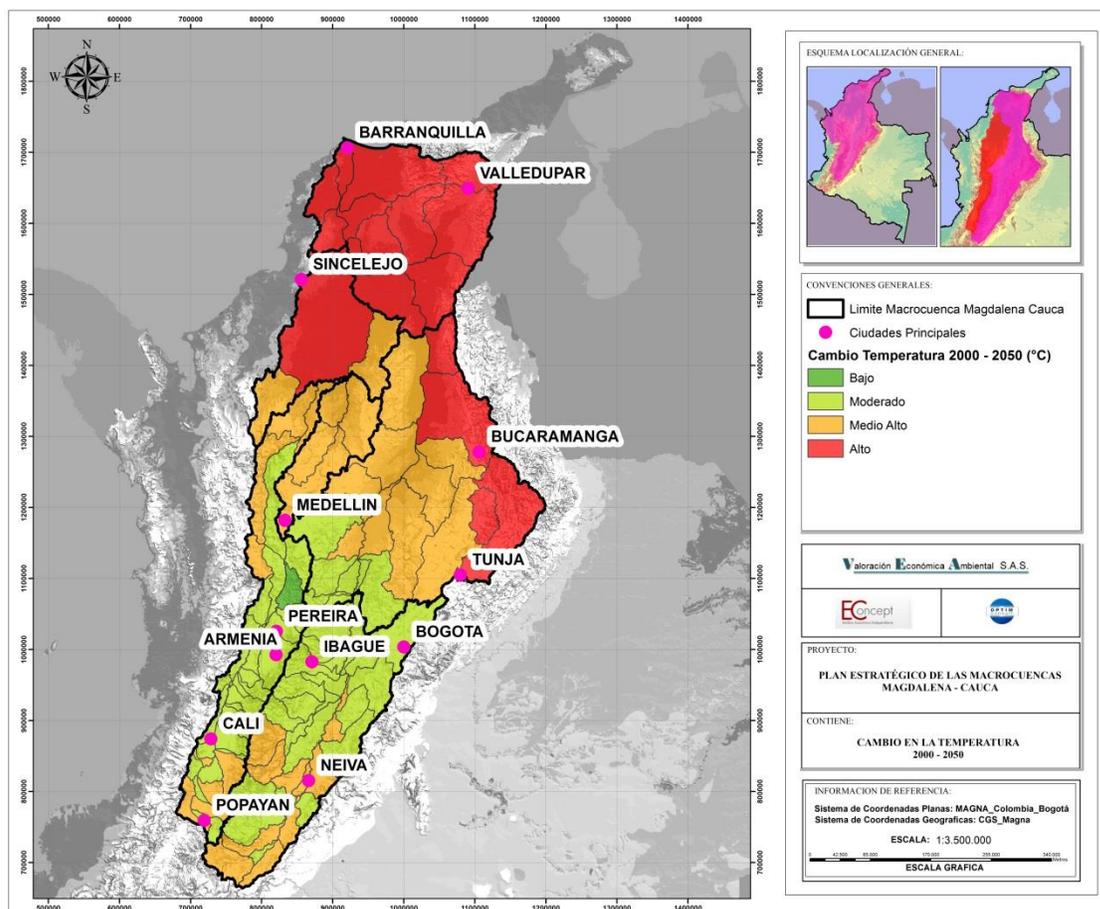
Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramirez & Jarvis, 2008)

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 Macrocuenca.

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 3.3-99 se puede observar la distribución por rangos para los cambios de temperatura en la Macrocuenca.

Ilustración 3.3-99. Mapa Cambio en la Temperatura Macrocuena Magdalena Cauca



Fuente: Cálculos UT Macrocuenas con información de (Ramírez & Jarvis, 2008)

En lo referente a la precipitación, en las Tabla 3.3-36 y Tabla 3.3-37 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 varía entre aumentos en la precipitación mensual de 34% hasta reducciones de 19%.

Tabla 3.3-36. Proyecciones de las subzonas hidrográficas con mayor aumento en la precipitación mensual (mm/mes) –Macrocuena Magdalena Cauca

Subzona hidrográfica	Precip. 2020	Precip. 2030	Precip. 2040	Precip. 2050	Δ Precip. 2000-2050	% Δ Precip. 2000-2050
2607-Río Fraile y otros directos al Cauca	144,21	149,24	154,59	157,45	39,59	34%
2102-Río Timaná y otros directos al Magdalena	143,47	150,18	154	156,12	38,35	33%
2632-Río Cerrito y otros directos al Cauca	127,24	130,41	136,7	139,76	34,51	33%
2109-Juncal y otros Ríos directos al Magdalena	140	145,83	150,33	152,21	37,33	32%

Subzona hidrográfica	Precip. 2020	Precip. 2030	Precip. 2040	Precip. 2050	Δ Precip. 2000-2050	% Δ Precip. 2000-2050
2631-Directos al Río Cauca (mi)	132,59	136	142,02	145,32	35,16	32%
2108-Río Yaguará	161,31	168,31	172,4	174,29	39,76	30%
2104-Ríos Directos al Magdalena (mi)	156,65	163,64	167,36	169,54	39,02	30%
2622-Río Desbaratado	163,3	169,2	174,3	176,9	40,5	30%
2609-Río Amaime	156,18	160,23	166,05	169	38,87	30%
2111-Río Fortalecillas y otros	142,88	147,92	152,52	154,75	35,19	29%
2634-Río Morales	134,93	135,79	142,93	146,43	33	29%
2106-Ríos directos Magdalena (md)	156,09	162,91	166,76	168,74	37,15	28%
2604-Río Palo	170,44	177,09	181,81	184,25	40,09	28%
2110-Río Neiva	161,88	168,3	172,34	174,42	38,06	28%
2610-Río Tulua	144	146	152,71	155,84	34,51	28%
2105-Río Páez	172,47	179,76	183,81	185,95	39,74	27%
2633-Río Guadalajara	139,57	141,86	148,43	151,71	30,86	26%
2630-Río Pance	172	177,61	182,74	185,71	37,87	26%
2635-Río Bugalagrande	150,16	151,32	158,38	161,59	33,76	26%
2606-Río Ovejas	199,6	207,12	211,29	213,88	42,21	25%
2112-Río Baché	174,44	180,49	185,16	187,21	37,91	25%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramírez & Jarvis, 2008)

Tabla 3.3-37. Proyecciones de las subzonas hidrográficas con mayor reducción en la precipitación mensual (mm/mes) - Macrocuena Magdalena Cauca

Subzona hidrográfica	Precip. 2020	Precip. 2030	Precip. 2040	Precip. 2050	Δ Precip. 2000-2050	% Δ Precip. 2000-2050
2904-Directos al Bajo Magdalena (mi)	82,58	75,65	73,77	67,28	-15,45	-19%
2903-Bajo Magdalena - Canal del Dique	95,97	88,21	86,17	79,34	-17,16	-18%
2901-Directos al Bajo Magdalena (mi)	98,22	89,85	88,21	81,6	-17,15	-17%
2902-Directos al Bajo Magdalena (md)	102,91	95,06	92,82	86,16	-17,03	-17%
2908-Arroyo Corozal	112,1	104,01	101,94	95,66	-16,85	-15%
2802-Medio Cesar	132,39	125,49	121,7	116,07	-16,77	-13%
2804-Río Ariguani	125,8	118,27	115,31	109,16	-16,66	-13%
2321-Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena Medio	127,88	119,45	120,34	117,45	-15,44	-12%
2906-Ciénaga Grande de Santa Marta	124,91	118,32	115,93	109,79	-14,71	-12%
2805-Bajo Cesar	151,82	143,82	141,78	136,84	-17,18	-11%
2801-Alto Cesar	137,21	131,74	128,22	123,21	-14,38	-10%
2907-Directos Bajo Magdalena	150,35	141,9	141,27	136,16	-15,6	-10%
2403-Río Chicamocha	109,39	101,27	103,97	105,67	-7,59	-7%
2319-Río Lebrija	161,13	152,58	155,6	155,04	-11,52	-7%
2320-Brazo Morales	188,35	179,57	183,18	181,16	-11,15	-6%
2402-Río Fonce	166,97	158,96	162,41	164,21	-8,37	-5%
2405-Río Sogamoso	174,73	166,41	170,58	171,16	-7,69	-4%
2314-Río Opón	219,8	211,87	217,01	218,22	-4,13	-2%
2317-Río Cimitarra	253,06	244,72	250,86	250,86	-4,17	-2%

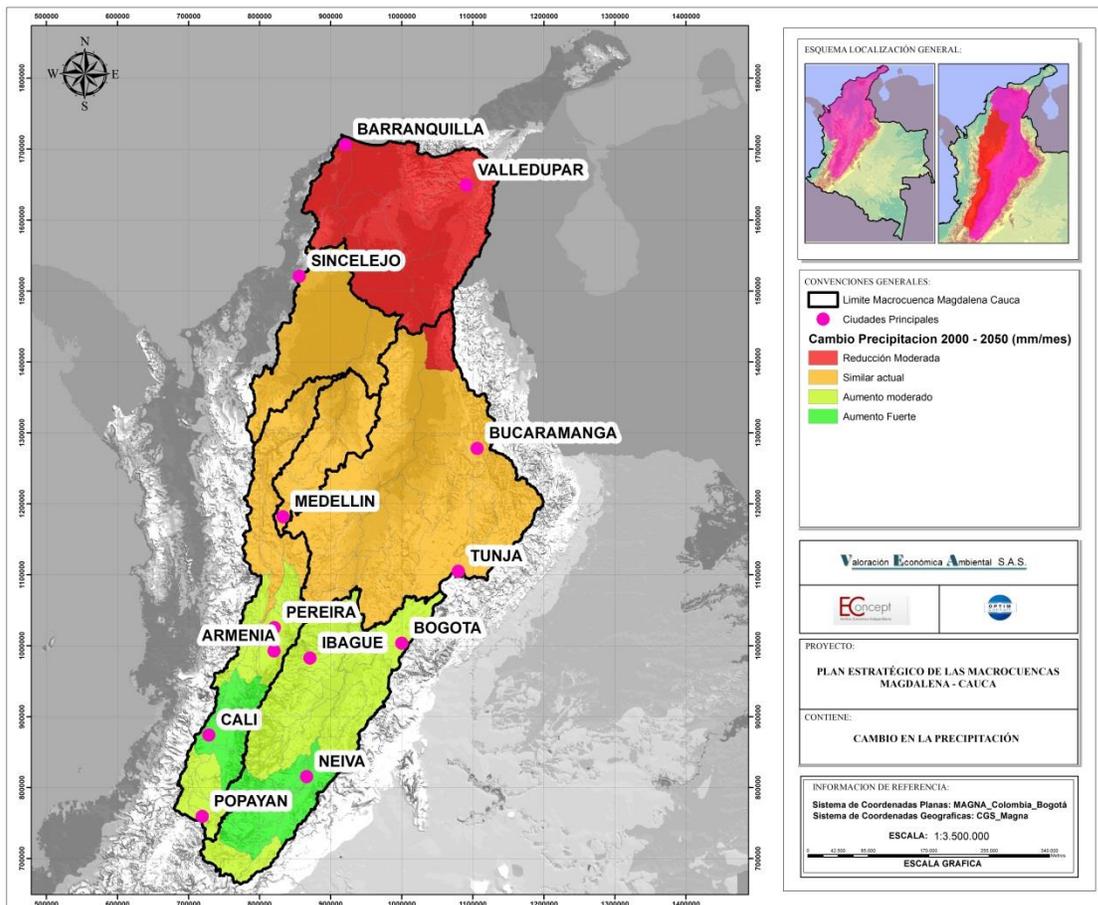
Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramírez & Jarvis, 2008)

Con el objetivo de representar en un mapa el cambio en la precipitación mensual se clasificaron los porcentajes de cambio (Tabla 3.3-36 y Tabla 3.3-37) 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 3.3-100 se puede observar la distribución por rangos en el área de la Macrocuenca.

Ilustración 3.3-100. Mapa Cambio en la Precipitación Mensual Macrocuenca Magdalena Cauca



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramirez & Jarvis, 2008)

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 escurrntia 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 escurrntia

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 las subzonas que de acuerdo al modelo presentaran un aumento fuerte en la oferta hídrica disponible para el 2050 (%ΔOHD>45,00%). Se observa que estos cambios se presentan en las subzonas Alto Magdalena y Alto Cauca.

Tabla 3.3-38. Subzonas con aumento fuerte en la OHD para el 2050

Zona	Subzona Hidrográfica	%Cambio OHD
Alto Magdalena	2201-Alto Saldaña	61%
Alto Magdalena	2110-Río Neiva	61%
Alto Magdalena	2202-Río Atá	58%
Alto Magdalena	2105-Río Páez	55%
Alto Magdalena	2106-Ríos directos Magdalena (md)	52%
Alto Magdalena	2108-Río Yaguará	52%
Alto Cauca	2627-Río Piendamó	51%
Alto Magdalena	2112-Río Baché	51%
Alto Cauca	2601-Alto Río Cauca	50%
Alto Cauca	2602-Río Purace	49%
Alto Magdalena	2104-Ríos Directos al Magdalena (mi)	48%
Alto Cauca	2606-Río Ovejas	48%
Alto Cauca	2609-Río Amaime	48%
Alto Magdalena	2111-Río Fortalecillas y otros	47%
Alto Cauca	2604-Río Palo	47%
Alto Magdalena	2204-Río Amoyá	46%

Zona	Subzona Hidrográfica	%Cambio OHD
Alto Cauca	2622-Río Desbaratado	46%
Alto Magdalena	2113-Río Aipe y otros directos al Magdalena	45%
Alto Magdalena	2203-Medio Saldaña	45%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramirez & Jarvis, 2008)

A continuación se muestran las subzonas que de acuerdo al modelo presentaran una reducción fuerte en la oferta hídrica disponible para el 2050 ($\% \Delta \text{OHD} < -45,01\%$).

Tabla 3.3-39. Subzonas con reducción fuerte en la OHD para el 2050

Zona	Subzona Hidrográfica	%Cambio OHD
Bajo Magdalena	2901-Directos al Bajo Magdalena (mi)	-98%
Medio Cauca	2704-Directos al Bajo Nechí	-62%
Medio Cauca	2703-Bajo Nechí	-58%
Bajo Magdalena	2801-Alto Cesar	-57%
Bajo Magdalena	2802-Medio Cesar	-57%
Bajo Magdalena	2805-Bajo Cesar	-51%
Bajo Magdalena	2804-Río Ariguaní	-47%

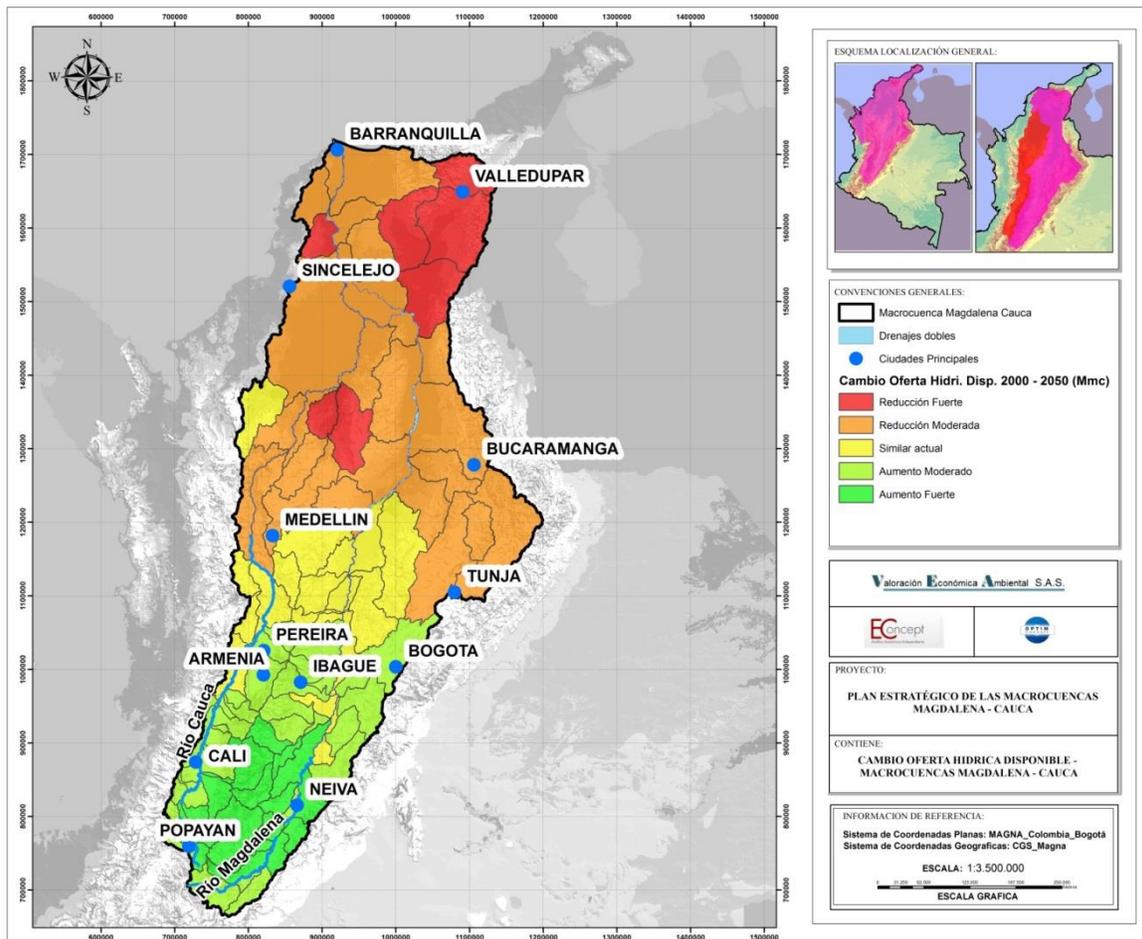
Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramirez & Jarvis, 2008)

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

A continuación se muestra el cambio en la OHD para toda la Macrocuenca

Ilustración 3.3-101. Cambio en la Oferta Hídrica Disponible OHD-Macrocuena Magdalena Cauca



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramírez & Jarvis, 2008)

Evidentemente, el cambio de oferta hídrica disponible en la Macrocuena conduciría a situaciones extendidas de escasas en las zonas de Bajo Magdalena y Medio Cauca ya que presentan una reducción fuerte por presentar una baja disponibilidad del recurso. La zona de Alto Magdalena por otro lado presentará un aumento fuerte de oferta hídrica disponible.

3.3.4.3 Capacidad de amortiguación hidráulica de ecosistemas.

La importancia de las ciénagas está dada no solo desde el punto de vista ecológico, sino también socioeconómico por las múltiples funciones, valores y atributos, que son esenciales no solo para las comunidades que en ellas habitan sino, para las poblaciones ribereñas y el país. En primer lugar son sistemas naturales de soporte vital, y son base de actividades productivas y socioculturales, tales como economías extractivas basadas en el uso de muchas especies, a través de la pesca artesanal y la agricultura en épocas de estiaje. En segundo lugar, cumplen la función de reguladoras de nivel de los ríos, almacenando las aguas que traen cuando aumenta su nivel por las lluvias durante el invierno y dejándolas salir, cuando el nivel desciende durante el periodo seco o verano. Y finalmente son consideradas como áreas estratégicas para la biodiversidad (habitat,

especies y tipos genéticos) y para la sostenibilidad del sector pesquero artesanal. La presencia de ciénagas es especialmente común en las partes más bajas de la cuenca, lo cual transmite a la región su característica más especial, que es la de estar formada por terrenos bajos sometidos a inundaciones periódicas.

En algunos casos la construcción de carreteras, como sucede en el Complejo Lagunar Ciénaga Grande de Santa Marta, produce una variación en las condiciones hidráulicas del sistema debido a la interrupción del intercambio hídrico entre el río Magdalena y las zonas de inundación (manglares y ciénagas) y entre estas y el mar (Parques Nacionales, 2007). Como consecuencia se genera la hipersalinización de ciertas lagunas y de los suelos de algunos sectores del complejo y por consiguiente la muerte de extensas áreas de manglar. También son factores de riesgo de las ciénagas, la agricultura extensiva, la urbanización, contaminación del sistema ecológico e hidrológico.

Con el objetivo de identificar las zonas con la mayor presencia de ciénagas, se usaron los datos del “Corine Land Cover”. Allí las ciénagas entran dentro de la clasificación de zonas pantanosas. Al realizar el filtro por este tipo de cobertura se encuentra que las zonas hidrográficas con más área en este aspecto son Bajo Magdalena, Bajo Magdalena – Cauca – San Jorge y Medio Magdalena. A continuación se presentan las Zonas Hidrográficas con mayor cobertura y las Subzonas que las componen, además del valor de área que tienen y el porcentaje que representa respecto al total de área de cobertura clasificada como zonas pantanosas dentro de la categoría de Áreas Húmedas Continentales en toda la extensión de la macrocuenca de Magdalena – Cauca.

Tabla 3.40 Subzonas con áreas de ciénagas y su porcentaje respecto al total de estas áreas en la cuenca.

Zona Hidrográfica	Subzona Hidrográfica	Área (Ha)	% del área total
Bajo Magdalena	Arroyo Corozal	11.760,28	1,71%
	Bajo Magdalena - Canal del Dique	8.939,12	1,30%
	Ciénaga Grande de Santa Marta	43.821,37	6,37%
	Directos al Bajo Magdalena (md)	4.045,13	0,59%
	Directos al Bajo Magdalena (mi)	11.129,60	1,62%
	Directos Bajo Magdalena	131.144,50	19,05%
	Total	210.839,99	30,63%
Bajo Magdalena-Cauca -San Jorge Medio Magdalena	Alto San Jorge	425,24	1,93%
	Bajo San Jorge - La Mojana	215.892,11	47,83%
	Directos Bajo Cauca - Ciénaga La Raya	24.021,20	3,91%
	Total	240.338,55	53,67%
Medio Magdalena	Brazo Morales	38.638,57	5,61%
	Directos al Magdalena (md)	629,40	0,09%
	Directos al Magdalena Medio	7.523,71	1,09%
	Directos Magdalena Medio (mi)	705,33	0,10%

Zona Hidrográfica	Subzona Hidrográfica	Área (Ha)	% del área total
	Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena Medio	7.797,13	1,13%
	Río San Bartolo y otros directos al Magdalena Medio	1.649,23	0,24%
	Río Carare (Minero)	4.289,66	0,62%
	Río Cimitarra	23.790,00	3,46%
	Río Lebrija	44.559,11	6,47%
	Río Nare	76,29	0,01%
	Río Negro	186,72	0,03%
	Río Opón	11.723,27	1,70%
	Río Samaná	193,29	0,03%
	Total	141.761,71	20,60%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

De éstas, las Subzonas Hidrográficas que presentan mayor área de cobertura y por tanto las que tienen que ser priorizadas son: Arroyo Corozal (7.48%), Directos Bajo Magdalena (7.18%), Bajo San Jorge – La Mojana (47.83%), Brazo Morales (3.77%), Directos Bajo Cauca – Ciénaga La Raya (3.31%) y Río Cimitarra (4.40%).

Tabla 3.41 Subzonas priorizadas para recuperar la capacidad de amortiguación hidráulica de crecientes en la cuenca

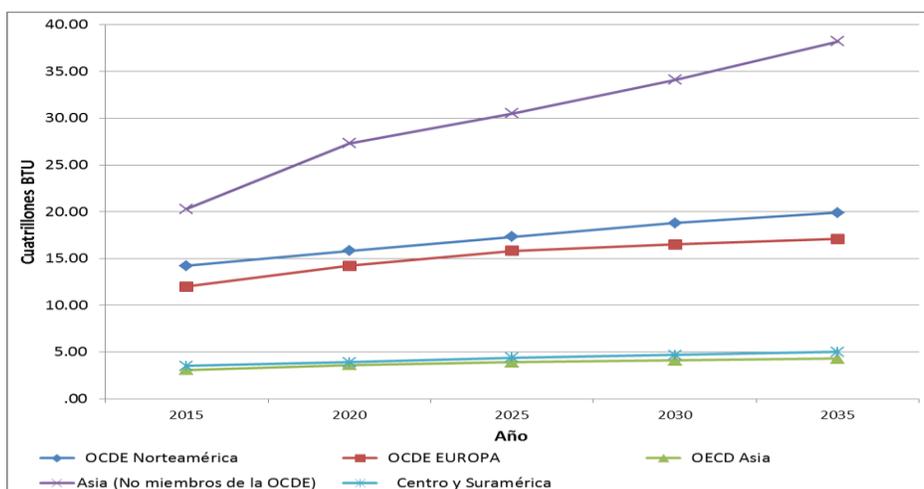
	Subzona hidrográfica	Área (Ha)	% del área total
2907	Arroyo Corozal	11.760,28	1,7%
2908	Directos Bajo Magdalena	131.144,50	19,1%
2502	Bajo San Jorge - La Mojana	215892,11	47,8%
2626	Directos Bajo Cauca - Ciénaga La Raya	24.021,20	3,9%
2320	Brazo Morales	38.638,57	5,6%
2317	Río Cimitarra	23.790,00	3,5%
2319	Río Lebrija	44.559,11	6,5%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

3.3.4.4 Uso racional del territorio para la generación de hidroenergía.

A nivel mundial la demanda energética tendrá comportamientos distintos dependiendo de la región. A continuación se presenta la proyección del consumo mundial hasta el 2035.

Ilustración 3.3-7: Proyección del Consumo Mundial de Energía Hidroeléctrica y Otras Energías Renovables

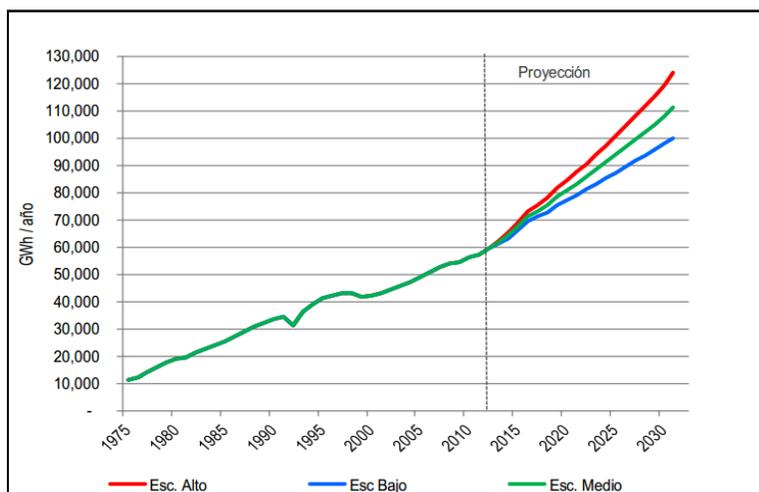


Fuente: (US Energy Information Administration, 2011)

El consumo de energía tendrá un crecimiento sostenido en el mediano plazo. La demanda de energías renovables (dentro de las cuales está incluida la energía hidroeléctrica) será muy similar Centro y Suramérica y en los países asiáticos miembros de la OCDE. Igual que para el consumo de carbón, aquí la demanda será mayor para los países asiáticos no miembros de la OCDE.

Los datos que se presentan a continuación evidencian las tendencias esperadas de consumo de energía por sector para Colombia (Unidad de Planeación Minero Energética, 2010).

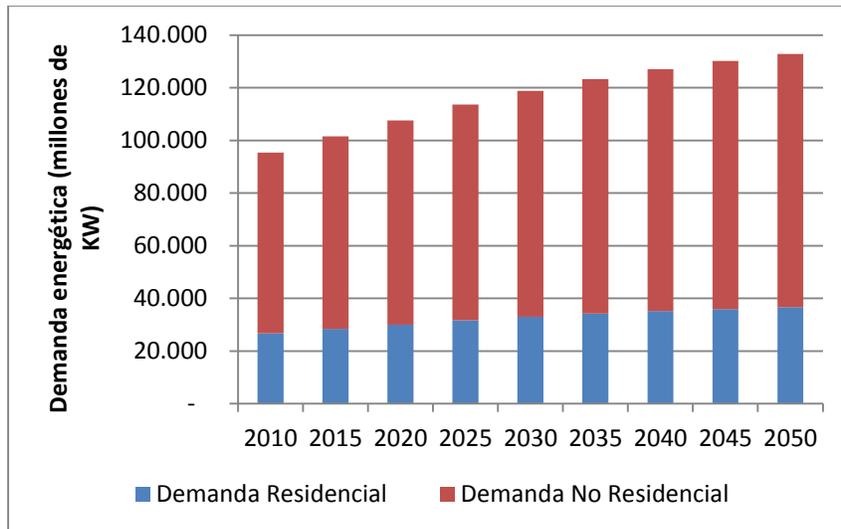
Ilustración 3.3-8: Consumo de Energía Eléctrica y Proyección hasta 2030



Fuente: (Unidad de Planeación Minero Energética, 2010)

A nivel de la Macrocuenca Magdalena Cauca, se proyecta que el consumo de energía eléctrica va a crecer de manera sostenida. En el año 2013 el consumo estaría cercano a 28.000 millones de Kilowatts para la demanda residencial y hasta 70.000 millones de Kilowatts para la demanda energética no residencial. Esta información se presenta en la siguiente ilustración.

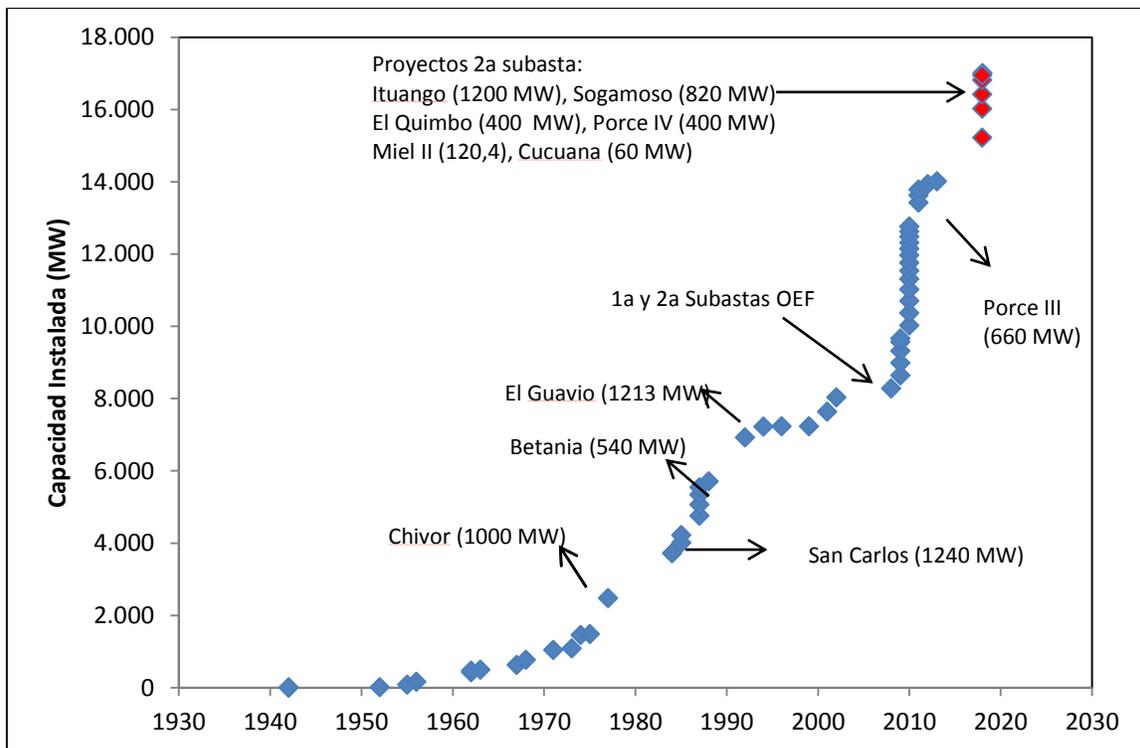
Ilustración 3.3-9: Proyección del Consumo de Energía eléctrica en la Macrocuenca Magdalena Cauca



Fuente: Cálculos UT con información de Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios

A una escala nacional, la capacidad de generación de energía eléctrica también se prevé que crecerá en los próximos años. A continuación se presenta la tendencia en la capacidad de generación del sistema eléctrico nacional medida en capacidad instalada de MW para el período 1930-2020.

Ilustración 3.3-10. Tendencia en la capacidad de generación sistema eléctrico nacional. 1930-2020



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de UPME

En la Macrocuenca Magdalena Cauca se concentra una capacidad instalada de generación de hidroenergía de 5.775 Megawatts. Esa capacidad corresponde a 77 proyectos de hidrogenación.

En la Macrocuenca Magdalena Cauca el sector hidroeléctrico es un sector importante para el desarrollo económico del país. El potencial de los principales ríos para el desarrollo de este sector se ve afectado en cada subzona por dos variables clave, que son, el caudal y los sedimentos que cada subzona aporta.

El caudal aportado por cada subzona depende de la interacción entre la precipitación, la temperatura y el índice de retención y regulación hídrica IRH, lo cual se relaciona con el área de coberturas naturales y el área de la subzona. De otra parte, el aporte en la producción de sedimentos, se calcula mediante la Ecuación universal de pérdida de suelo, en la cual se establece una relación de producción de sedimentos y la cobertura del suelo.

En este orden de ideas, la demanda de agua por parte de los distintos sectores, la creciente frecuencia de eventos climáticos extremos y de regulaciones como el *Caudal Ambiental* ameritan de parte del sector intervenciones dirigidas a la conservación/restauración de las cuencas y al mejoramiento en la eficiencia el uso de los recursos hídricos.

Así mismo, es relevante conocer el estado de las subzonas con potencial de hidrogenación, respecto a la vulnerabilidad al desabastecimiento. Por consiguiente, se presenta en la siguiente tabla, el número de cabeceras con Índice de Vulnerabilidad Hídrica Alto (IVH) para las subzonas respectivas.

Tabla 3.3-42. Índice de Vulnerabilidad para subzonas con potencial de Hidrogenación

SZH	Nombre Subzona	Cabeceras IVH Alto 2013	Cabeceras IVH Alto 2050	Cabeceras total	Porcentaje de Cabeceras IVH Alto 2013
2116	Río Prado	3	3	3	100%
2608	Directos Río Cauca (mi)	7	7	8	88%
2616	Río Tapias y otros directos al Cauca	6	6	7	86%
2617	Río Frío y Otros Directos al Cauca	9	9	11	82%
2613	Río Otún	3	3	4	75%
2317	Río Cimitarra	2	2	3	67%
2620	Directos Río Cauca (md)	11	12	17	65%
2601	Alto Río Cauca	1	1	2	50%
2630	Río Pance	1	1	2	50%
2118	Río Luisa y otros directos al Magdalena	2	3	4	50%
2612	Río La Vieja	7	8	18	39%
2401	Río Suárez	23	38	61	38%
2108	Río Yaguará	1	1	3	33%
2615	Río Chinchiná	1	1	3	33%
2106	Ríos directos Magdalena (md)	1	1	3	33%
2124	Río Totaré	1	1	3	33%
2120	Río Bogotá	12	14	42	29%
2125	Río Lagunilla y Otros Directos al Magdalena	3	3	11	27%
2308	Río Nare	3	3	23	13%
2319	Río Lebrija	2	4	19	11%
2402	Río Fonce	1	2	10	10%

SZH	Nombre Subzona	Cabeceras IVH Alto 2013	Cabeceras IVH Alto 2050	Cabeceras total	Porcentaje de Cabeceras IVH Alto 2013
2701	Río Porce	1	3	19	5%
2627	Río Piendamó	0	1	3	0%
2702	Alto Nechí	0	1	4	0%
2628	Río Quinamayo y otros directos al Cauca	0	1	3	0%
2610	Río Tulua	0	0	2	0%
2121	Río Coello	0	0	3	0%
2631	Directos al Río Cauca (mi)	0	0	3	0%
2307	Directos Magdalena Medio (mi)	0	0	0	0%

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

Como se observa en la tabla anterior, de las 29 subzonas con potencial de hidrogenación, sólo 7 subzonas no tienen actualmente cabeceras con IVH alto. Sin embargo, para el año 2050, el 86% de las subzonas con potencial de hidrogenación tendrán una vulnerabilidad al desabastecimiento alta. Esta situación evidencia la importancia de definir recursos y medidas para garantizar que la oferta hídrica de las subzonas pueda satisfacer la demanda correspondiente.

De otra parte, el *Caudal Ambiental* es una medida de política ambiental dirigida a asegurar que los cauces del país cuenten, a lo largo del tiempo, con un flujo de agua suficiente para asegurar su normal funcionamiento. Uno de sus efectos es la disminución de la disponibilidad de agua para los distintos sectores, incluido el de la generación. Se trata de una medida de política en la cual, como ocurre con frecuencia, diversas prioridades sociales (la conservación, la generación, la agricultura, el desarrollo urbano, etc.) estarían compitiendo por recursos escasos. Al disminuir los caudales disponibles para la expansión de la capacidad de generación, el *Caudal Ambiental* podría afectar la viabilidad técnica y financiera de algunos proyectos.

El *Caudal Ambiental* está regulado por la resolución 865 del año 2004 del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, ANLA, con base en un estudio de la Universidad Nacional, y con el objetivo de ampliar su alcance, propuso una nueva metodología para su estimación. La propuesta, que se encuentra actualmente en un proceso de evaluación y ajuste incluye, además de criterios puramente hidráulicos, criterios de tipo biológico, hidrológico de calidad de agua y ecológicos.

Una manera de adaptarse a estas nuevas situaciones y de aprovechar de la mejor manera la infraestructura ya construida y la futura, sería mediante la implementación de estrategias de conservación y de restauración cuencas en las sub-zonas en las cuales se encuentran los embalses y en las cuales los riesgos de escasez son más prevalentes. La protección de los ecosistemas remanentes en esas cuencas y las restauración sus áreas degradadas contribuirá a aumentar la oferta hídrica, a amortiguar los impactos de la creciente variabilidad climática sobre los caudales, y aumentaría su vida útil en la medida en que disminuiría la erosión de los suelos y el flujo de sedimentos hacia los embalses.

Con base en la información anterior, la siguiente tabla presenta el aporte de sedimentos, la oferta hídrica, el área de los ecosistemas estratégicos para regulación, abastecimiento y producción, la

capacidad neta para las subzonas con potencial de hidrogenación y la variable de Índice de Represas proyectadas a más de 10 años. Ésta última variable fue determinada por (Cormagdalena; TNC, 2012) y tiene valores entre 0 y 2, dónde 0 representa una condición baja para la proyección de represas y 2 representa una condición alta. Así mismo, se muestra el área de cultivos transitorios, permanentes y pastos de las subzonas.

A partir de la siguiente tabla, se observa que la subzona hidrográfica con mayor capacidad neta de generación de energía, corresponde a la subzona del Río Nare, en la cual se concentran 13 plantas hidrogenadoras, seguida de la subzona del Río Porce cuya capacidad neta es de 1.280 MW y es producida en 11 plantas.

Tabla 3.3-43. Subzonas Hidrográficas con potencial de hidrogenación

Subzona Hidrográfica	Capacidad Neta (MW)	Plantas	Capacidad (MW)	Área SZH (ha)	Ecosistemas de Regulación		Ecosistemas de Abastecimiento		Ecosistemas de Producción		Cultivos Transitorios		Cultivos Permanentes		Pastos		Aporte de Sedimentos (ton/año)	Oferta Hídrica (MMC)	Índice de Represas proyectadas a más de 10 años	
					(ha)	% ⁷	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%				
2308	Río Nare	2.277	San Carlos Generador	1.240,00	560.006	2.755	0,5%	217.646	38,9%	-	0,00%	67.263	12,01%	96	0,02%	2.013	0,36%	394.268	7.124	2
			Guatapé Generador	560																
			Playas Generador	201																
			Jaguas Generador	170																
			Calderas Menor	19,9																
			Menor de la Herradura	19,8																
			Niquía	19																
			Sonsón I II	18,5																
			Ayurá	18																
			Piedras Blancas	5																
			Cementos Nare	4,5																
			RIO ABAJO	0,9																
LA CASCADA- ABEJORRAL	0,5																			
2701	Río Porce	1.280	Gudalupe IV	495	523.085	1.708	0,3%	166.342	31,8%	1.080	0,21%	69.934	13,37%	79	0,02%	2.034	0,39%	403.742	3.874	2
			Porce II	405																
			La tasajera Generador	313,5																
			Troneras	42																
			MGUANAQUITAS	9,5																
			CARUQUIA	9,5																
			MANANTIALES	3,2																
			AMALFI	0,8																
			NUTIBARA	0,8																
			AMERICA	0,4																
BELLO	0,4																			
2120	Río Bogotá	602	La Guaca	325	593.295	5.913	1,0%	109.808	18,5%	51.126	8,62%	104.033	17,53%	383	0,06%	30.438	5,13%	592.067	746	-
Paraiso	277																			
2108	Río Yaguará	552	Betania	540	93.741	1.715	1,8%	20.618	22,0%	-	0,00%	19.542	20,85%	213	0,23%	9.566	10,20%	121.828	279	-
			Río Negro	9,6																
			IQUIRA I	1,3																
IQUIRA II	0,6																			
2307	Directos Magdalena Medio (mi)	405	Miel 1	405	148.446	5.887	4,0%	39.659	26,7%	-	0,00%	66.796	45,00%	1.493	1,01%	-	0,00%	118.526	1.907	-
2627	Río Piendamó	286	Nima 1	285	58.378	229	0,4%	12.203	20,9%	9.606	16,45%	5.056	8,66%	242	0,42%	772	1,32%	54.904	275	-
			ASNAZU	0,5																
			SILVIA	0,4																
2615	Río Chinchiná	139	San Francisc Generador	135	105.734	1.798	1,7%	28.450	26,9%	17.150	16,22%	19.507	18,45%	656	0,62%	8.648	8,18%	100.125	619	1
			SAN CANCIO	2																
			MUNICIPAL	1,4																
			INTERMEDIA	1																
2116	Río Prado	54	Prado Generador	49	167.613	1.577	0,9%	55.693	33,2%	-	0,00%	33.996	20,28%	-	0,00%	3.873	2,31%	128.112	543	-
			Prado 4 Generador	5																
2613	Río Otún	53,1	Esmeralda	30	122.100	1.065	0,9%	30.517	25,0%	17.618	14,43%	17.936	14,69%	165	0,14%	19.727	16,16%	126.366	716	1
			Insula	19																
			BELMONTE	3,4																

⁷ Los porcentajes se presentan con relación al área de la subzona hidrográfica (Área SZH).

Subzona Hidrográfica	Capacidad Neta (MW)	Plantas	Capacidad (MW)	Área SZH (ha)	Ecosistemas de Regulación		Ecosistemas de Abastecimiento		Ecosistemas de Producción		Cultivos Transitorios		Cultivos Permanentes		Pastos		Aporte de Sedimentos (ton/año)	Oferta Hídrica (MMC)	Índice de Represas proyectadas a más de 10 años
					(ha)	% ⁷	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%			
2617	Río Frío y Otros Directos al Cauca	SERVITA	0,7	163.849	4.525	2,8%	14.106	8,6%	-	0,00%	59.557	36,35%	1.573	0,96%	5.438	3,32%	185.071	972	1
		RÍO PIEDRAS	19,9																
		AGUA FRESCA	7,1																
2601	Alto Río Cauca	Florida	19,9	84.924	1.331	1,6%	32.770	38,6%	18.046	21,25%	7.860	9,26%	32	0,04%	429	0,50%	58.680	436	-
		COCONUCO	4,5																
		PATICO - LA CABRERA	1,5																
2402	Río Fonce	PALMAS SAN GIL	15	241.081	798	0,3%	88.462	36,7%	31.976	13,26%	31.780	13,18%	193	0,08%	9.302	3,86%	201.538	1.226	-
2702	Alto Nechí	DOLORES	8,3	293.837	677	0,2%	129.463	44,1%	-	0,00%	43.780	14,90%	-	0,00%	-	0,00%	194.001	3.135	2
		PAJARITO	4,9																
2608	Directos Río Cauca (mi)	RÍO FRÍO II	10	135.918	1.794	1,3%	15.609	11,5%	-	0,00%	31.269	23,01%	40	0,03%	12.196	8,97%	157.497	665	1
		RÍO FRÍO I	1,7																
2630	Río Pance	NIMA	6,7	59.469	221	0,4%	13.251	22,3%	975	1,64%	4.235	7,12%	-	0,00%	11.608	19,52%	70.033	245	-
2118	Río Luisa y otros directos al Magdalena	VENTANA B	2,5	107.616	3.483	3,2%	7.177	6,7%	-	0,00%	14.938	13,88%	92	0,09%	554	0,51%	332.092	279	-
		VENTANA A	2,5																
2319	Río Lebrija	CASCADA	3	964.183	63.701	6,6%	215.457	22,3%	26.691	2,77%	262.260	27,20%	17.725	1,84%	44.498	4,62%	885.072	5.207	1
		ZARAGOZA	1,3																
		CALICHAL	0,2																
2612	Río La Vieja	EL BOSQUE	2,3	283.690	4.807	1,7%	52.579	18,5%	6.325	2,23%	40.634	14,32%	-	0,00%	57.438	20,25%	406.001	1.429	1
		UNIÓN	0,7																
		BAYONA	0,6																
2628	Río Quinamayo y otros directos al Cauca	EL PALO	1,4	81.951	718	0,9%	3.509	4,3%	-	0,00%	8.130	9,92%	2.102	2,57%	12.833	15,66%	117.150	327	-
		OVEJAS																	
		MONDOMO																	
2610	Río Tulua	RUMOR	2,5	114.889	2.144	1,9%	33.060	28,8%	16.345	14,23%	27.529	23,96%	668	0,58%	19.231	16,74%	134.234	424	1
2121	Río Coello	MIROLINDO	2,4	183.194	11.928	6,5%	51.264	28,0%	10.812	5,90%	22.312	12,18%	167	0,09%	3.229	1,76%	214.060	688	-
2631	Directos al Río Cauca (mi)	RÍO CALI	1,8	88.271	444	0,5%	19.847	22,5%	21	0,02%	11.943	13,53%	234	0,26%	10.556	11,96%	91.150	328	1
2401	Río Suárez	PUENTE GUILLRMO	1	785.574	8.040	1,0%	198.573	25,3%	35.051	4,46%	147.904	18,83%	3.946	0,50%	23.856	3,04%	746.911	3.244	1
2616	Río Tapias y otros directos al Cauca	GUACAICA	0,9	141.040	8.559	6,1%	19.232	13,6%	-	0,00%	56.945	40,38%	8.187	5,80%	7.872	5,58%	153.086	821	1
2106	Ríos directos Magdalena (md)	LA PITA	0,8	115.004	4.467	3,9%	29.359	25,5%	1.602	1,39%	23.273	20,24%	-	0,00%	18.694	16,26%	145.367	421	1
2620	Directos Río Cauca (md)	SAN JOSE DE LA MONTAÑA	0,4	355.364	8.853	2,5%	73.031	20,6%	-	0,00%	52.626	14,81%	1.949	0,55%	14.309	4,03%	357.263	2.203	1
		SAN JOSÉ	0,4																
2317	Río Cimitarra	REMEDIOS	0,8	497.248	27.207	5,5%	273.133	54,9%	-	0,00%	69.841	14,05%	3.711	0,75%	108	0,02%	215.136	3.027	-
2124	Río Totaré	PASTALES	0,7	143.713	7.485	5,2%	36.693	25,5%	24.024	16,72%	21.075	14,66%	-	0,00%	62	0,04%	197.627	447	-
2125	Río Lagunilla y Otros Directos al Magdalena	RÍO RECIO	0,3	275.355	5.178	1,9%	80.320	29,2%	19.468	7,07%	57.896	21,03%	307	0,11%	2.864	1,04%	385.771	1.050	-

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ministerio de Minas y Energía; UPME, 2010)

3.3.4.5 Posibilidades de acción

Para proteger a la población contra los eventos de inundación, avalancha y deslizamiento se deben incluir obras hidráulicas estructurales, que controlen los flujos y los sedimentos que arrastran los ríos, que dan protección o reducen los riesgos de inundación, y comprenden recuperación de los cauces y rondas de los ríos. (CEPAL;BID, 2012). En este orden de ideas se presentan las siguientes posibilidades de acción para la disminución y control del riesgo:

- Implementación de medidas de mitigación estructurales que favorezcan el transporte fluvial y las condiciones de protección de los asentamientos humanos. Entre estas se encuentran modificaciones a los canales de los ríos, defensas ribereñas, depresiones para desbordamiento, cauces de alivio y obras de drenaje.
- Aumento de la regulación hídrica mediante el aumento de la cobertura natural en las subzonas y aumento de la cobertura natural en las rondas hídricas y áreas activas de inundación.
- Planeación Urbana y Localización de nuevos asentamientos.
- Implementación de medidas de mitigación no estructurales: Sistemas de monitoreo de las cuencas y de alerta temprana, elaboración de planes de contingencia y evacuación, y de mapas de amenazas y riesgos.

Con respecto a la implementación de medidas de mitigación de riesgo estructurales, se puede analizar cómo fueron los costos en el caso de eventos anteriores. En este orden de ideas, se presenta en la Tabla 44 la valoración de costos de las medidas de mitigación de la ola invernal, según el tipo de riesgo. (CEPAL;BID, 2012)

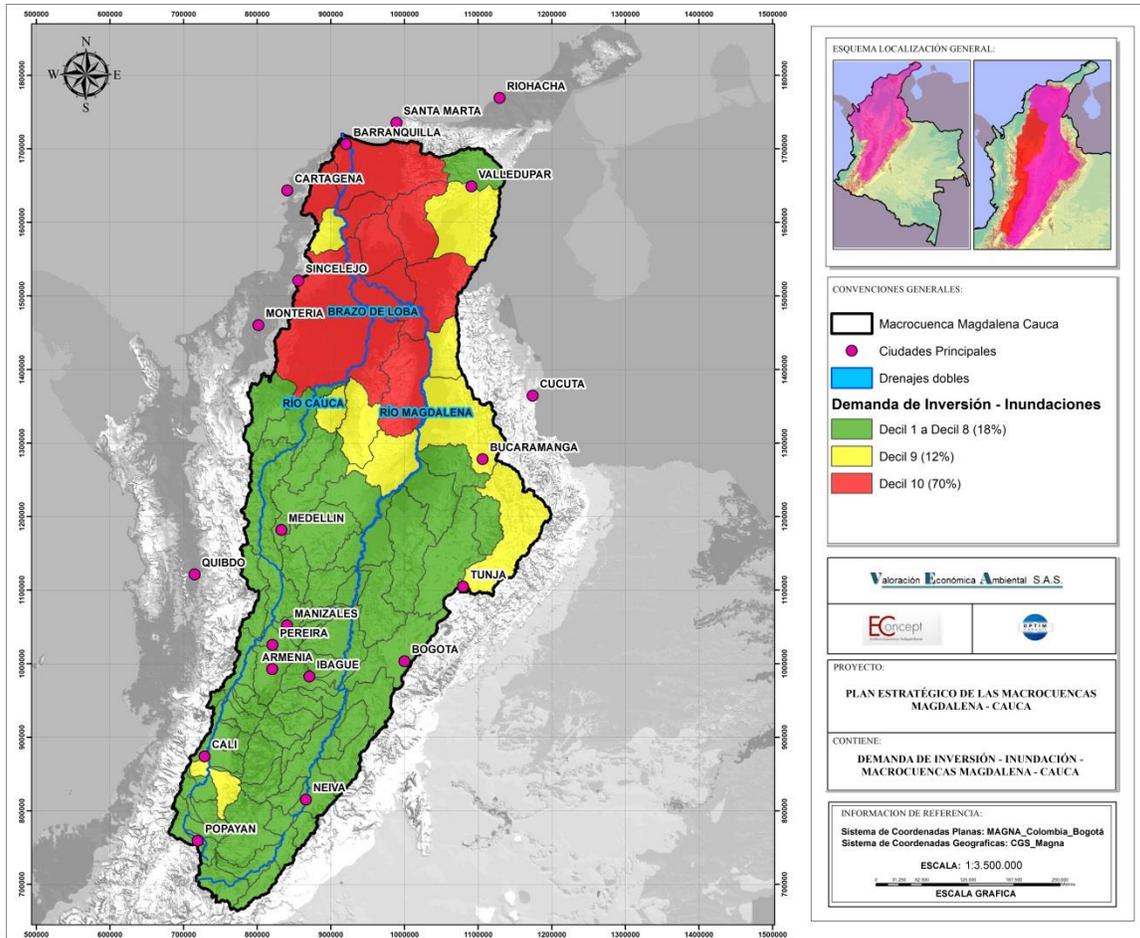
Tabla 44. Costo de las medidas de mitigación según el tipo de riesgo

Riesgo	Costo medidas de mitigación por hogar afectado (millones de pesos)
Inundaciones	4,04
Remoción en masa	3,03

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (CEPAL;BID)

Con base en la información anterior se puede calcular cuales subzonas representan el mayor porcentaje de inversión en medidas de mitigación estructurales. Para el caso de la demanda de inversión por inundaciones se presenta la Ilustración 102.

Ilustración 102. Demanda de inversión por subzonas - Inundación



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE, 2011)

Como se observa en la Ilustración 102 la mayor concentración de inversión por subzonas se presenta en las partes bajas de la Macrocuenca. Estas 21 subzonas demandan el (82%) de la inversión por hogares afectados por inundación y se listan en la Tabla 45.

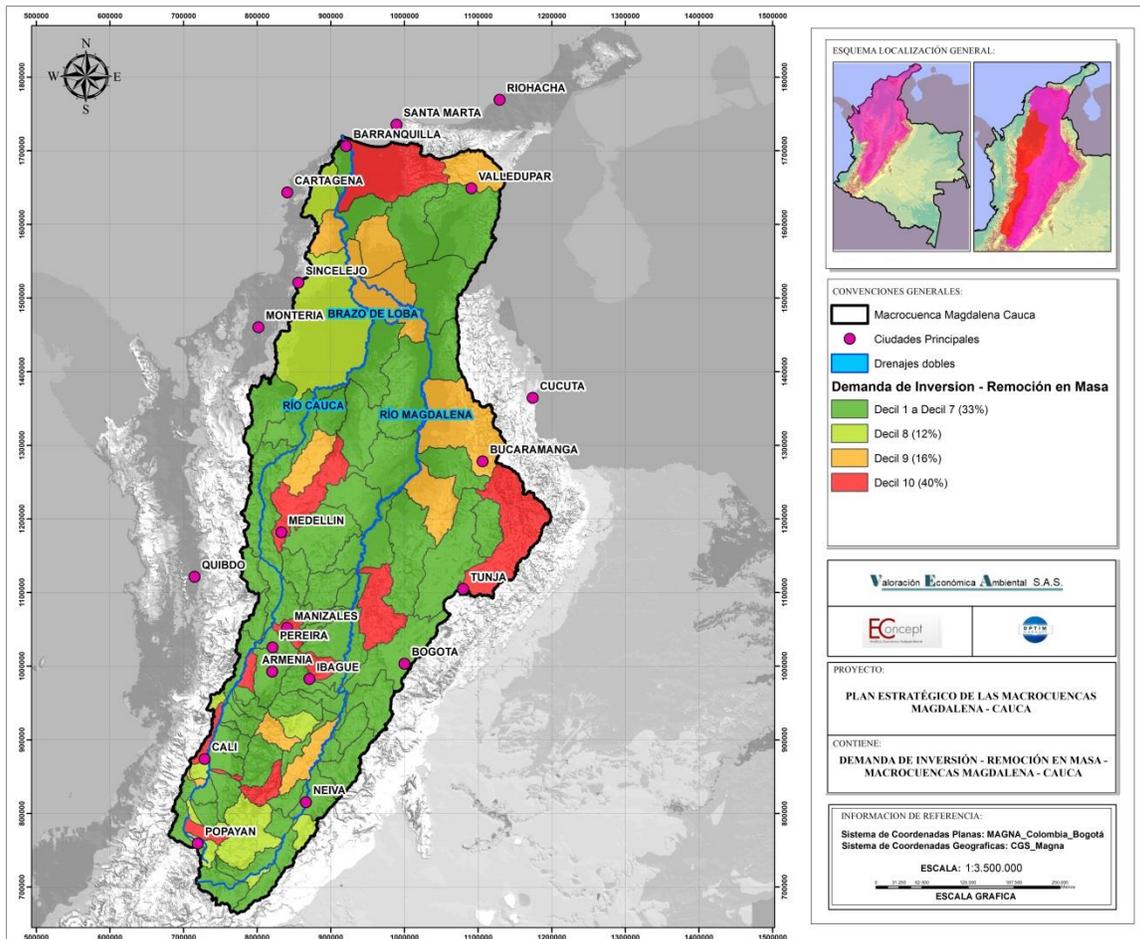
Tabla 45. Demanda de inversión por afectación de inundaciones

Cód SZH	Subzona hidrográfica	%
2502	Bajo San Jorge - La Mojana	16%
2907	Directos Bajo Magdalena	14%
2906	Cga Grande de Santa Marta	10%
2904	Directos al Bajo Magdalena (mi)	6%
2903	Bajo Magdalena - Canal del Dique	6%
2626	Directos Bajo Cauca - Cga La Raya	4%
2805	Bajo Cesar	4%
2320	Brazo Morales	3%
2902	Directos al Bajo Magdalena (md)	2%
2908	Arroyo Corozal	2%
2804	Río Ariguani	2%
2704	Directos al Bajo Nechí	2%
2319	Río Lebrija	2%
2802	Medio Cesar	2%
2321	Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena Medio	1%

Cód SZH	Subzona hidrográfica	%
2901	Directos al Bajo Magdalena (mi)	1%
2317	Río Cimitarra	1%
2630	Río Pance	1%
2403	Río Chicamocha	1%
2703	Bajo Nechí	1%
2604	Río Palo	1%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE, 2011)

Ilustración 103. Demanda de inversión por subzonas – Deslizamientos



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE, 2011)

Las 21 subzonas que demandan el 56% de la inversión por hogares afectados por fenómenos de remoción en masa se listan en la Tabla 46.

Tabla 46. Demanda de inversión por fenómenos de remoción en masa

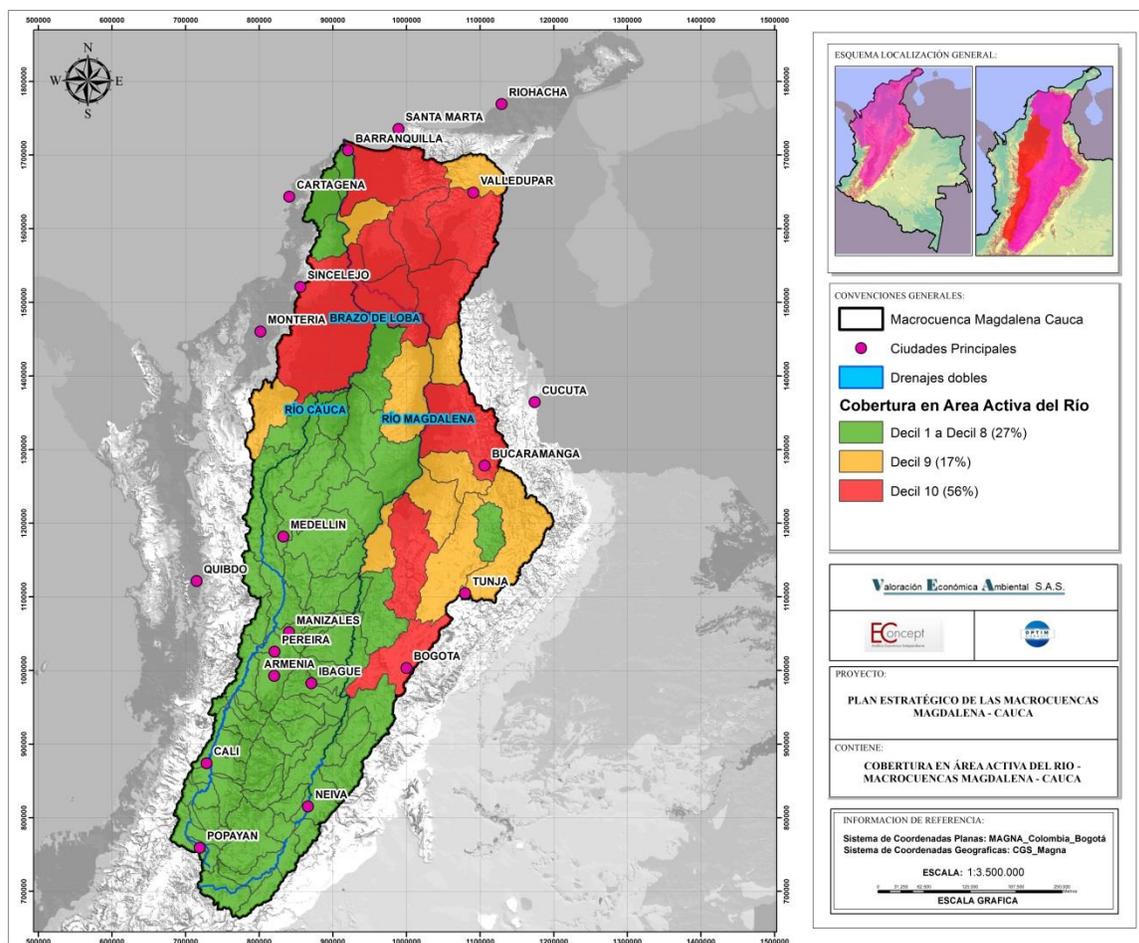
Cód SZH	Subzona hidrográfica	%
2615	Río Chinchiná	7%
2306	Río Negro	6%
2124	Río Totaré	4%
2906	Cga Grande de Santa Marta	4%
2602	Río Purace	4%
2637	Directos Río Cauca (md)	3%
2202	Río Atá	3%
2631	Directos al Río Cauca (mi)	3%
2403	Río Chicamocha	3%
2701	Río Porce	2%
2622	Río Desbaratado	2%
2314	Río Opón	2%
2629	Río Claro	2%
2901	Directos al Bajo Magdalena (mi)	2%
2908	Arroyo Corozal	2%

Cód SZH	Subzona hidrográfica	%
2907	Directos Bajo Magdalena	2%
2702	Alto Nechí	2%
2204	Río Amoyá	2%
2319	Río Lebrija	1%
2113	Río Aipe y otros directos al Magdalena	1%
2801	Alto Cesar	1%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE, 2011)

Uno de los factores que más influyen la vulnerabilidad de las zonas ante los desastres asociados al agua es la proporción del área activa del río que se encuentra desprotegida de cobertura natural, en este sentido en la se presentan las subzonas en dónde el área activa del río se encuentra sin cobertura natural.

Ilustración 104. Área Activa del Río sin Cobertura Natural por subzonas



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (CORMAGDALENA;TNC, 2012)

En la Ilustración 104 sobresale cómo en 20 subzonas se concentra el 73% del Área Activa del río sin cobertura natural, estas subzonas se listan en la Tabla 47.

Tabla 47. Área activa del Río sin cobertura por subzonas con mayor área desprotegida

Cód SZH	Subzona hidrográfica	%
2502	Bajo San Jorge - La Mojana	15%
2802	Medio Cesar	8%
2319	Río Lebrija	6%
2804	Río Ariguaní	5%
2906	Cga Grande de Santa Marta	5%
2907	Directos Bajo Magdalena	5%
2120	Río Bogotá	4%
2805	Bajo Cesar	3%
2908	Arroyo Corozal	3%
2312	Río Carare (Minero)	2%
2401	Río Suárez	2%
2320	Brazo Morales	2%
2501	Alto San Jorge	2%
2311	Directos al Magdalena Medio	2%
2403	Río Chicamocha	2%
2902	Directos al Bajo Magdalena (md)	2%
2314	Río Opón	2%
2405	Río Sogamoso	1%
2321	Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena Medio	1%
2801	Alto Cesar	1%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (CORMAGDALENA;TNC, 2012)

3.3.4.6 Escenarios de desarrollo

Para responder a la pregunta de cómo podría protegerse a la población de posibles desastres asociados al agua en los próximos 40 años se plantearon 3 diferentes escenarios: Optimista, probable y pesimista.

En el escenario *optimista* se plantea que se realiza inversiones en la infraestructura para el desarrollo de medidas de mitigación estructurales requeridas y un aumento del 30% a 80% de la cobertura natural del área activa del río. En este escenario las mejoras se producen gradualmente durante los próximos 5 años.

En el escenario *probable* se plantea que se realizan inversiones en la infraestructura para el desarrollo de medidas de mitigación estructurales requeridas y un aumento del 30% a 80% de la cobertura natural del área activa del río. En este escenario las mejoras se producen gradualmente durante la próxima década.

En el escenario *pesimista* se plantea que se realizan inversiones en la infraestructura para el desarrollo de medidas de mitigación estructurales requeridas y un aumento del 30% a 80% de la cobertura natural del área activa del río. En este escenario las mejoras se producen gradualmente durante los próximos 15 años.

Al modelar estas variaciones en la inversión en infraestructura y mejora de la cobertura natural en el área activa del río se observa que los hogares que se van a ver afectados por los diferentes eventos varían sustancialmente dependiendo del escenario. Esta información se presenta en la Tabla 48.

Tabla 48. Resultado de los escenarios de desarrollo

Evento	Meta hogares afectados por Año	Hogares Afectados Hasta Alcanzar el Escenario Optimista	Hogares Afectados Hasta Alcanzar el Escenario Probable	Hogares Afectados Hasta Alcanzar el Escenario Pesimista
Inundaciones	17.977	190.589	440.083	690.467
Remoción en masa	3.774	40.010	92.386	144.949
Cultivos perdidos	13.402	142.087	328.089	514.754
Ganado	7.538	79.914	184.527	289.514

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

3.3.5 Gobernanza del Agua

En la coordinación para la gobernanza del agua, se deben incluir posibilidades de acción que incluyan la representación de todos los actores institucionales, públicos y privados. En este orden de ideas, se analizaron normativas y documentos como el Decreto 1640 de 2012, la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, la Misión Gobernanza del Agua, el Plan Nacional de Desarrollo, entre otros, con el fin de incluir los objetivos actuales y planeados con relación a la gobernabilidad del recurso hídrico.

Las posibilidades se presentan a continuación.

- Incrementar e intensificar los instrumentos de planificación, administración, monitoreo y control del recurso hídrico.
- Articular y coordinar las actividades y planes entre los Ministerios, las autoridades ambientales y los entes territoriales.
- Desarrollar herramientas y sistemas de información de usuarios del recurso hídrico.
- Implementar escenarios y espacios que permitan la identificación y manejo de conflictos.
- Fomentar la investigación y revisión normativa.
- Desarrollar e implementar esquemas de gestión comunitaria local hacia el uso y manejo responsable del agua.
- Implementar herramientas e instrumentos de monitoreo sistemático y permanente del estado y dinámica del agua en cantidad y calidad.
- Construcción de indicadores de seguimiento de las condiciones de calidad y uso del recurso hídrico.

Por otro parte, para el análisis del recurso hídrico desde el enfoque de gobernabilidad e institucional, 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.

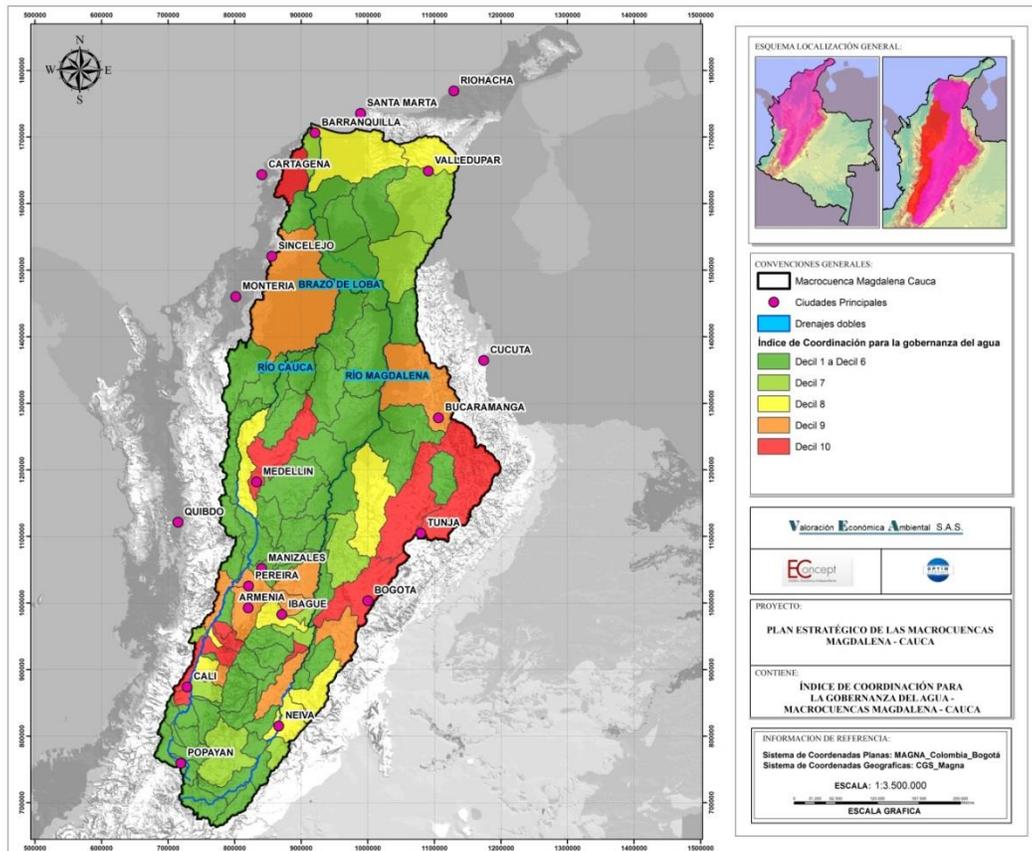
En este orden de ideas, el ICGA se calcula mediante la normalización de las variables seleccionadas y la ponderación de éstas. Para la ponderación, se asigna un peso de 30% a la variable del índice del Uso del agua y el restante 70% se distribuye proporcionalmente a cada variable. Lo anterior, debido 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).

La siguiente ilustración muestra la distribución del índice de Coordinación para la Gobernanza del Agua (ICGA) en la Macrocuenca.

Ilustración 105. Índice de Coordinación para la Gobernanza del Agua



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Las 11 subzonas hidrográficas que se identificaron que tienen el mayor ICGA se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 49. Índice de Coordinación para la Gobernanza del Agua de las 11 subzonas con mayor ICGA

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 Tuluá	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: Cálculos UT Macrocuencas

De la anterior tabla se puede observar que la subzona hidrográfica que posee el mayor potencial de conflictividad alrededor de las diferentes temáticas sería la correspondiente al Río Bogotá, seguida por la del Río Pance.

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. Variables que aportan de manera importante al ICGA.

Tabla 50. Subzonas 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 Tuluá	1,61
2903	Bajo Magdalena - Canal del Dique	1,61
2632	Río Cerrito y otros directos al Cauca	1,29
2109	Juncal y otros Ríos directos al Magdalena	1,27
2634	Río Morales	1,09
2609	Río Amaime	1,05

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Tabla 51. Subzonas 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 52. Subzonas 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 53. Subzonas 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

3.4 CÁLCULO Y ANÁLISIS DE INDICADORES DEL RECURSO HÍDRICO A NIVEL DE MACROCUENCA.

3.4.1 Indicador de Necesidad de Agua “Water Poverty Index – WPI”

3.4.1.1 Para qué sirve el WPI

De acuerdo con el trabajo “The Water Poverty Index: Development and application at the community scale” de C. A. Sullivan et al (2003), *“el WPI es una herramienta holística que permite medir el estrés hídrico a nivel del hogar y de la comunidad, está diseñado para ayudar a los decisores nacionales, en la comunidad y nivel del gobierno central, así como las agencias donantes, para determinar las necesidades prioritarias de las intervenciones en el sector del agua”.*

En otras palabras el WPI es una herramienta desarrollada con el fin de lograr una gestión de agua más eficaz y eficiente. Dado que este índice permite combinar y correlacionar en un sólo número variada información de tipo: físico, social, económico y ambiental; es posible determinar en el momento de la toma de decisiones, cuáles son aquellos factores más relevantes en el tema del estrés hídrico y especialmente en el impacto que tiene la escasez de agua en las poblaciones humanas.

3.4.1.2 Descripción de componentes

El índice de WPI se diseñó mediante movimientos participativos y a partir de la consulta de grupos de interés, políticos y científicos con el fin de asegurar que todos los aspectos relevantes alrededor del recurso hídrico estuvieran siendo incluidos dentro del mismo. De acuerdo con esto, durante el proceso se obtuvieron e identificaron cinco (5) componentes claves: Recurso, Acceso, Capacidad, Uso y Entorno.

En la Tabla a continuación se presenta en resumen lo que implica cada uno de los componentes mencionados anteriormente.

Tabla 54. Componentes del WPI

Componente	Descripción
Recurso (R)	Disponibilidad física tanto de aguas superficiales y subterráneas, teniendo en cuenta variabilidad y calidad, así como la cantidad total de agua.
Acceso (A)	Acceso del agua para uso humano, incluyendo la distancia a una fuente segura, tiempo requerido para la recolección. Acceso a agua para riego de cultivos o para usos industriales.
Capacidad (C)	Habilidad/Capacidad de las personas para hacer uso y gestión del agua. Ingresos económicos que permitan mejoras en la consecución y acceso al agua. Incluye factores como educación y salud que al interactuar con los ingresos permite indicar una capacidad para el manejo y gestión del agua.
Uso (U)	Diferentes usos de agua, incluidos, el uso doméstico, el agrícola y el industrial.
Entorno (E)	Evaluación de la integridad medioambiental en relación con los bienes y de los ecosistemas acuáticos y los servicios de los hábitats acuáticos de la zona.

Fuente: (Sullivan, Meigh, & Giacomello, 2003)

3.4.1.3 Cálculo del WPI

El Water Poverty Index se obtiene a partir de la agregación de los resultados de los cinco componentes claves mencionados en la tabla anterior los cuales se pueden combinar de diferentes maneras.

De acuerdo con Sullivan y otros (2003) el valor del WPI se puede calcular como un promedio ponderado de los valores de cada componente. Así

$$WPI = \frac{\sum_{i=1}^N w_i X_i}{\sum_{i=1}^N w_i}$$

Donde,

WPI : Índice para una locación en particular.

X_i : Componente *i* del WPI en la locación en particular.

w_i : Peso aplicado a cada componente dentro de la fórmula.

De acuerdo con lo anterior y combinando los componentes, la expresión matemática anterior queda así:

$$WPI = \frac{w_r R + w_a A + w_c C + w_u U + w_e E}{w_r + w_a + w_c + w_u + w_e}$$

Con la condición,

$$w_r + w_a + w_c + w_u + w_e = 1$$

De igual manera, para calcular el valor de cada componente también se realiza un promedio ponderado de los indicadores (subcomponentes) tenidos en cuenta para cada componente.

Es importante tener en cuenta que cada uno de los componentes a incluir dentro de la fórmula debe estar previamente estandarizado, de manera que su valor caiga dentro de un rango de 0 a 100. Esta estandarización consiste en asignar valores a los indicadores de acuerdo a la posición que ocupan con respecto a los demás datos. De esta forma se asegura que el valor del WPI estará también en el rango de 0 a 100, donde 100 indica la mejor situación o el nivel más bajo de pobreza de agua y de manera contraria el 0.

Ahora, otra manera de agregar los resultados de los cinco componentes es presentada por (Arévalo, 2012) La propuesta de Arévalo es que el índice se calcule directamente desde los valores estandarizados de los componentes utilizando la media geométrica. De igual forma los valores de los componentes se calculan a partir de la media geométrica de los subcomponentes, así:

El valor de cada componente se calcula a partir de la media geométrica de los indicadores:

$$C_i = \sqrt[n]{Ind_1 \times Ind_2 \times \dots \times Ind_n}$$

Y a partir del valor de cada componente se calcula el WPI, expresado como

$$G_i = \sqrt[n]{Ind_{Recurso} \times Ind_{Acceso} \times Ind_{Capacidad} \times Ind_{uso} \times Ind_{entorno}}$$

Arévalo (2012) expone cómo el método de estandarización de posiciones relativas distorsionaba los resultados de los indicadores, y por lo tanto propone un método de normalización que asigna a todas las unidades de análisis valores normalizados fijos. Esto se hace estableciendo un valor mínimo y un máximo, de tal forma que los valores inferiores a un mínimo se les asigna el valor de 0, los superiores a un máximo se les asigna un valor de 1, mientras que los valores intermedios se estandarizan a través del método de estandarización de posiciones relativas con respecto al máximo establecido.

En este capítulo se utilizó el método de estandarización propuesto por Arévalo (2012). Adicionalmente se calculó el Water Poverty Index por medio de la media aritmética y la media geométrica.

3.4.1.4 Variables empleadas por componente para análisis por Macrocuenca

Como se mencionó anteriormente, cada uno de los componentes que conforman el índice WPI está compuesto por subcomponentes, los cuales se calculan usando bien sea la media aritmética y la geométrica.

A continuación se presenta para cada componente los subcomponentes que se tuvieron en cuenta para el cálculo del WPI de la Macrocuenca Magdalena Cauca. Los subcomponentes se escogieron en concordancia con las variables propuestas en el informe de Arévalo (2012).

3.4.1.4.1 Recurso

El componente *Recurso* es aquel que dentro del índice WPI expresa la disponibilidad del recurso como tal, es decir la disponibilidad del agua para las diferentes necesidades o demandas de la zona evaluada. En este sentido, al igual que como se realizó en el trabajo citado, el componente (R) está conformado por cuatro variables:

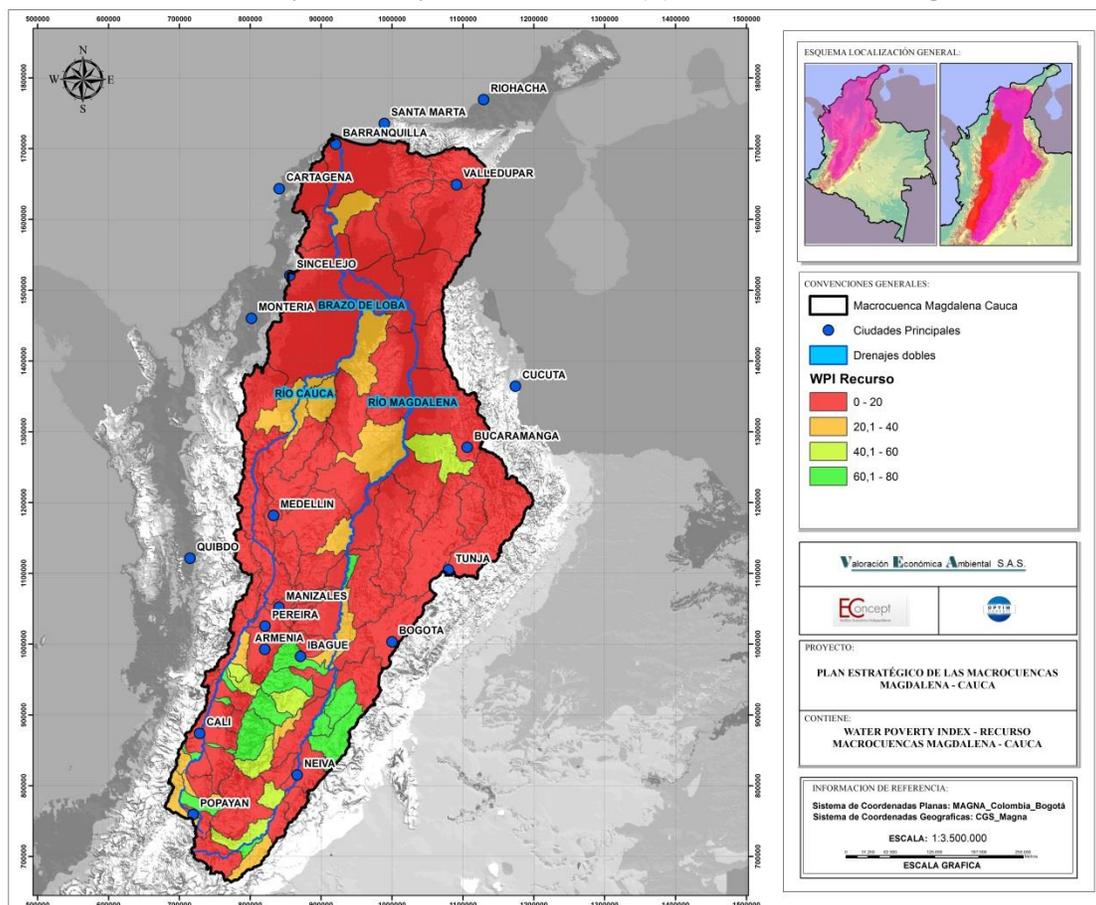
- Oferta hídrica superficial total, expresada como rendimiento hídrico ($l/s\text{-km}^2$). Esta variable se encuentra calculada por subzona hidrográfica de Colombia en el Estudio Nacional del Agua - ENA (2010).
- Carga contaminante de Sólidos Suspendidos Totales vertidos a los cuerpos de agua (Ton/Año). Esta variable se encuentra calculada por subzona hidrográfica de Colombia en el Estudio Nacional del Agua - ENA (2010).
- Carga contaminante de Demanda Bioquímica de oxígeno vertidos a los cuerpos de agua (Ton/Año). Esta variable se encuentra calculada por subzona hidrográfica de Colombia en el Estudio Nacional del Agua - ENA (2010).
- Carga contaminante de Mercurio vertida a cuerpo de agua debido a la minería de oro (Ton/Año). Esta variable se calculó a partir de la producción de minería de oro por subzona calculada a partir de datos de la UPME.

Ahora, los valores obtenidos para cada una de las variables se encuentran en unidades diferentes, por lo tanto fue necesario realizar la normalización de los datos. Esta estandarización se realizó teniendo en cuenta las recomendaciones (Arévalo, 2012) según las cuales se estableció unos valores máximo y un mínimo. Los valores límites del recurso hídrico se adoptaron del informe de Arévalo (2012), los valores límites de las cargas de SST y DQO se obtuvieron a partir de las categorías y descriptores de presión presentados en el capítulo 6 del Estudio Nacional del Agua (IDEAM, 2010) y los valores límites de la carga de mercurio se establecieron a partir de la eliminación de las colas de distribución de datos.

A continuación se presenta el mapa con el WPI correspondiente al componente de Recurso para la Macrocuenca calculado con la media geométrica, tal como se muestra a continuación

$$Ind_{Recurso} = \sqrt[4]{Ind_{Rendimiento\ h\acute{d}rico} \times Ind_{Carga\ SST} \times Ind_{Carga\ DQO} \times Ind_{mercurio}}$$

Ilustración 106. WPI para el componente de Recurso (R) calculado con la media geométrica



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

3.4.1.4.2 Acceso

Dentro del componente de *Acceso* (Arévalo, 2012) propone incluir la variable del acceso a agua apta para consumo humano a nivel urbano y rural. Así los subcomponentes que se tuvieron en cuenta para este capítulo fueron:

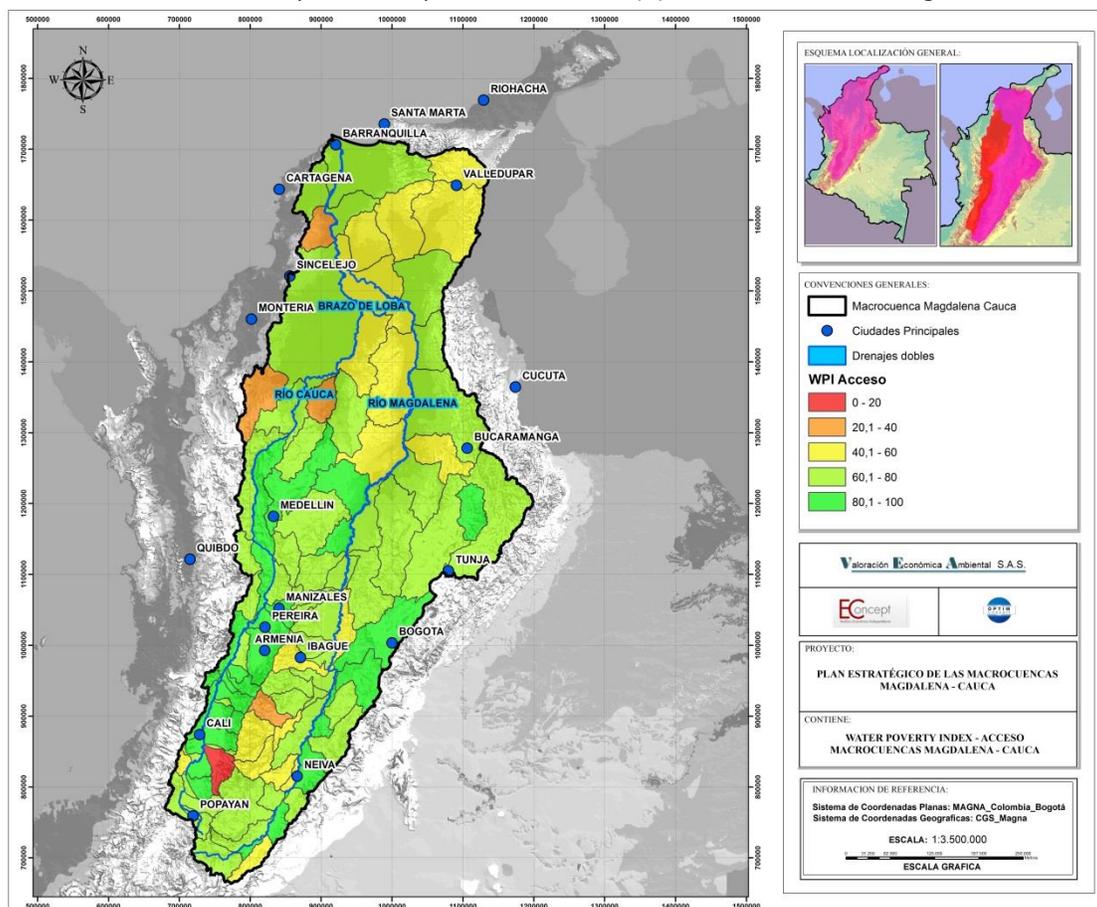
- Porcentaje de población con acceso a agua apta para consumo a nivel urbano. Esta variable se calculó a partir de dos indicadores:
 - o Porcentaje de cobertura de acueducto urbano, con información del DANE 2005 y completados con información del SUI 2010
 - o Índice de riesgo de calidad de agua potable, el cual se obtuvo a partir de datos del SUI 2010

- Porcentaje de población con acceso a agua apta para consumo a nivel rural. Este porcentaje se limitó al porcentaje de población con acueducto a nivel rural, esta información fue tomada de ECV del DANE 2005 y completados con información del SUI 2010

Dado que en este caso los valores son porcentajes no fue necesario normalizar la información procesada, además, un mayor porcentaje de población con acceso a agua potable efectivamente resulta en la situación más deseable. Así se calculó la media aritmética y geométrica para determinar el valor del componente de acceso (A).

A continuación se presenta el mapa con el WPI correspondiente al componente de Acceso para la Macrocuenca calculado con la media geométrica.

Ilustración 107. WPI para el componente de Acceso (A) calculado con la media geométrica



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

3.4.1.4.3 Capacidad

El componente de *Capacidad* – (C) se incluye en el cálculo del WPI por varias razones: (i) muestra si la región de estudio tiene un alto potencial para sobrepasar las ineficiencias alrededor del

recurso hídrico en términos de disponibilidad/acceso mediante la inversión en infraestructura; (ii) mide cuán relacionadas se encuentran las variables de inaccesibilidad al agua y falta de desarrollo económico de la región; (iii) muestra la pérdida de bienestar como consecuencia de la falta de agua o el bajo acceso a agua potable para consumo humano; y finalmente (iv) muestra qué parte de los ingresos económicos de la región dependen directamente del uso del recurso hídrico (Sullivan, Meigh, & Giacomello, 2003).

Para este caso, el indicador que se tuvo en cuenta para el componente de capacidad fue la *Tasa de mortalidad infantil por EDA – Enfermedad Diarreica Aguda rural y urbana*.

La *Tasa de mortalidad infantil por EDA* es un indicador del número de personas que han muerto por diarrea respecto al número de habitantes de una región, cabe mencionar que la diarrea es una enfermedad altamente relacionada con el consumo de agua contaminada. Esta información se obtuvo para el año 2011 del Fondo de Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) por departamento de Colombia. Al igual que para las variables antes mencionadas fue necesario realizar la zonificación adecuada por subzona, sin embargo es importante recalcar que aunque los datos no requieren normalizarse sí se debe tener en cuenta que a mayor tasa o porcentaje menor debe ser el puntaje empleado para el cálculo del WPI. En otras palabras a mayores muertes por consumo de agua contaminada mayor es la pérdida de bienestar y son peores las condiciones de riqueza de agua.

3.4.1.4.4 Uso

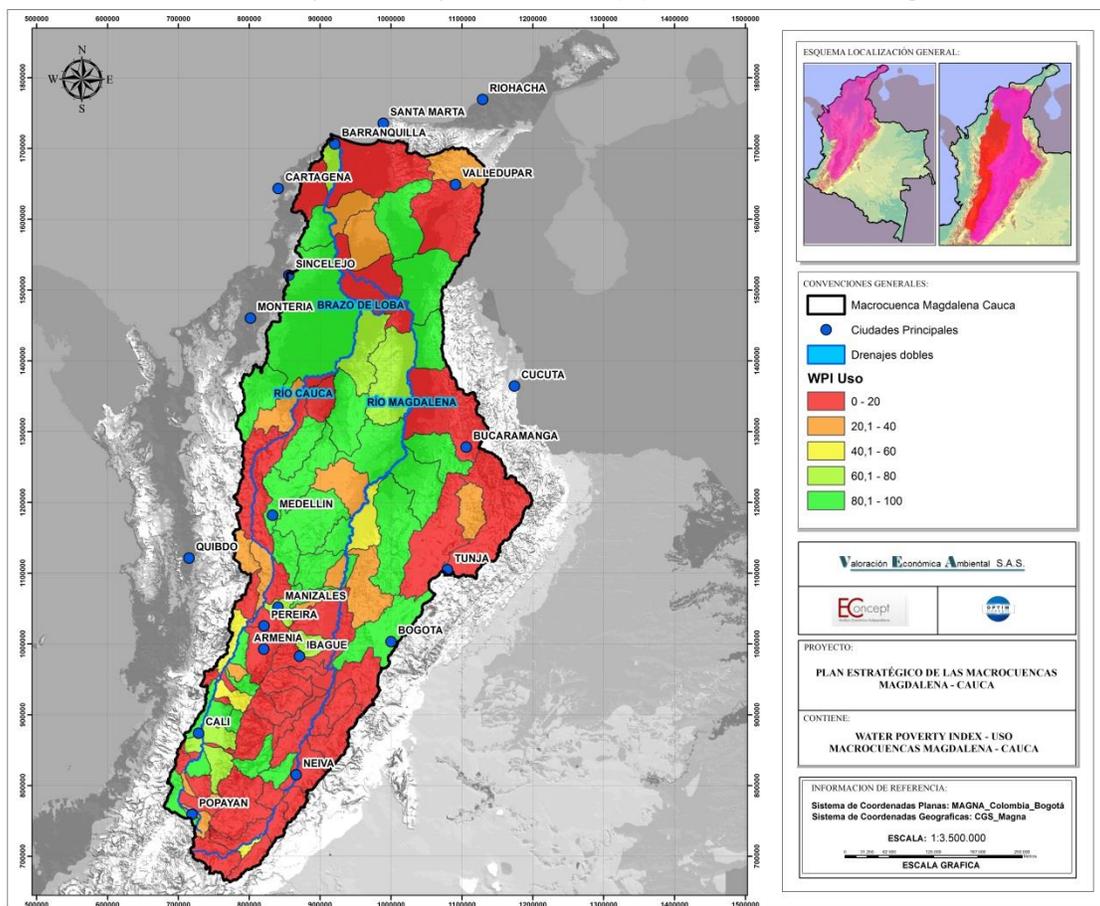
De acuerdo a Sullivan y otros (2013), el componente de *Uso* (U) pretende mostrar el nivel de uso de agua por tipo. Según Arévalo (2012) se debe tener en cuenta indicadores para la demanda de agua para uso agropecuario, industrial y energético. En este sentido se utilizaron los siguientes subcomponentes:

- PIB del sector agropecuario/Volumen de agua captado por el sector agrícola.
El valor del PIB agropecuario se obtuvo a partir de datos del (DANE) y se distribuyó por subzona hidrográfica proporcionalmente a las áreas agropecuarias, mientras que la demanda agropecuaria de agua se obtuvo a partir de datos del INCODER (SIG, 2011).
- PIB del sector industrial/Volumen de agua captado por el sector industrial.
El valor del PIB industrial se obtuvo a partir de datos de (DANE, 2005) y (DNP) , mientras la demanda de agua del sector está disponible en el Estudio Nacional del Agua- ENA (IDEAM, 2010)
- PIB del sector energético/Volumen de agua captado por el sector energético
El valor del PIB energético se obtuvo a partir de datos de (DANE), y se distribuyó por los niveles de producción energética de cada subzona, mientras que la demanda de agua captada por el sector energético se obtuvo del Estudio Nacional del Agua- ENA (IDEAM, 2010)

Debido a que el indicador creado queda en unidades de millones de pesos/metros cúbico fue necesario realizar la normalización de los datos para ser empleados dentro del cálculo del índice del WPI. Esta normalización se realizó teniendo en cuenta las recomendaciones de (Arévalo, 2012) , así se adaptaron un valor máximo y mínimo, de tal manera que los inferiores al mínimo tomaron el valor del cero, los mayores al máximo tomaron el valor de 1 y los valores intermedios se ajustaron por medio de una regresión lineal.

A continuación se presenta el mapa con el WPI correspondiente al componente de Uso para la Macrocuenca calculado con la media geométrica.

Ilustración 108. WPI para el componente de Uso (U) calculado con la media geométrica



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

3.4.1.4.5 Entorno

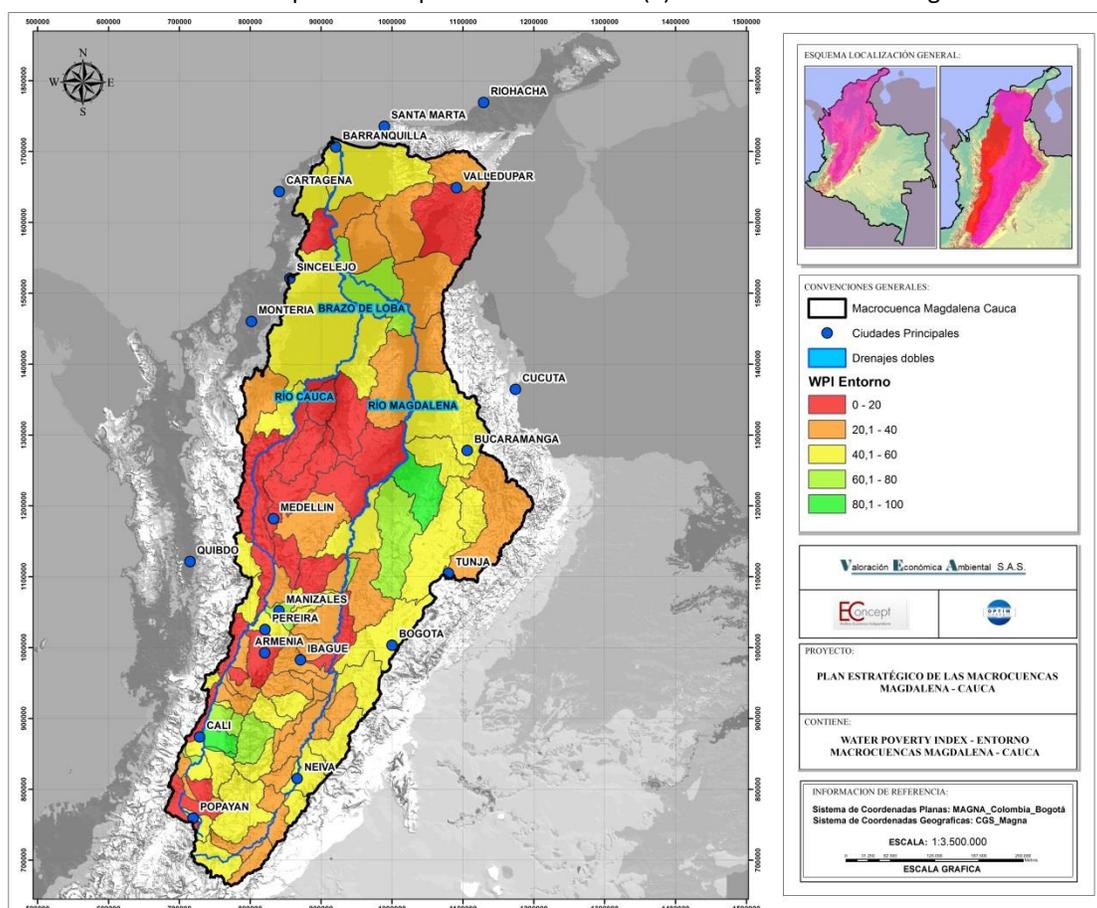
El componente de *Entorno* (E) representa una medida del estado del medio ambiente de las regiones de interés. En este caso se tuvieron en cuenta los mismos subcomponentes propuestos por (Arévalo, 2012):

- Porcentaje de área de la subzona que corresponde a ecosistemas reguladores del recurso hídrico, tales como páramos, humedales, bosques naturales, glaciares y nieves). Esta información se obtuvo a partir del mapa de coberturas IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2007-2009”
- Porcentaje de área de la subzona que corresponde a áreas degradadas por erosión. Esta información se obtuvo a partir de la información del IGAC disponible en el (SIGOT, 2010).

En este caso no resulta necesario estandarizar los valores debido a que son porcentajes, sin embargo si se debe tener en cuenta que en el caso de los ecosistemas reguladores entre mayor el porcentaje mejor la situación, mientras que en el caso de la erosión a menor porcentaje mejora la situación.

A continuación se presenta el mapa con el WPI correspondiente al componente de Entorno para la Macrocuenca calculado con la media geométrica.

Ilustración 109. WPI para el componente de Entorno (E) calculado con la media geométrica



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

3.4.1.5 Resultados

A partir de la definición de cada una de las variables que conforman los cinco componentes del índice es posible calcular el WPI para cada una de las subzonas y luego el WPI para la Macrocuenca Magdalena – Cauca. En este sentido, primero se agregaron los subcomponentes para obtener los componentes y luego se agregaron los componentes para obtener el índice finalmente. Tal como se mencionó anteriormente, el cálculo se realizó con la media aritmética y la media geométrica.

En el caso de la media aritmética, la ecuación que representa el cálculo final es la siguiente:

$$WPI = \sum_{i=1}^{N1} w_i R_i + \sum_{i=1}^{N2} w_i A_i + \sum_{i=1}^{N3} w_i C_i + \sum_{i=1}^{N4} w_i U_i + \sum_{i=1}^{N5} w_i E_i$$

Donde,

- WPI : Índice para una locación en particular.
- R_i : Subcomponentes del componente Recurso
- A_i : Subcomponentes del componente Acceso
- C_i : Subcomponentes del componente Capacidad
- U_i : Subcomponentes del componente Uso
- E_i : Subcomponentes del componente Entorno
- N_1 : Número total de subcomponentes que conforman el componente Recurso
- N_2 : Número total de subcomponentes que conforman el componente Acceso
- N_3 : Número total de subcomponentes que conforman el componente Capacidad
- N_4 : Número total de subcomponentes que conforman el componente Uso
- N_5 : Número total de subcomponentes que conforman el componente Entorno
- w_i : es el peso aplicado a cada subcomponente

En el caso de la media geométrica, la ecuación que representa el cálculo final es la siguiente:

$$WPI = \sqrt[n]{Ind_{Recurso} \times Ind_{Acceso} \times Ind_{Capacidad} \times Ind_{uso} \times Ind_{entorno}}$$

Los indicadores para cada componente también se obtienen a partir de la media geométrica de sus subcomponentes, por ejemplo en el caso del componente Recurso (R):

$$Ind_{Recurso} = \sqrt[4]{Ind_{Rendimiento\ hídrico} \times Ind_{Carga\ SST} \times Ind_{Carga\ DQO} \times Ind_{mercurio}}$$

A continuación se presentan las tablas con los componentes y el índice del WPI calculado por subzona para la Macrocuenca Magdalena – Cauca, por medio de la media aritmética y la media geométrica.

Tabla 55. WPI por subzona calculado con media aritmética

Zona	SZH	NOMBRE SUBZONA	RECURSO	ACCESO	CAPACIDAD	USO	ENTORNO	WPI
MAGDALENA ALTO	2101	Alto Magdalena	35	53	99	0	48	47
	2102	Río Timaná y otros directos al Magdalena	67	56	97	0	19	48
	2103	Río Suaza	49	38	99	0	26	42
	2104	Ríos Directos al Magdalena (mi)	44	53	97	0	33	45
	2105	Río Páez	32	45	98	0	48	45
	2106	Ríos directos Magdalena (md)	31	86	99	0	27	49
	2108	Río Yaguará y Río Iquira	66	54	97	48	19	57
	2110	Río Neiva	31	50	99	0	34	43
	2111	Río Fortalecillas y otros	8	55	99	0	29	38
	2112	Río Baché	36	44	99	0	24	40
	2113	Río Aipe, Río Chenche y otros directos al Magdalena	21	78	98	0	20	43
	2114	Río Cabrera	71	53	99	0	44	53
	2115	Directos Magdalena	72	58	98	0	14	48
	2116	Río Prado	68	53	98	0	18	47
	2118	Río Luisa y otros directos al Magdalena	29	80	97	0	21	45
	2119	Río Sumapaz	30	85	100	0	25	48
	2120	Río Bogotá	25	88	100	100	29	68
	2121	Río Coello	70	43	98	0	28	48
	2123	Río Seco y otros Directos al Magdalena	60	58	99	0	2	44
	2124	Río Totaré	6	82	98	0	18	41
	2125	Río Lagunilla y Otros Directos al Magdalena	7	77	98	0	13	39
	2201	Alto Saldaña	68	41	97	0	58	53
	2202	Río Atá	47	42	98	0	52	48
	2203	Medio Saldaña	46	38	97	0	13	39
	2206	Río Tetuán, Río Ortega	51	83	94	0	26	51
	2207	Río Cucuana	73	46	97	0	30	49
2301	Río Gualí	26	79	98	0	28	46	

Zona	SZH	NOMBRE SUBZONA	RECURSO	ACCESO	CAPACIDAD	USO	ENTORNO	WPI
	2302	Río Guarinó	32	51	99	0	33	43
	2303	Directos al Magdalena (md)	78	46	100	0	35	52
	2304	Directos Magdalena (mi)	16	54	99	0	23	38
	2305	Río La Miel (Samaná)	28	45	99	0	28	40
	2306	Río Negro	35	76	100	0	23	47
	2307	Directos Magdalena Medio (mi)	62	89	98	0	36	57
	2308	Río Nare	18	79	97	100	31	65
	2310	Río San Bartolo y otros directos al Magdalena Medio	11	84	99	0	15	42
	2311	Directos al Magdalena Medio	32	51	99	0	37	44
	2312	Río Carare (Minero)	17	77	99	100	46	68
	2314	Río Opón	37	78	98	0	54	54
	2317	Río Cimitarra y otros directos al Magdalena	44	39	98	0	29	42
	2319	Río Lebrija y otros directos al Magdalena	11	77	99	0	32	44
	2320	Directos al Magdalena (Brazo Morales)	10	42	98	0	28	36
	2321	Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena Medio	29	47	97	0	20	39
	2401	Río Suárez	28	79	99	0	32	48
	2402	Río Fonce	34	90	98	28	32	56
	2403	Río Chicamocha	30	74	99	0	20	45
2405	Río Sogamoso	61	43	95	0	34	46	
MAGDALENA BAJO	2801	Alto Cesar	44	44	97	0	15	40
	2802	Medio Cesar	25	44	95	0	11	35
	2804	Río Ariguani	25	55	96	0	21	39
	2805	Bajo Cesar	30	48	98	0	20	39
	2901	Directos al Bajo Magdalena (mi)	25	21	98	0	14	32
	2902	Directos al Bajo Magdalena (md)	61	47	97	0	19	45
	2903	Bajo Magdalena - Canal del Dique (md)	25	73	99	0	31	45
	2904	Directos al Bajo Magdalena (mi)	0	73	99	100	28	60
	2906	Cga Grande de Santa Marta	21	74	97	0	38	46

Zona	SZH	NOMBRE SUBZONA	RECURSO	ACCESO	CAPACIDAD	USO	ENTORNO	WPI
	2907	Directos Bajo Magdalena	6	42	98	0	46	38
	2908	Arroyo Corozal	43	35	96	0	17	38
CAUCA ALTO	2601	Alto Río Cauca	26	51	95	0	32	41
	2602	Río Purace	71	44	95	0	13	45
	2603	Río Salado y otros directos Cauca	50	46	89	0	15	40
	2604	Río Palo	15	42	95	0	32	37
	2606	Río Ovejas	41	55	89	0	5	38
	2607	Río Fraile y otros directos al Cauca	26	89	97	100	46	72
	2608	Directos Río Cauca (mi)	33	86	99	56	13	57
	2609	Río Amaime	22	95	100	100	40	71
	2610	Ríos Tuluá, Morales y otros directos al Cauca	30	92	100	0	23	49
	2611	Río Frío	33	55	100	0	36	45
	2612	Río La Vieja	10	92	99	0	12	42
	2613	Río Otún y otros directos al Cauca	11	86	98	0	27	45
	2614	Río Risaralda	11	77	99	0	39	45
	2615	Río Chinchiná	10	89	99	100	41	68
	2616	Río Tapias y otros directos al Cauca	11	53	99	0	18	36
	2617	Río Frío y Otros Directos al Cauca	11	84	99	12	9	43
	2618	Río Arma	19	82	99	0	18	44
	2619	Río San Juan	12	80	99	0	42	47
	2620	Directos Río Cauca (md)	11	90	97	0	13	42
	2621	Directos Río Cauca (mi)	11	82	97	0	15	41
	2624	Río Taraza - Río Man	48	74	98	0	44	53
	2625	Directos al Cauca (md)	57	73	97	0	9	47
	2627	Río Piendamó	45	53	89	100	14	60
	2628	Río Quinamayo y otros directos al Cauca	21	83	89	0	23	43
	2630	Ríos Pance, Jamundí, Cali y otros directos al río Cauca	9	92	100	0	35	47
	2631	Directos al Río Cauca (mi)	7	88	100	0	9	41
2632	Río Cerrito y otros directos al Cauca	6	60	100	0	38	41	
2635	Río Bugalagrande	57	58	100	0	22	47	
2636	Río Paila	48	60	100	0	12	44	
2637	Directos Río Cauca (md)	40	54	100	0	15	42	

Zona	SZH	NOMBRE SUBZONA	RECURSO	ACCESO	CAPACIDAD	USO	ENTORNO	WPI
CAUCA MEDIO	2701	Río Porce	12	85	97	100	19	63
	2702	Alto Nechí	31	81	97	0	28	47
	2703	Bajo Nechí	20	74	98	0	33	45
CAUCA BAJO	2501	Alto San Jorge	14	28	99	0	33	35
	2502	Bajo San Jorge - La Mojana	8	78	99	0	35	44
	2626	Directos Bajo Cauca - Cga La Raya	50	36	98	0	51	47

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Tabla 56. WPI por subzona calculado con media geométrica

Zona	SZH	NOMBRE SUBZONA	RECURSO	ACCESO	CAPACIDAD	USO	ENTORNO	WPI
MAGDALENA ALTO	2101	Alto Magdalena	8	77	99	20	49	36
	2102	Río Timaná y otros directos al Magdalena	60	82	97	45	29	58
	2103	Río Suaza	39	53	99	4	25	28
	2104	Ríos Directos al Magdalena (mi)	41	77	97	3	34	32
	2105	Río Páez	10	60	98	10	54	31
	2106	Ríos directos Magdalena (md)	7	84	99	3	31	22
	2108	Río Yaguará y Río Iquira	59	79	97	17	27	46
	2110	Río Neiva	7	72	99	6	44	26
	2111	Río Fortalecillas y otros	2	81	99	17	48	27
	2112	Río Baché	17	58	99	83	35	49
	2113	Río Aipe, Río Chenche y otros directos al Magdalena	12	75	98	5	35	27
	2114	Río Cabrera	64	76	99	1	57	31
	2115	Directos Magdalena	63	86	98	12	25	44
	2116	Río Prado	62	77	98	5	24	35
	2118	Río Luisa y otros directos al Magdalena	7	75	97	4	37	23
	2119	Río Sumapaz	7	82	100	7	41	28
	2120	Río Bogotá	3	87	100	100	55	43
	2121	Río Coello	62	56	98	16	32	44
	2123	Río Seco y otros Directos al Magdalena	26	52	99	3	2	15
	2124	Río Totaré	2	77	98	73	24	31
	2125	Río Lagunilla y Otros Directos al Magdalena	2	70	98	3	21	16
	2201	Alto Saldaña	65	51	97	12	73	49
2202	Río Atá	41	52	98	100	60	66	
2203	Medio Saldaña	21	49	97	12	23	30	
2206	Río Tetuán, Río Ortega	45	79	94	3	46	35	

Zona	SZH	NOMBRE SUBZONA	RECURSO	ACCESO	CAPACIDAD	USO	ENTORNO	WPI
MAGDALENA MEDIO	2207	Río Cucuana	65	64	97	3	36	33
	2301	Río Gualí	13	74	98	30	47	42
	2302	Río Guarinó	15	73	99	100	41	54
	2303	Directos al Magdalena (md)	76	64	100	100	60	78
	2304	Directos Magdalena (mi)	3	78	99	29	26	28
	2305	Río La Miel (Samaná)	7	60	99	100	20	38
	2306	Río Negro	8	68	100	33	35	36
	2307	Directos Magdalena Medio (mi)	27	87	98	100	45	64
	2308	Río Nare	3	73	97	100	40	38
	2310	Río San Bartolo y otros directos al Magdalena Medio	3	81	99	23	10	22
	2311	Directos al Magdalena Medio	16	73	99	53	56	51
	2312	Río Carare (Minero)	6	73	99	94	69	48
	2314	Río Opón	8	74	98	100	80	55
	2317	Río Cimitarra y otros directos al Magdalena	21	49	98	100	9	39
	2319	Río Lebrija y otros directos al Magdalena	3	71	99	17	48	27
	2320	Directos al Magdalena (Brazo Morales)	3	54	98	72	23	30
	2321	Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena Medio	7	67	97	100	32	43
	2401	Río Suárez	7	78	99	7	53	29
	2402	Río Fonce	8	89	98	31	44	39
	2403	Río Chicamocha	7	63	99	5	34	23
2405	Río Sogamoso	57	56	95	90	54	68	
MAGDALENA BAJO	2801	Alto Cesar	19	57	97	22	21	34
	2802	Medio Cesar	3	58	95	15	12	20
	2804	Río Ariguaní	3	48	96	100	33	34
	2805	Bajo Cesar	7	69	98	100	26	41
	2901	Directos al Bajo Magdalena (mi)	4	32	98	100	9	25
	2902	Directos al Bajo Magdalena (md)	27	67	97	22	30	41
	2903	Bajo Magdalena - Canal del Dique (md)	3	68	99	14	50	27
	2904	Directos al Bajo Magdalena (mi)	1	66	99	71	42	29
	2906	Cga Grande de Santa Marta	3	70	97	5	54	22
	2907	Directos Bajo Magdalena	2	60	98	20	65	28
2908	Arroyo Corozal	19	46	96	22	26	34	
CAUC A ALTO	2601	Alto Río Cauca	7	74	95	27	46	36
	2602	Río Purace	67	62	95	4	15	30

Zona	SZH	NOMBRE SUBZONA	RECURSO	ACCESO	CAPACIDAD	USO	ENTORNO	WPI
	2603	Río Salado y otros directos Cauca	23	64	89	100	13	44
	2604	Río Palo	5	14	95	69	54	31
	2606	Río Ovejas	20	81	89	1	2	12
	2607	Río Fraile y otros directos al Cauca	7	88	97	74	86	52
	2608	Directos Río Cauca (mi)	8	84	99	51	20	36
	2609	Río Amaime	6	94	100	100	64	52
	2610	Ríos Tuluá, Morales y otros directos al Cauca	7	91	100	49	36	41
	2611	Río Frío	8	82	100	1	48	20
	2612	Río La Vieja	2	91	99	19	11	22
	2613	Río Otún y otros directos al Cauca	3	84	98	1	42	16
	2614	Río Risaralda	3	69	99	17	57	28
	2615	Río Chinchiná	3	88	99	71	66	40
	2616	Río Tapias y otros directos al Cauca	3	76	99	12	21	22
	2617	Río Frío y Otros Directos al Cauca	3	81	99	30	10	23
	2618	Río Arma	10	79	99	100	17	42
	2619	Río San Juan	3	74	99	21	59	30
	2620	Directos Río Cauca (md)	3	89	97	3	13	15
	2621	Directos Río Cauca (mi)	3	78	97	9	12	18
	2624	Río Taraza - Río Man	22	70	98	24	49	45
	2625	Directos al Cauca (md)	26	69	97	15	1	19
	2627	Río Piendamó	21	77	89	21	27	38
	2628	Río Quinamayo y otros directos al Cauca	11	81	89	100	43	51
	2630	Ríos Pance, Jamundí, Cali y otros directos al río Cauca	2	92	100	63	58	38
	2631	Directos al Río Cauca (mi)	2	86	100	100	12	30
	2632	Río Cerrito y otros directos al Cauca	2	90	100	100	66	42
	2635	Río Bugalagrande	53	86	100	100	24	64
	2636	Río Paila	41	89	100	33	17	46
	2637	Directos Río Cauca (md)	23	78	100	100	27	55
CAUCA MEDIO	2701	Río Porce	3	82	97	95	14	31
	2702	Alto Nechí	16	76	97	100	20	47
	2703	Bajo Nechí	6	66	98	100	2	23
CAUCA BAJO	2501	Alto San Jorge	4	27	99	100	36	33
	2502	Bajo San Jorge - La Mojana	2	74	99	100	53	39

Zona	SZH	NOMBRE SUBZONA	RECURSO	ACCESO	CAPACIDAD	USO	ENTORNO	WPI
	2626	Directos Bajo Cauca - Cga La Raya	23	40	98	62	51	49

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Como se observa, el cálculo del WPI se realizó por subzona de la Macrocuena, a partir de dicha información es posible determinar el WPI por zona y finalmente para toda la Macrocuena. Para llevar a cabo un buen análisis de resultados, el índice fue calculado mediante: promedio, y desviación estándar. Los resultados obtenidos se listan enseguida.

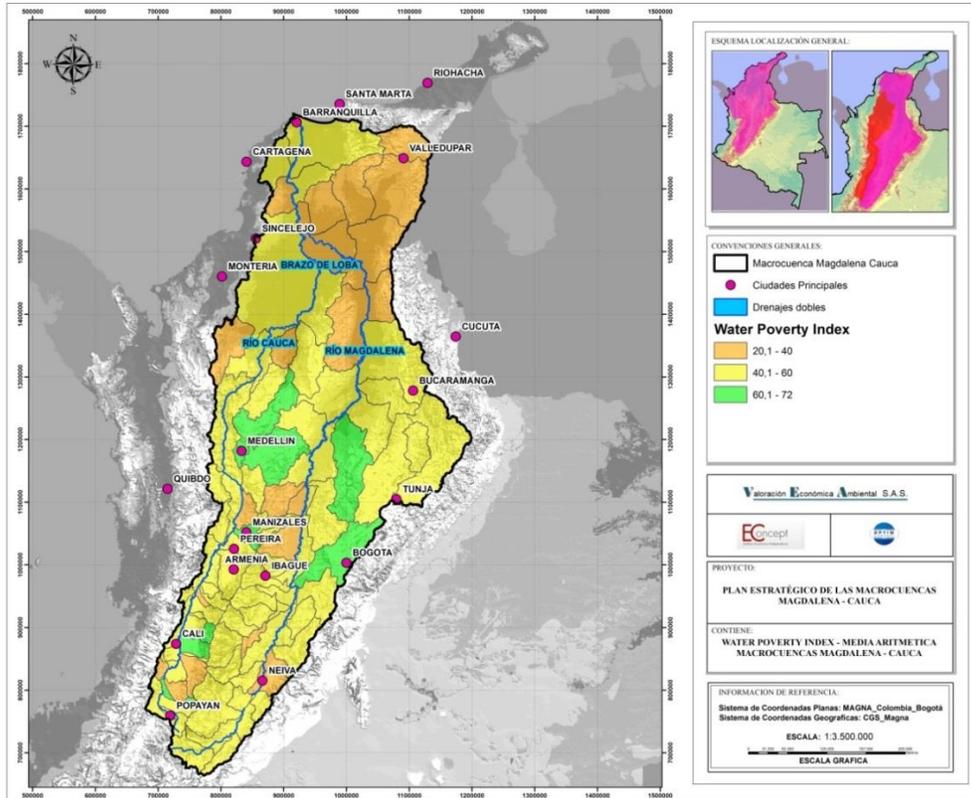
Tabla 57. Valores promedio y desviación estándar por zonas

Zona	WPI con media Geométrica		WPI con media Aritmética	
	Promedio	Desviación Estándar	Promedio	Desviación Estándar
Magdalena Alto	35	12	47	6
Magdalena Medio	43	15	48	9
Magdalena Bajo	31	7	42	7
Cauca Alto	35	13	47	9
Cauca Medio	34	12	52	10
Cauca Bajo	40	7	42	7
Total Macrocuena	35	13	46	8

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

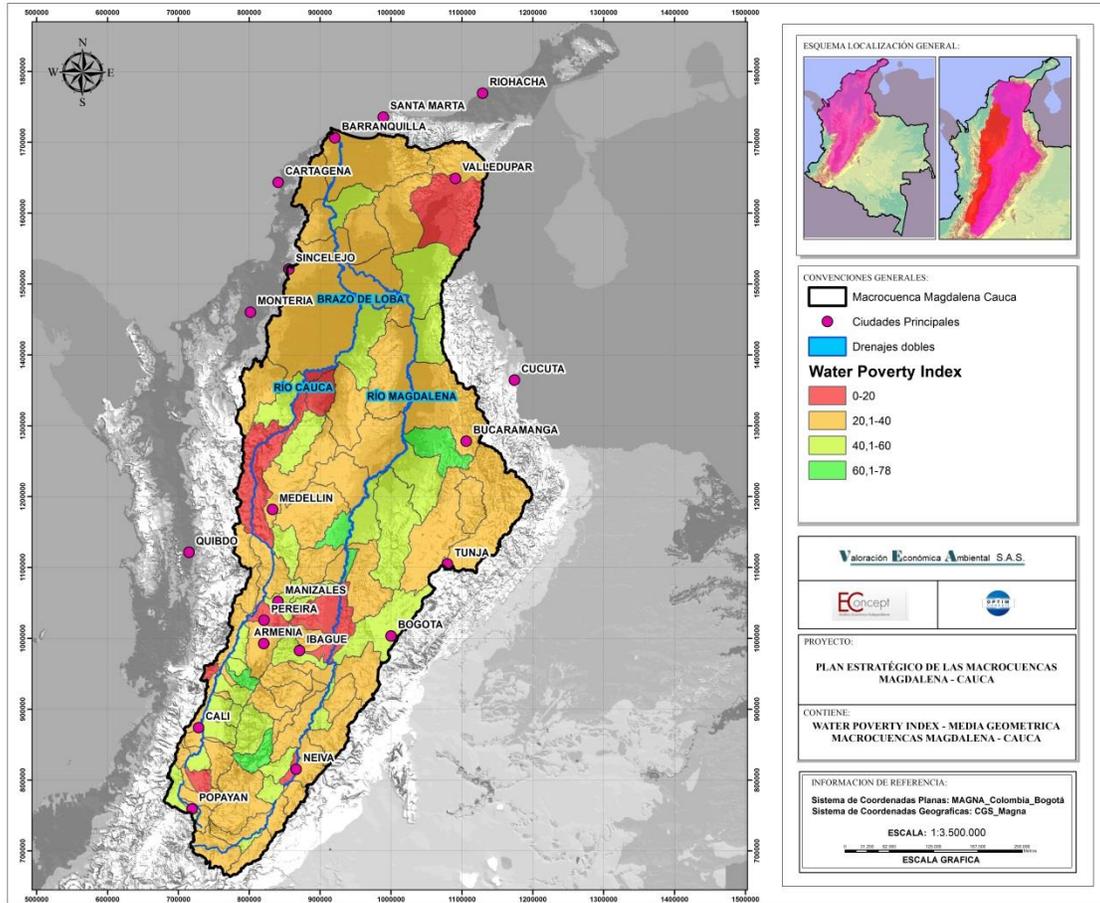
Los mapas con el índice de WPI calculado de las 103 subzonas que componen la Macrocuena Magdalena Cauca se presentan enseguida.

Ilustración 110. Water Poverty Index Macrocuena Magdalena Cauca calculado con media aritmética



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Ilustración 111. Water Poverty Index Macrocuenca Magdalena Cauca calculado con media geométrica



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

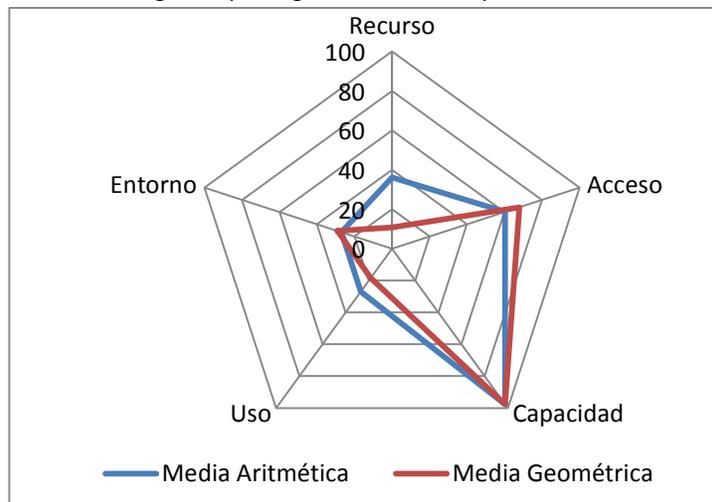
3.4.1.6 Análisis de resultados y conclusiones

A partir de los resultados antes presentados se observa que el valor del WPI varía de manera significativa dependiendo si se realiza el cálculo con la media aritmética o con la media geométrica. Esto tiene que ver con la manera como se agregan los componentes del WPI. En el caso de la media aritmética los valores altos y bajos se compensan entre sí, mientras que al usar la media geométrica esto no sucede, por lo que para que un componente tenga un buen resultado, todos sus indicadores deben tener valores altos (Arévalo, 2012). Por esta razón se observa que los resultados del WPI obtenidos con la media geométrica resultan en general más conservadores, lo cual se ve reflejado en un mayor número de subzonas con un índice WPI muy bajo (Color rojo en el mapa).

Las gráficas a continuación presentan información de los 5 componentes del WPI obtenido para la Macrocuenca. Para una adecuada toma de decisiones frente a las necesidades y carencias relacionadas con el recurso hídrico, este tipo de esquemas “pentagrama” permite observar de

manera muy clara y evidente aquellos sectores más relevantes y sobre los cuales debe prestarse mayor atención.

Ilustración 112. Diagrama pentagrama de los componentes del WPI calculados



Fuente: Cálculos UT macrocuencas

Del pentagrama de la Macrocuenca resalta la necesidad de mejora en las condiciones de *Recurso*, *Entorno* y *uso del* agua en la región. Sobre el componente *Recurso*, llama la atención que a pesar de que la Macrocuenca presenta un rendimiento bueno, este componente disminuye mucho debido a las altas cargas contaminantes que comprometen al recurso hídrico. En cuanto al componente de *Entorno*, se observa que el valor es muy bajo, esto tiene relación sobre todo con la manera cómo se calculó este índice, ya que se compone con base en las áreas reguladoras y las tierras degradadas, y este porcentaje de área puede que no represente de la mejor manera el estado del medio ambiente de interés. En este sentido se identifica que una mejor aproximación para la variable se entorno sería el *Índice de Regulación Hídrica – IRH*, la cual es la capacidad de retención de humedad de la cuenca (IDEAM, 2010). Ahora, con respecto a la variable de *USO* que presenta un valor muy bajo, resulta importante evidenciar que este indicador de PIB sobre volumen de agua no genera resultados claros en cuanto a una eficiencia en el consumo de agua medida por el valor de los productos generados (Arévalo, 2012), así que es necesario reconsiderar que otros subcomponente se podrían tener en cuenta para calcular el WPI por uso.

En conclusión, se observa que los resultados del WPI aunque son muy diversos para todas las subzonas de la Macrocuenca, se agrupan sobre todo en los valores más bajos 0-40 (Colores rojo y naranja) en los mapas. Esto llama la atención sobre la necesidad de hacer usos más eficientes del agua disponible, y de la construcción e implementación de infraestructura de saneamiento que permita disminuir las cargas contaminantes que amenazan la calidad y por ende la disponibilidad del recurso hídrico.

3.4.2 Índice del Uso del Agua IUA

Es la cantidad de agua utilizada por diferentes usuarios, en un periodo determinado, y su relación con la oferta hídrica superficial disponible. La Macrocuenca Magdalena-cauca puede presentar exceso o carencia del recurso hídrico para satisfacer sus necesidades y garantizar un buen funcionamiento entre ecosistemas y asentamientos humanos. La limitación a la capacidad para satisfacer la demanda hídrica influye de manera directa en la degradación de ecosistemas y calidad de vida de la población. Por ello, es necesario atender aquellas cuencas con mayor presión sobre el recurso hídrico, a través de estrategias integrales para restablecer equilibrio en el funcionamiento del sistema.

Este factor está asociado con determinantes de riesgo y vulnerabilidad del recurso hídrico en escenarios de fenómenos extremos y abastecimiento de agua potable (IDEAM, 2010).

$$IUA_{ij} = \left(\frac{Dh_{ij}}{Oh * Fa_{ij}} \right) * 100$$

Dónde:

IUA_{ij} : Índice de uso de agua de la subzona i en el año j

Fa_{ij} : Factor de ajuste de la oferta de la subzona i en el año j

Oh : Oferta hídrica superficial disponible (Se calcula la diferencia entre el volumen total de agua superficial y el volumen de agua correspondiente al caudal ambiental).

Dh_{ij} : Demanda hídrica sectorial de la subzona i en el año j .

Dh : Σ (volumen de agua extraída para usos sectoriales en un período determinado).

$$Dh = C_{ss} + C_{si} + C_{sd} + C_{sa}$$

Dónde

C_{ss} : Consumo del sector servicios

C_{si} : Consumo del sector industrial

C_{sd} : Consumo del sector domestico

C_{sa} : Consumo del sector agrícola

Se proyecta la demanda y oferta del agua para el cálculo del índice. La demanda se compone de cuatro sectores; Servicios, Industrial, Doméstico y Agrícola. Mientras que para la oferta hídrica superficial disponible es necesario calcular un factor de ajuste, que depende del índice de calidad del agua (ICA) y de la inversión en potabilización. El ICA determina las condiciones fisicoquímicas generales de la calidad de un cuerpo de agua reconociendo problemas de contaminación, para un intervalo de tiempo específico (IDEAM, 2010). La tabla siguiente muestra los valores de dicho factor:

Tabla 58. Factor de ajuste para la proyección de la oferta según valores de ICA e inversión en potabilización.

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

El valor de 1 para este factor corresponde a la posibilidad de tener acceso a agua de calidad; El agua puede tener una potabilización baja, pero la calidad inicial es excelente; o alta potabilización y calidad; finalmente podría ser un ICA deficiente, pero gracias a la alta potabilización el recurso es accesible.

Los rangos a partir de los cuales se determinan las diferentes categorías del IUA, se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 59. Categorías del Índice de Uso del Agua.

Rango (Dh/Oh)*100 IUA	Categoría IUA	Significado
>50	Muy alto	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
20.01 - 50	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
10.01 - 20	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
1 - 10	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
≤ 1	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible

Fuente: (IDEAM, 2010)

Con base en la información anterior, se calcula el IUA para las subzonas de la Macrocuena. En las siguientes tablas se muestran los cambios de categorías de las subzonas entre el año 2012 y 2050.

3.4.2.1 Alto Cauca

En la Tabla 60 se presentan los cambios de IUA para la zona del Alto Cauca.

Tabla 60. Número de subzonas según categoría IUA para el año 2012 y el 2050 - Alto Cauca

		2050					
		Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto	Total
2012	Muy Bajo		2				2
	Bajo		9	2	2		13
	Moderado			1	1	2	4
	Alto					4	4
	Muy Alto					12	12
Total		0	11	3	3	18	35

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

De acuerdo a la tabla anterior se observa que las proyecciones para el Alto Cauca, indican que el 51% de las subzonas se encontrará dentro de la categoría Muy Alto y el 31% en categoría Baja.

3.4.2.2 Medio Cauca

A continuación se presentan las subzonas por categorías para la zona de Medio Cauca.

Tabla 61. Número de subzonas según categoría IUA para el año 2012 y el 2050 - Medio Cauca

		2050					
		Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto	Total
2012	Muy Bajo	1					1
	Bajo		2				2
	Moderado						0
	Alto					1	1
	Muy Alto						0
Total		1	2	0	0	1	4

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

Se observa que de las 4 subzonas del Medio Cauca, el 50% se encontrará dentro de la clasificación de Bajo y sólo una en Muy Alto.

3.4.2.3 Bajo Cauca

Para las tres subzonas de Bajo Cauca en la Tabla 62 se observan los cambios de IUA.

Tabla 62. Número de subzonas según categoría IUA para el año 2012 y el 2050 - Bajo Cauca

		2050					
		Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto	Total
2012	Muy Bajo						0
	Bajo		2				2
	Moderado						0
	Alto					1	1
	Muy Alto						0
Total		0	2	0	0	1	3

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

En la Tabla 63 se presenta las subzonas de Alto Magdalena, en la cual se observa que 14 de las 30 subzonas se encontrarán en categoría Muy Alta, seguido por 7 en Alta. Por lo anterior, se observa que el Índice de Uso del Agua representa un indicador importante para ésta zona.

3.4.2.4 Alto Magdalena

Tabla 63. Número de subzonas según categoría IUA para el año 2012 y el 2050 - Alto Magdalena

		2050					
		Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto	Total
2012	Muy Bajo						0
	Bajo		3	5			8
	Moderado			1	6		7
	Alto				1	4	5
	Muy Alto					10	10
Total		0	3	6	7	14	30

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

3.4.2.5 Medio Magdalena

De otra parte, se presentan las subzonas del Medio Magdalena.

Tabla 64. Número de subzonas según categoría IUA para el año 2012 y el 2050 – Medio Magdalena

		2050					
		Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto	Total
2012	Muy Bajo		1				1
	Bajo		12	4			16
	Moderado				3		3
	Alto						0
	Muy Alto						0
Total		0	13	4	3	0	20

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

El IUA de las subzonas de Medio Magdalena se encuentra en categoría Baja. Es la única zona en la que ninguna subzona tiene ni tendrá categoría Muy Alta. De otra parte, la siguiente tabla muestra que 7 de las 11 subzonas de la zona de Bajo Magdalena, tendrán categoría Muy Alta. Además se observa que actualmente el uso del agua es moderado, alto o muy alto, no hay ninguna subzona con uso muy bajo ni bajo.

3.4.2.6 Bajo Magdalena

Tabla 65. Número de subzonas según categoría IUA para el año 2012 y el 2050 – Bajo Magdalena

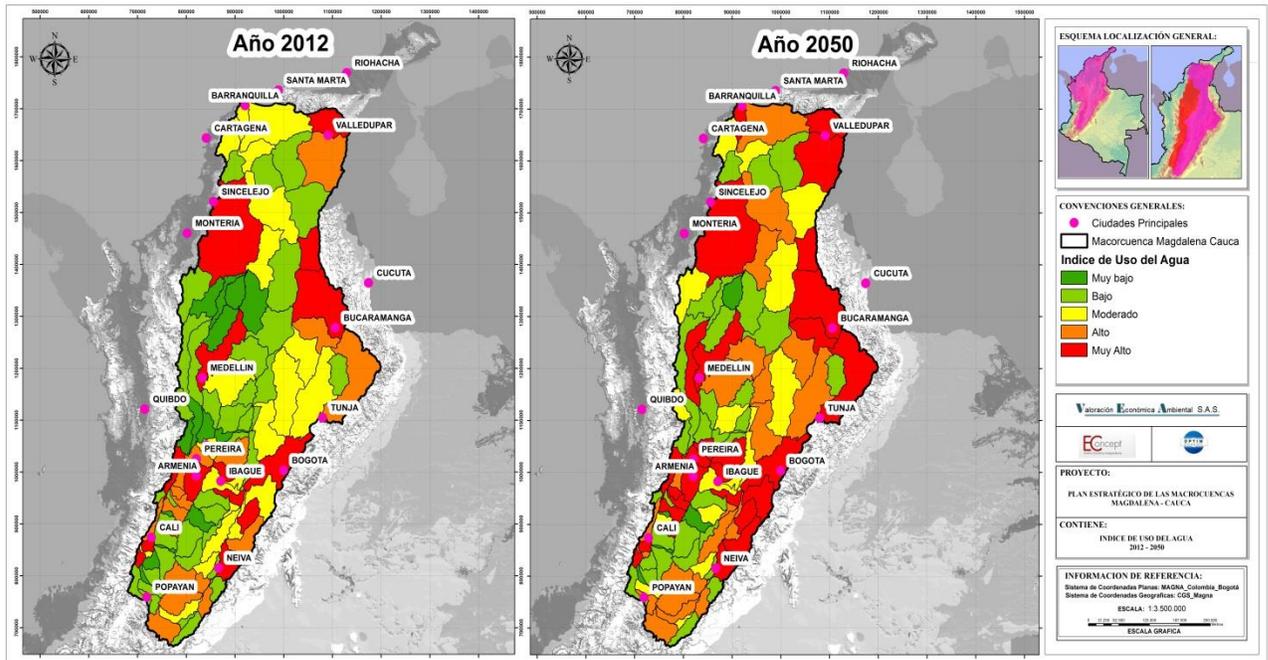
		2050					
		Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto	Total
2012	Muy Bajo						0

		2050					
		Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto	Total
	Bajo						0
	Moderado			1			1
	Alto				3	2	5
	Muy Alto					5	5
Total		0	0	1	3	7	11

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

En la Ilustración 113 se observa gráficamente la información presentada anteriormente.

Ilustración 113. Proyecciones del Índice de Uso del Agua IUA.



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

Como conclusión de la ilustración anterior y las tablas presentadas previamente, se muestra el balance general de las 103 subzonas de la Macrocuena.

Tabla 66. Número de subzonas según categoría IUA para el año 2012 y el 2050 Macrocuena Magdalena Cauca

		2050					
		Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto	Total
2012	Muy Bajo	1	3				4
	Bajo		28	11	2		41
	Moderado			3	10	2	15
	Alto				4	12	16
	Muy Alto					27	27
	Total	1	31	14	16	41	103

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

Teniendo en cuenta la tabla anterior se observa que hubo un incremento de 14 subzonas para la categoría de Muy Alto entre el año 2012 (27 subzonas) y el año 2050 (41 subzonas).

Así mismo, en la Tabla 67 se presentan las subzonas con saltos importantes en el cambio de categoría. Adicionalmente, se establece el sector que tiene la mayor demanda y por lo tanto que ejerce mayor presión sobre el IUA de la subzona.

Tabla 67. Subzonas con cambios relevantes en la categoría IUA.

Zona	Subzona Hidrográfica	Cabeceras	IUA 2012	IUA 2050	Sector 2012	Sector 2050
Alto Cauca	Río Chinchiná	Manizales	Moderado	Muy Alto	Doméstico	Industria
Alto Cauca	Alto Río Cauca	Popayán, Puracé	Moderado	Muy Alto	Industria	Industria

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

De otra parte, las cinco subzonas hidrográficas con mayor IUA proyectado para el 2050 se presentan en la siguiente tabla y el sector que genera la mayor presión sobre el mismo.

Tabla 68. Cambios de presión por sector en las subzonas con mayor IUA.

Zona	Subzona Hidrográfica	Categoría IUA	Sector	
			2012	2050
Alto Cauca	Río Pance	Muy Alto	Industria	Industria
Alto Magdalena	Río Bogotá	Muy Alto	Doméstico	Industria
Alto Cauca	Río Paila	Muy Alto	Agricultura	Agricultura
Bajo Magdalena	Directos al Bajo Magdalena (mi)	Muy Alto	Doméstico	Industria
Alto Magdalena	Bajo Saldaña	Muy Alto	Agricultura	Agricultura

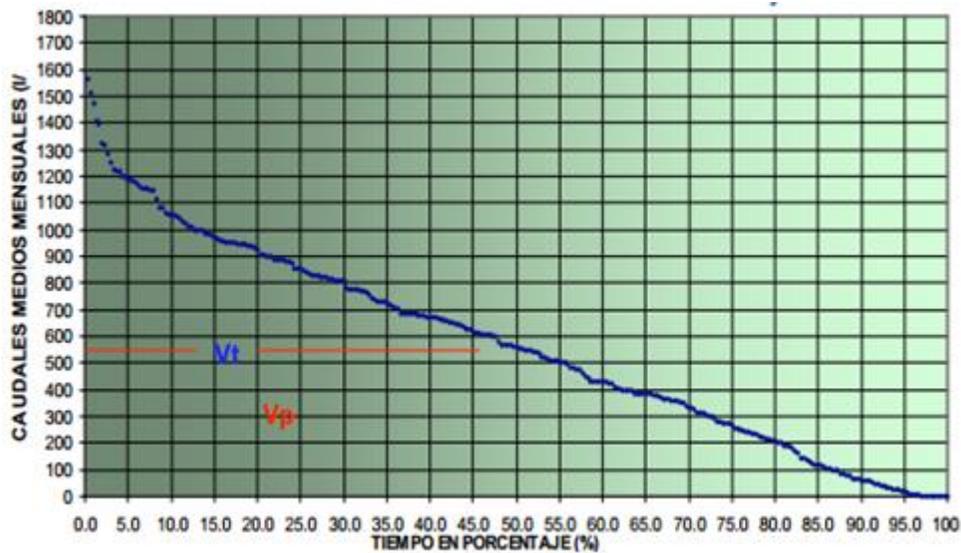
Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Lo anterior es consistente con los crecimientos esperados para los diferentes sectores según el análisis de proyección realizado previamente, en el cual se observa que el sector industrial ganará participación, como se presenta en los casos de las subzonas del Río Bogotá y Directos al Bajo Magdalena (mi), en los cuales se encuentran ubicadas las ciudades de Bogotá y Barranquilla respectivamente.

3.4.3 Índice de Regulación y Retención Hídrica IRH

El índice de regulación y retención hídrica evalúa la capacidad de retención de humedad de las cuencas con base en la distribución de las series de frecuencias acumuladas de los caudales diarios, producto de la interacción de las condiciones climáticas y las características físicas y morfométricas de la cuenca. Este índice se mueve en el rango entre 0 y 1, y los valores más bajos son los que se interpretan como de menor regulación. El ENA 2010 utiliza caudales medios diarios de series históricas mayores de 15 años, para la obtención de los datos, los cuales se actualizan cada 4 años para determinadas estaciones.

Ilustración 114. Curva de duración de caudales medios-Playa Rica



Fuente: (IDEAM, 2010)

Su estimación resulta de la relación entre el volumen representado por el área que se encuentra por debajo de la línea del caudal medio y el correspondiente área total bajo la curva de duración de caudales diarios (IDEAM, 2010).

$$IRH = \frac{VP}{Vt}$$

Dónde:

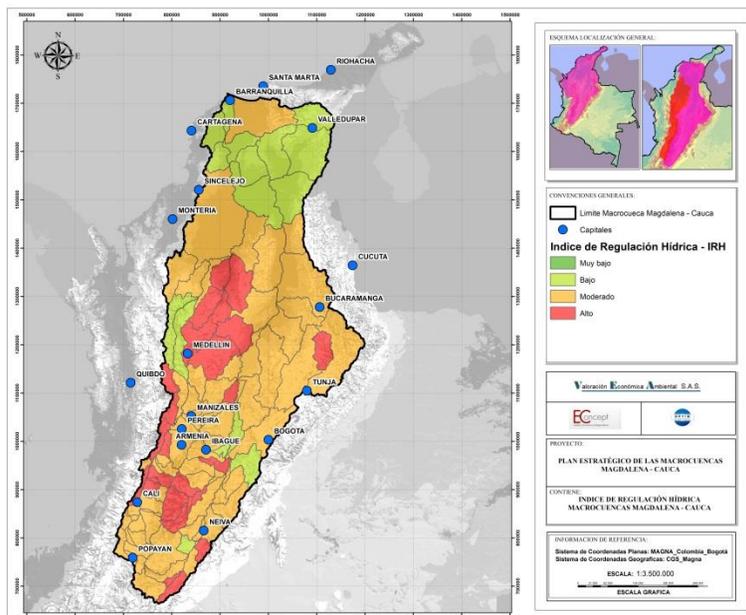
IRH : Índice de retención y regulación hídrica

VP : Volumen representado por el área que se encuentra por debajo de la línea del caudal medio.

Vt : Volumen total representado por el área bajo la curva de duración de caudales diarios.

Para el análisis de la capacidad de retención de humedad y la capacidad de la Macrocuenca Magdalena-Cauca para mantener un régimen de caudales, se realizó el cálculo respectivo a partir de los datos obtenidos de la ENA 2010. La categorización del IRH en la Macrocuenca se observa en la siguiente ilustración.

Ilustración 115. Subzonas según IRH - Macrocuenca Magdalena-Cauca



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

Como se observa, en la ilustración anterior, ninguna de las zonas de Medio Magdalena, Medio Cauca, y Bajo Cauca de la Macrocuenca presentan un índice bajo de IRH, lo cual es buen indicador para el análisis de la regulación hídrica de estas zonas.

En la siguiente tabla se observan las subzonas con los menores valores de IRH.

Tabla 69. Subzonas con categoría Bajo de IRH- Macrocuenca Magdalena-Cauca

Zona	Subzona Hidrológica	IRH	Categoría IRH
Alto Magdalena	Río Yaguará	60	Bajo
Alto Magdalena	Río Sumapaz	64	Bajo
Alto Magdalena	Río Opía	58	Bajo
Alto Magdalena	Río Seco y otros Directos al Magdalena	55	Bajo
Alto Cauca	Directos Río Cauca (md)	64	Bajo
Alto Cauca	Directos Río Cauca (mi)	64	Bajo
Bajo Magdalena	Alto Cesar	60	Bajo
Bajo Magdalena	Medio Cesar	56	Bajo
Bajo Magdalena	Río Ariguani	64	Bajo
Bajo Magdalena	Bajo Cesar	52	Bajo
Bajo Magdalena	Directos al Bajo Magdalena (mi)	62	Bajo
Bajo Magdalena	Directos al Bajo Magdalena (md)	63	Bajo
Bajo Magdalena	Bajo Magdalena - Canal del Dique	60	Bajo
Bajo Magdalena	Directos al Bajo Magdalena (mi)	61	Bajo
Bajo Magdalena	Directos Bajo Magdalena	60	Bajo

Zona	Subzona Hidrológica	IRH	Categoría IRH
Bajo Magdalena	Arroyo Corozal	65	Bajo

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Teniendo en cuenta la tabla anterior se evidencia que las subzonas correspondientes al Bajo Cesar y Río Seco y otros Directos al Magdalena cuentan con los menores índices de retención y regulación de la Macrocuenca.

3.4.4 Índice de Vulnerabilidad al Desabastecimiento IVH

Se determina a través de una matriz de relación de rangos del índice de regulación hídrica (IRH) y el índice de uso de agua (IUA). Las categorías de éste índice se presentan en la siguiente tabla

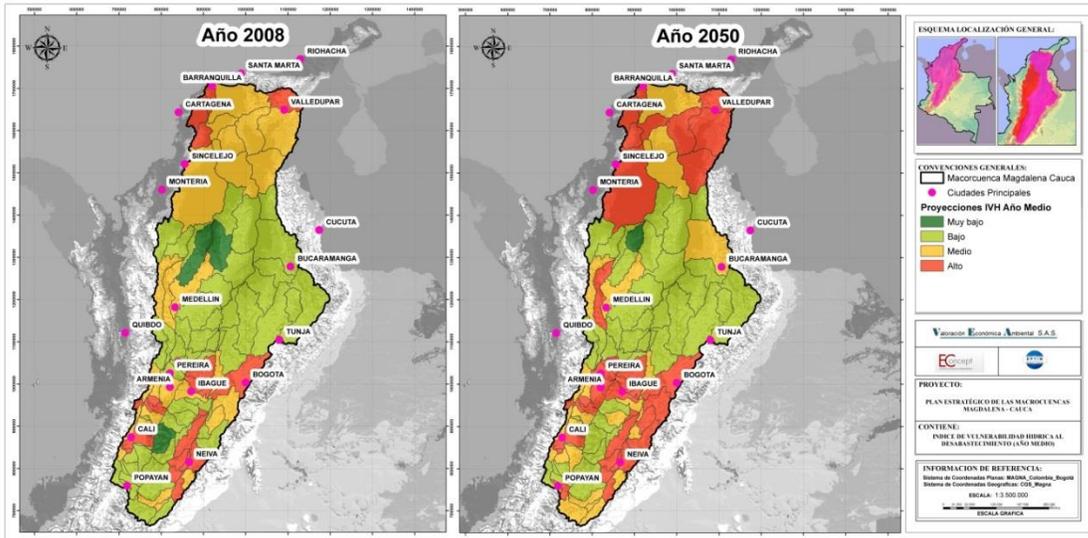
Tabla 70. Matriz de relación para categorizar el Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento (IVH)

Categorías Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento (IVH)		
Índice de uso de agua	Índice de regulación	Categoría Vulnerabilidad
Muy bajo	Alto	Muy bajo
Muy bajo	Moderado	Bajo
Muy bajo	Bajo	Medio
Muy bajo	Muy bajo	Medio
Bajo	Alto	Bajo
Bajo	Moderado	Bajo
Bajo	Bajo	Medio
Bajo	Muy bajo	Medio
Medio	Alto	Medio
Medio	Moderado	Medio
Medio	Bajo	Alto
Medio	Muy bajo	Alto
Alto	Alto	Medio
Alto	Moderado	Alto
Alto	Bajo	Alto
Alto	Muy bajo	Muy alto
Muy alto	Alto	Medio
Muy alto	Moderado	Alto
Muy alto	Bajo	Alto
Muy alto	Muy bajo	Muy alto

Fuente: (IDEAM, 2010)

Se realiza el cálculo respectivo obteniendo hasta el año 2050 la categorización de la vulnerabilidad al desabastecimiento con sus colores respectivos. Estos se visualizan para la Macrocuenca Magdalena-cauca, en las siguientes ilustraciones:

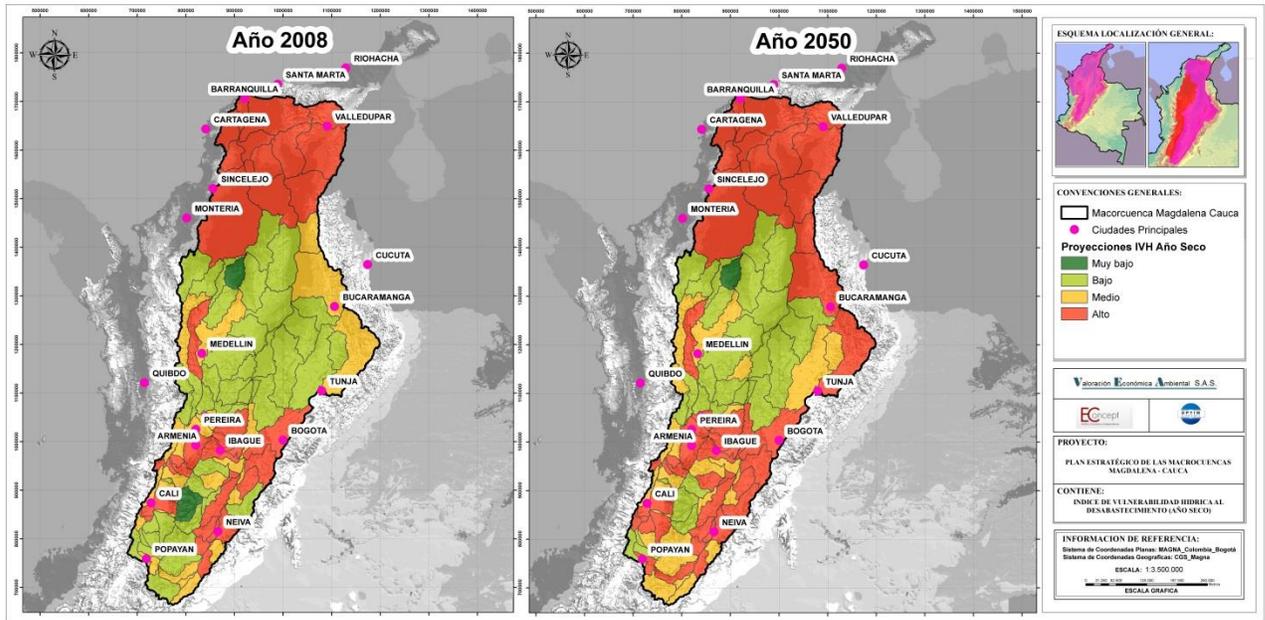
Ilustración 116. Índice de vulnerabilidad hídrica al desabastecimiento (año medio), 2008-2050



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

En año medio para las zonas baja y alta del Magdalena-Cauca, se observa que en el transcurso del tiempo la prioridad aumenta, dado que zonas con un índice medio pasan a alto, mostrando una mayor amenaza frente al desabastecimiento. Por el contrario Magdalena medio presenta un cambio moderado, mostrando una subzona con nivel medio y otra con alto para el 2050. Al igual que esta última, Cauca medio para el final de la proyección sigue conservando la mayoría de sus subzonas con índices bajo y muy bajo.

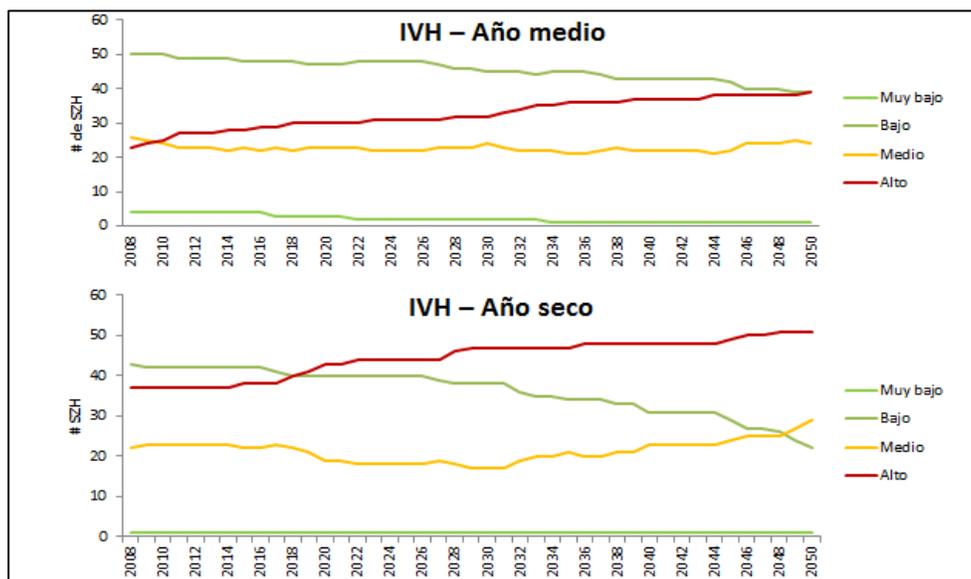
Ilustración 117. Índice de vulnerabilidad hídrica al desabastecimiento (año seco), 2008-2050



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

En año seco para las zonas baja y alta del Magdalena-Cauca, se observa un comportamiento similar, pero acelerado, ya que Magdalena bajo presenta un incremento tal que el índice para todas sus subzonas es alto. En contraste vemos que en general para las zonas medias el grado de fragilidad del sistema hídrico es bajo, pero dado éste nuevo comportamiento en año seco, se observan algunas áreas con alta amenaza donde antes no existía para Magdalena, y una disminución de la proporción de áreas con índice muy bajo para Cauca.

Ilustración 118. Cambios proyectados en la vulnerabilidad (IVH), Magdalena-Cauca



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

En éste gráfico se observan dos escenarios distintos (año medio y año seco), donde está el comportamiento del IVH, en una proyección hasta el año 2050. Para los dos casos se ve un comportamiento creciente de la categoría *Alto* del índice, y que existe mayor número de subzonas al inicio de la proyección para el índice *Bajo* respecto del *Alto*, aunque en año seco dicha diferencia es menor. En año medio el número de subzonas es igual para los índices bajo y alto al final del tiempo de estudio, mientras que para el año seco llegan a ser iguales aproximadamente en el año 2018, y a partir de ese momento la mayoría de subzonas de la Macrocuencia tendrían una creciente vulnerabilidad hídrica al desabastecimiento.

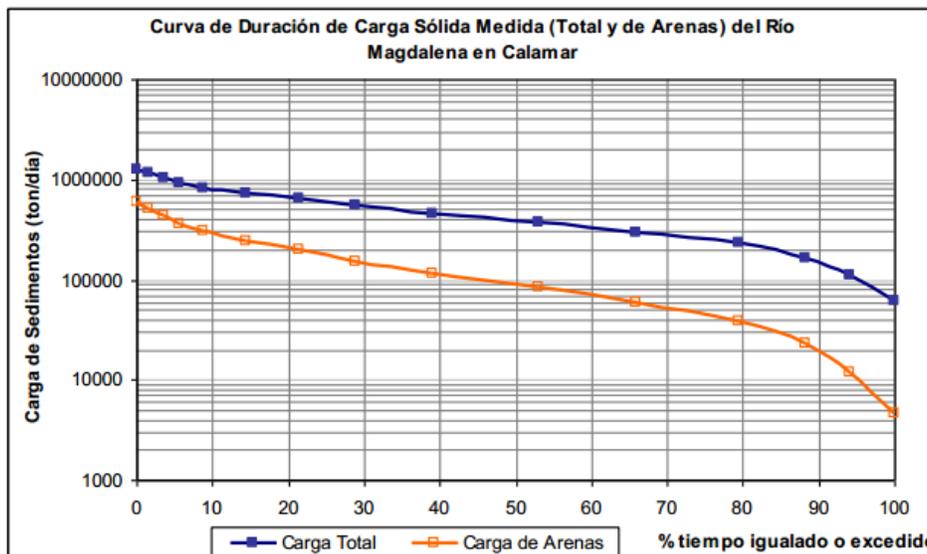
3.4.5 Indicador Caudal Sólido

La calidad del río también se ve afectada por sedimentos, ante lo cual se hace necesaria la consideración del Caudal Sólido de la cuenca, el cual se divide en dos tipos de carga sedimentológica diferente: la carga de lavado y la carga de material del lecho.

La carga de lavado está compuesta por los materiales muy finos, que se encuentran totalmente en suspensión y casi nunca se encuentran en cantidades considerables en el lecho. La carga de material del lecho consta de materiales granulométricos del lecho, de disponibilidad casi ilimitada que entran en movimiento por la turbulencia del río (CORMAGDALENA, 2009).

Este tipo de caudal se puede monitorear de la misma forma que los caudales líquidos, mediante curvas de duración de caudal sólido donde se realizan mediciones diarias y directas de las concentraciones totales en las estaciones.

Ilustración 119 Curva de duración de carga sólida medida en la estación Calamar del río Magdalena



Fuente: PMC Cormagdalena, 2009

En el caso de los caudales sólidos, Cormagdalena recomienda la utilización de un Indicador con base en la curva de duración de carga sólida; este Indicador tiene cuatro índices así:

Qsm: Caudal sólido promedio en la estación.

QS5: Caudal sólido máximo normal (5% del tiempo en el año hidrológico con caudales iguales o mayores).

QS50: Caudal sólido modal en la zona.

QS95: Caudal sólido mínimo normal (95% del tiempo en el año hidrológico con caudales iguales o mayores).

Nota: La carga sólida se expresa en ton/día, o ton/año.

El Indicador Caudal Sólido se clasifica de la siguiente forma:

Tabla 71. Clasificación del Indicador Caudal Sólido

Rango	Indicador Caudal Sólido
0 - 35%	Aceptable
35 - 50%	Regular
50 - 100%	Inaceptable

Fuente: PMC Cormagdalena, 2009

Para verificar el nivel de calidad se deben clasificar los cuatro índices del Indicador en la misma proporción.

3.4.6 Conclusiones

A partir de los resultados antes presentados, se observó que de las 103 subzonas de la Macrocuenca Caribe, el 54% de las subzonas están por encima del nivel moderado en el índice IUA, por lo que se puede concluir que sólo la mitad del total de subzonas no generarán una alta presión de demanda con respecto a la oferta disponible en la proyección para el año 2050. Por otra parte, las subzonas del Río Chinchiná al Caribe, Río Bogotá y Directos al Bajo Magdalena (mi) se encontrarán con un índice IUA muy alto producto del cambio de demanda del sector agrícola o doméstico al sector industrial para esta misma proyección.

Respecto al índice de vulnerabilidad hídrica al desabastecimiento, las subzonas ubicadas en la región de Alto y Bajo Magdalena alcanzaran un nivel alto en las proyecciones para año medio mientras que las subzonas ubicadas en la región del Medio Magdalena y Alto cauca presentarán un nivel alto para año seco. Por otro lado las subzonas restantes pertenecientes a la Macrocuenca no presentaran mayores cambios a su IVH actual.

3.5 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

La zonificación ambiental presentada a continuación es producto de la investigación de la descripción y caracterización ambiental de las zonas clave para la gestión del recurso hídrico en la Macrocuenca. Se divide en las diferentes temáticas claves previamente identificadas y se establecen para cada una, diferentes objetivos para alcanzar el modelo de desarrollo deseado.

3.5.1 Contaminación al recurso hídrico por hidrocarburos

3.5.1.1 Áreas prioritizadas para complementar la red de monitoreo del recurso hídrico para que incluya de manera integral el seguimiento a la contaminación por hidrocarburos

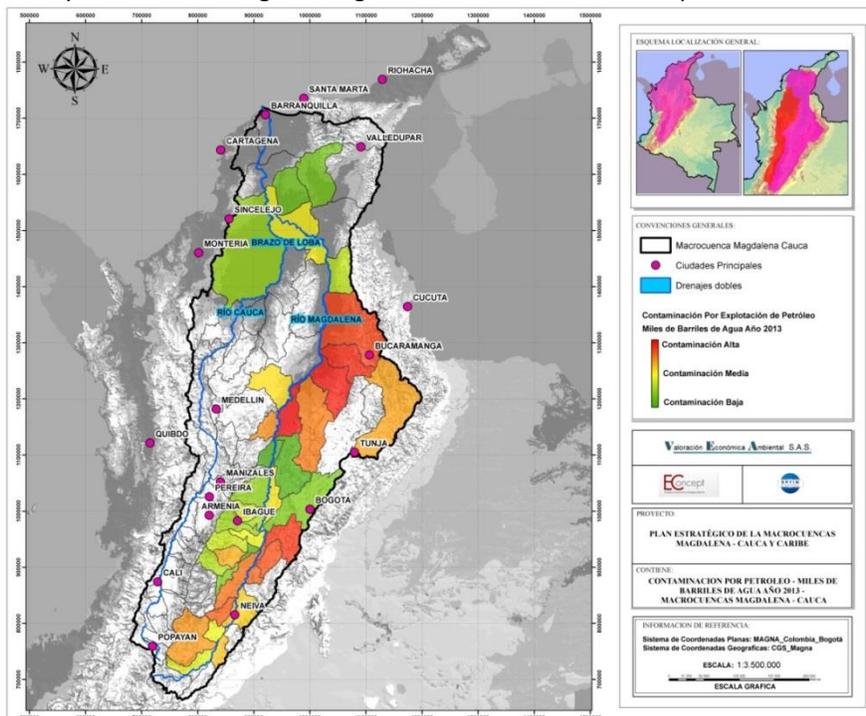
El monitoreo y seguimiento del recurso hídrico hace parte de las líneas de acción estratégicas establecidas dentro del marco de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, para alcanzar el objetivo asociado con “Mejorar la calidad y minimizar la contaminación del recurso hídrico” (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010). Sin embargo, el monitoreo de la calidad del recurso hídrico se realiza “mediante variables básicas que dan cuenta de diferentes orígenes de contaminación como son: porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (OD), sólidos totales en suspensión, demanda química de oxígeno, conductividad eléctrica y pH” (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010). Por lo anterior, se hace necesario incluir dentro del monitoreo de calidad, parámetros que se relacionen directamente con la contaminación proveniente de la producción de hidrocarburos, como los Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP).

Por lo anterior, es necesario incluir el diagnóstico preciso de la actividad hidrocarburos y prospectiva de crecimiento usando la información de títulos mineros y reservas, además de

dimensionar los requerimientos institucionales de las autoridades ambientales para atender la dinámica del sector.

Para determinar las subzonas hidrográficas que resultan prioritarias para complementar la red de monitoreo del recurso hídrico para que incluya de manera integral el seguimiento a la contaminación por hidrocarburos, se calculó un índice de prioridad de acuerdo a su potencial de contaminación de agua debido a la explotación de hidrocarburos, teniendo en cuenta la producción en la subzona. Los resultados de esta categorización se presentan a continuación.

Ilustración 120. Subzonas priorizadas para complementar la red de monitoreo del recurso hídrico para que incluya de manera integral el seguimiento a la contaminación por hidrocarburos



Fuente: UT Macrocuencas con información de (UPME, 2012)

En la siguiente tabla se presentan las subzonas priorizadas para Complementar la red de monitoreo del recurso hídrico para que incluya de manera integral el seguimiento a la contaminación por hidrocarburos y las Jurisdicciones de las Corporaciones Autónomas Regionales correspondientes.

Tabla 72. Jurisdicciones de CAR's según subzonas priorizadas para complementar la red de monitoreo del recurso hídrico para que incluya de manera integral el seguimiento a la contaminación por hidrocarburos

Subzona Hidrográfica		Corporación con Jurisdicción
2105	Río Páez	CAM
		CRC
2112	Río Baché	CAM
		CORTOLIMA
2113	Río Aipe y otros directos al Magdalena	CAM

Subzona Hidrográfica		Corporación con Jurisdicción
		CORTOLIMA
2115	Directos Magdalena	CORTOLIMA
2116	Río Prado	CORTOLIMA
2119	Río Sumapaz	CAR
		CORTOLIMA
2206	Río Tetuán	CORTOLIMA
2307	Directos Magdalena Medio (mi)	CORANTIOQUIA
		CORNARE
2311	Directos al Magdalena Medio	CAS
		CORPOBOYACÁ
2312	Río Carare (Minero)	CAR
		CAS
		CORPOBOYACÁ
2314	Río Opón	CAS
		CORANTIOQUIA
2319	Río Lebrija	CAS
		CDMB
		CORPOCESAR
		CORPONOR
2403	Río Chicamocha	CAS
		CDMB
		CORPOBOYACÁ
		CORPORINOQUIA
2405	Río Sogamoso	CAS
		CDMB
2108	Río Yaguará	CAM
2104	Ríos Directos al Magdalena (mi)	CAM
2111	Río Fortalecillas y otros	CAM
2204	Río Amoyá	CORTOLIMA
		CVC
2120	Río Bogotá	CAR
		CORPOGUAVIO
		SDA
2121	Río Coello	CORTOLIMA
		CRQ
2124	Río Totaré	CORTOLIMA
2125	Río Lagunilla y Otros Directos al Magdalena	CORTOLIMA
2106	Ríos directos Magdalena (md)	CAM
2109	Juncal y otros Ríos directos al Magdalena	CAM
2118	Río Luisa y otros directos al Magdalena	CORTOLIMA
2123	Río Seco y otros Directos al Magdalena	CAR
2122	Río Opía	CORTOLIMA
2203	Medio Saldaña	CORTOLIMA
2208	Bajo Saldaña	CORTOLIMA
2207	Río Cucuana	CORTOLIMA
2304	Directos Magdalena (mi)	CORPOCALDAS
2306	Río Negro	CAR
		CORPOBOYACÁ
2303	Directos al Magdalena (md)	CAR
		CORPOCALDAS
2310	Río San Bartolo y otros directos al Magdalena Medio	CORANTIOQUIA
2321	Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena Medio	CORPOCESAR
		CORPONOR
2502	Bajo San Jorge - La Mojana	CARDIQUE

Subzona Hidrográfica		Corporación con Jurisdicción
		CARSUCRE
		CORANTIOQUIA
		CORPOMOJANA
		CSB
		CVS
2804	Río Ariguani	CORPAMAG CORPOCESAR
2907	Directos Bajo Magdalena	CORPAMAG CORPOCESAR CSB
2908	Arroyo Corozal	CORPAMAG

Fuente: UT Macrocuencas

3.5.1.2 Áreas priorizadas para para La inclusión del diagnóstico preciso de la actividad hidrocarburos y prospectiva de crecimiento usando la información de títulos mineros y reservas y El dimensionamiento de los requerimientos institucionales de las autoridades ambientales para atender la dinámica del sector.

Como instrumento complemento y apoyo a la gestión de la información para la red de monitoreo, es necesario incluir el diagnóstico preciso de la actividad hidrocarburos y prospectiva de crecimiento usando la información de títulos mineros y reservas y dimensionar los requerimientos institucionales de las autoridades ambientales para atender la dinámica del sector.

En la siguiente tabla se presentan las subzonas hidrográficas en las cuales se debe asegurar la inclusión en los POMCA de la prospectiva del sector y la determinación de los requerimientos institucionales para atender el seguimiento, control y monitoreo de la contaminación hídrica por hidrocarburos. La priorización se realizó de acuerdo a las subzonas en las que la producción de hidrocarburos es significativa para el 2012. Para cada una de ellas se presenta la producción de crudo en Barriles/Día para el año 2012, la población total presente en la subzona y la población en cabeceras cuya fuente hídrica tiene un Índice de Vulnerabilidad Hídrica alto. Las subzonas se encuentran ordenadas según la producción de hidrocarburos para el año 2012.

Tabla 73. Subzonas priorizadas para la inclusión en los POMCA de la prospectiva del sector y la determinación de los requerimientos institucionales para atender el seguimiento, control y monitoreo de la contaminación hídrica por hidrocarburos.

SZH	Nombre Subzona	Producción Petróleo (Barriles/Día) 2012	Contaminación Potencial de agua (Barriles/Día) 2012	Población en Cabeceras con IVH Alto 2013	Población total subzona 2013
2311	Directos al Magdalena Medio	34.211	171.056	37.060	49.124
2314	Río Opón	22.512	112.558		212.924
2405	Río Sogamoso	15.073	75.365	20.338	58.110
2119	Río Sumapaz	12.152	60.762	118.035	180.714
2319	Río Lebrija	10.324	51.620	545.255	1.144.781
2116	Río Prado	8.344	41.719	7.846	16.196
2112	Río Baché	8.115	40.575	18.256	22.208
2115	Directos Magdalena	4.565	22.827	9.233	13.009
2113	Río Aipe y otros directos al Magdalena	3.859	19.297	17.369	79.232

SZH	Nombre Subzona	Producción Petróleo (Barriles/Día) 2012	Contaminación Potencial de agua (Barriles/Día) 2012	Población en Cabeceras con IVH Alto 2013	Población total subzona 2013
2312	Río Carare (Minero)	2.942	14.711	19.675	75.463
2307	Directos Magdalena Medio (mi)	2.804	14.021		23.149
2105	Río Páez	1.815	9.073	7.661	56.406
2403	Río Chicamocha	1.577	7.885	339.229	540.013
2206	Río Tetuán	1.236	6.178		38.716

Fuente: UT Macrocuencas con información de (UPME, 2012)

Con base en la tabla anterior, se observa que las subzonas que han sido clasificadas como prioritarias, corresponden a 14 subzonas en las cuales se concentra el 94% de la producción de petróleo y el 18% de la población de la Macrocuenca. Así mismo, cabe resaltar que el 45% de la población de estas 14 subzonas se encuentra con un índice de Vulnerabilidad Alto, lo cual hace evidente la concentración de recursos para reducir el riesgo de contaminación por producción de hidrocarburos en este grupo de subzonas.

De igual manera, se destaca que el 25% de la producción de petróleo se concentra en la subzona de Directos al Magdalena Medio, asociada a los municipios de Puerto Boyacá, Puerto Nare, Yondó, entre otros. Además, el 75% de la población de esta subzona se encuentra con un índice de Vulnerabilidad Alto.

3.5.2 Concentración de mercurio en los cauces y alimentos de la cadena trófica que estén asociados al fenómeno de contaminación.

3.5.2.1 Áreas priorizadas para Complementar la red de monitoreo del recurso hídrico para que incluya de manera integral el seguimiento de la concentración de mercurio en los cauces y la concentración de mercurio en los alimentos de la cadena trófica que estén asociados al fenómeno de contaminación y Determinar los planes de restauración ecológica de los ecosistemas intervenidos, afectados y abandonados por la minería.

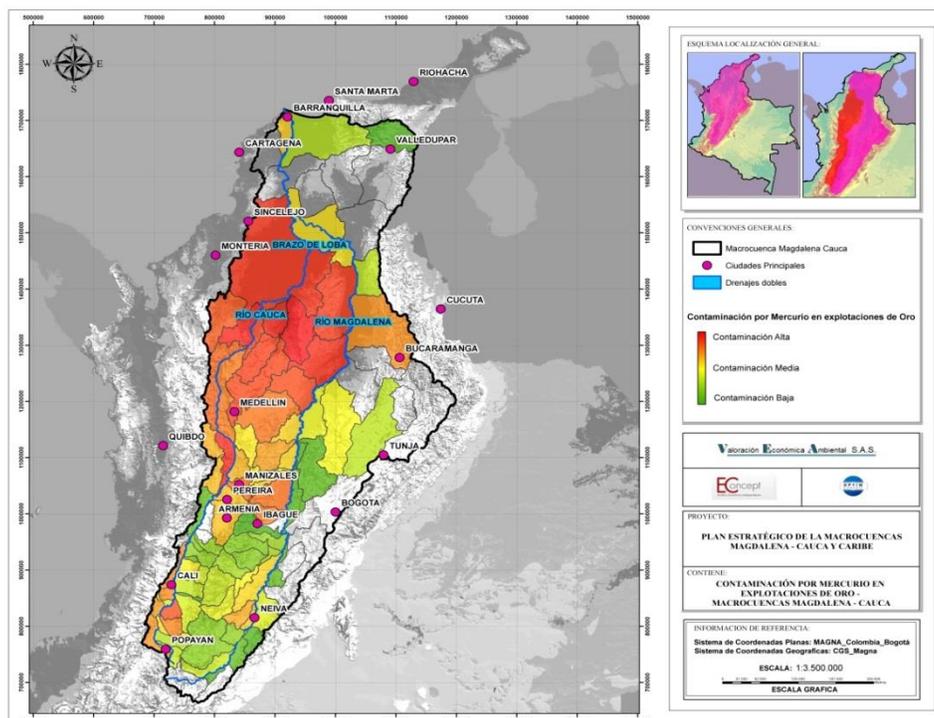
Actualmente los impactos ambientales más severos son causados por la minería informal/ilegal del oro; y principalmente por la minería que se desarrolla sobre los valles aluviales y en los cauces de los ríos, utilizando retroexcavadoras. Adicionalmente, esta forma de minería utiliza mercurio para amalgamar el oro extraído de los cauces. Según las cifras obtenidas en el Censo Minero Departamental de Colombia, el 86,7% de la minería de oro corresponde a minería informal/ilegal (Ministerio de Minas y Energía, 2011).

La red de monitoreo de la calidad del recurso hídrico se realiza mediante variables básicas que no evidencian directamente la contaminación asociada a la producción de oro. Por otro lado, el monitoreo de las variables básicas se realiza de manera particular para cada caso y no contempla el manejo dinámico del sistema. Por lo anterior, se hace necesario realizar una metodología que contemple el efecto acumulado de estas variables en el sistema.

Para determinar las subzonas hidrográficas que resultan prioritarias se calculó un índice de prioridad de acuerdo a su potencial de contaminación por mercurio debido a la explotación de

oro, teniendo en cuenta la producción en la subzona. Los resultados de esta categorización se presentan a continuación.

Ilustración 121. Subzonas priorizadas complementar la red de monitoreo del recurso hídrico para que incluya de manera integral el seguimiento de la concentración de mercurio en los cauces y la concentración de mercurio en los alimentos de la cadena trófica que estén asociados al fenómeno de contaminación.



Fuente: UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010) y (UPME, 2013)

En las siguiente tabla se presentan las subzonas priorizadas para complementar la red de monitoreo del recurso hídrico para que incluya de manera integral el seguimiento de la concentración de mercurio en los cauces y la concentración de mercurio en los alimentos de la cadena trófica que estén asociados al fenómeno de contaminación y las Jurisdicciones de las Corporaciones Autónomas Regionales correspondientes.

Tabla 74. Jurisdicciones de CAR's según subzonas priorizadas complementar la red de monitoreo del recurso hídrico para que incluya de manera integral el seguimiento de la concentración de mercurio en los cauces y la concentración de mercurio en los alimentos de la cadena trófica que estén asociados al fenómeno de contaminación.

Subzona Hidrográfica	Corporación con Jurisdicción	
2109	Juncal y otros Rios directos al Magdalena	CAM
2112	Río Baché	CAM
2113	Río Aipe y otros directos al Magdalena	CAM
2124	Río Totaré	CAR
2125	Río Lagunilla y Otros Directos al Magdalena	CAR
2301	Río Gualí	CAR

Subzona Hidrográfica		Corporación con Jurisdicción
2304	Directos Magdalena (mi)	CAR
2305	Río Samaná	CORNARE
2307	Directos Magdalena Medio (mi)	CORANTIOQUIA
2308	Río Nare	AMVA
2310	Río San Bartolo y otros directos al Magdalena Medio	CAS
2317	Río Cimitarra	CAS
2319	Río Lebrija	CAS
2320	Brazo Morales	CAS
2501	Alto San Jorge	CORANTIOQUIA
2502	Bajo San Jorge - La Mojana	CARDIQUE
2603	Río Salado y otros directos Cauca	CRC
2605	Río Timba	CRC
2606	Río Ovejas	CRC
2612	Río La Vieja	CARDER
2613	Río Otún	CARDER
2614	Río Risaralda	CARDER
2615	Río Chinchiná	CARDER
2616	Río Tapias y otros directos al Cauca	CARDER
2617	Río Frío y Otros Directos al Cauca	CARDER
2619	Río San Juan	CARDER
2620	Directos Río Cauca (md)	AMVA
2621	Directos Río Cauca (mi)	CORANTIOQUIA
2624	Río Taraza - Río Man	CORANTIOQUIA
2625	Directos al Cauca (md)	CORANTIOQUIA
2626	Directos Bajo Cauca - Cga La Raya	CORANTIOQUIA
2628	Río Quinamayo y otros directos al Cauca	CRC
2630	Río Pance	CRC
2631	Directos al Río Cauca (mi)	CVC
2701	Río Porce	AMVA
2702	Alto Nechí	CORANTIOQUIA
2703	Bajo Nechí	CORANTIOQUIA
2704	Directos al Bajo Nechí	CORANTIOQUIA
2904	Directos al Bajo Magdalena (mi)	CORPAMAG

Fuente: UT Macrocuencas con información de (UPME, 2012)

3.5.2.2 Áreas priorizadas para promover la suscripción de los subcontratos de formalización minera.

Teniendo en cuenta los análisis de diagnóstico y el panorama de explotación de oro, se observa que existe un gran porcentaje de minería no estandarizada, responsable en su gran mayoría por la contaminación de mercurio.

Para la identificación de las subzonas con mayor amenaza por contaminación de mercurio, se elaboró un índice de prioridad teniendo en cuenta la producción de oro en la subzona y, por ende, su potencial contaminación por mercurio. Este índice, a su vez se dividió en percentiles para darle a cada una de las subzonas un valor de prioridad alta, media o baja.

La identificación de las subzonas priorizadas se presentan en la Tabla 75.

Vale la pena aclarar que aunque esta priorización da una idea de la importancia de las emisiones de mercurio en esas subzonas, el riesgo que esas emisiones implican para las poblaciones puede

trasladarse a otras zonas de la Macrocuena. Esto debido a que el mercurio vertido al agua tiende a desplazarse aguas abajo y sus efectos se pueden sentir hasta 50 km más abajo de las zonas mineras (Olivero J. , Johnson, Mendoza, Paz, & Olivero, 2004).

Las subzonas se encuentran ordenadas según la producción de oro para el año 2012.

Tabla 75. Subzonas con prioridad alta debido a la contaminación por mercurio de la minería de oro

SZH	Nombre Subzona	Producción Oro (kg/año) 2012	Descarga Mercurio Potencial (kg/año) 2012	Población en Cabeceras con IVH Alto 2013	Población total subzona 2013
2703	Bajo Nechí	5.623	28.113	31.183	84.340
2624	Río Tarazá - Río Man	2.341	11.707	24.702	42.289
2704	Directos al Bajo Nechí	2.113	10.566		26.890
2617	Río Frío y Otros Directos al Cauca	1.300	6.499		89.839
2317	Río Cimitarra	1.179	5.896	13.074	26.659
2626	Directos Bajo Cauca - Cga La Raya	1.066	5.329	7.518	59.860
2502	Bajo San Jorge - La Mojana	952	4.762	632.006	855.694
2320	Brazo Morales	893	4.467		78.257
2702	Alto Nechí	873	4.367	6.477	51.362
2625	Directos al Cauca (md)	568	2.838	8.189	16.545
2701	Río Porce	552	2.762	78.044	3.602.762
2310	Río San Bartolo y otros directos al Magdalena Medio	460	2.298	5.786	63.410
2628	Río Quinamayo y otros directos al Cauca	436	2.178		71.410
2501	Alto San Jorge	313	1.563		89.871
2621	Directos Río Cauca (mi)	217	1.083	23.797	45.001
2615	Río Chinchiná	165	823	365.824	467.749
2125	Río Lagunilla y Otros Directos al Magdalena	131	653	24.536	84.771
2308	Río Nare	118	590	89.766	318.473
2620	Directos Río Cauca (md)	82	412	66.425	107.256
2124	Río Totaré	76	379		524.181
2606	Río Ovejas	56	279	2.426	40.114
2630	Río Pance	49	244	78.124	2.361.181
2319	Río Lebrija	39	193	545.255	1.144.781
2631	Directos al Río Cauca (mi)	30	149		130.342
2603	Río Salado y otros directos Cauca	26	130	6.621	47.912
2605	Río Timba	20	101		17.587
2305	Río Samaná	16	82	21.059	34.467
2112	Río Baché	16	81	18.256	22.208

Fuente: UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010) y (UPME, 2013)

Tabla 76. Subzonas con prioridad media debido a la contaminación por mercurio de la minería de oro

SZH	Nombre Subzona	Producción Oro (kg/año) 2012	Producción Mercurio Potencial (kg/año) 2012	Población en Cabeceras con IVH Alto 2013	Población total subzona 2013
2619	Río San Juan	14	71	21.972	63.550
2616	Río Tapias y otros directos al Cauca	13	67	35.232	59.221
2613	Río Otún	11	54	258.798	306.230
2614	Río Risaralda	10	51	81.170	131.857
2612	Río La Vieja	10	50	432.987	1.051.922
2109	Juncal y otros Rios directos al Magdalena	10	48		7.686
2301	Río Gualí	8	40	24.481	72.661
2904	Directos al Bajo Magdalena (mi)	8	39	1.895.398	2.123.266
2307	Directos Magdalena Medio (mi)	6	29		23.149
2304	Directos Magdalena (mi)	6	28		72.854
2113	Río Aipe y otros directos al Magdalena	6	28	17.369	79.232
2627	Río Piendamó	5	24	1.569	20.210
2907	Directos Bajo Magdalena	5	24	39.120	201.294
2618	Río Arma	4	19		61.867
2632	Río Cerrito y otros directos al Cauca	4	19		67.059
2302	Río Guarinó	4	18	24.662	26.465
2203	Medio Saldaña	3	16		11.353
2312	Río Carare (Minero)	3	15	19.675	75.463
2311	Directos al Magdalena Medio	2	9	37.060	49.124
2202	Río Atá	1	7	7.544	11.342
2111	Río Fortalecillas y otros	1	6		342.432
2604	Río Palo	1	6	33.309	103.187
2629	Río Claro	1	3		14.267
2609	Río Amaime	1	3	241.152	251.284
2601	Alto Río Cauca	1	3	242.623	245.660
2104	Ríos Directos al Magdalena (mi)	1	3	10.089	26.195
2201	Alto Saldaña	0,5	2		11.612
2607	Río Fraile y otros directos al Cauca	0,4	2	111.506	131.755

Fuente: UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010) y (UPME, 2013)

Tabla 77. Subzonas con prioridad baja debido a la contaminación por mercurio de la minería de oro

SZH	Nombre Subzona	Producción Oro (kg/año) 2012	Producción Mercurio Potencial (kg/año) 2012	Población en Cabeceras con IVH Alto 2013	Población total subzona 2013
2321	Quebrada El Carmen y Otros Directos al	0,359	1,797	81.248	106.731

SZH	Nombre Subzona	Producción Oro (kg/año) 2012	Producción Mercurio Potencial (kg/año) 2012	Población en Cabeceras con IVH Alto 2013	Población total subzona 2013
	Magdalena Medio				
2401	Río Suárez	0,348	1,741	193.742	270.311
2906	Cga Grande de Santa Marta	0,259	1,295		271.991
2602	Río Purace	0,241	1,205	1.786	12.458
2204	Río Amoyá	0,228	1,138		15.050
2208	Bajo Saldaña	0,213	1,064		31.204
2118	Río Luisa y otros directos al Magdalena	0,136	0,679	85.779	115.105
2635	Río Bugalagrande	0,120	0,599		42.796
2610	Río Tuluá	0,118	0,592		284.546
2108	Río Yaguará	0,097	0,483	4.325	16.859
2105	Río Páez	0,078	0,389	7.661	56.406
2206	Río Tetuán	0,067	0,336		38.716
2207	Río Cucuana	0,062	0,312	3.706	22.225
2634	Río Morales	0,044	0,221		8.664
2633	Río Guadalajara	0,013	0,065		2.745
2608	Directos Río Cauca (mi)	0,012	0,059	83.569	90.666
2106	Ríos directos Magdalena (md)	0,006	0,028	40.471	63.846
2115	Directos Magdalena	0,005	0,024	9.233	13.009
2303	Directos al Magdalena (md)	0,001	0,006	13.506	15.242
2306	Río Negro	0,001	0,005	64.545	98.935
2123	Río Seco y otros Directos al Magdalena	0,001	0,004	5.318	19.859
2622	Río Desbaratado	0,001	0,003		15.028

Fuente: UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010) y (UPME, 2013)

De acuerdo con lo indicado en las tablas anteriores, en 28 subzonas hidrográficas se produce el 98% del oro producido con mercurio en la Macrocuencia. Además, en estas subzonas se concentra el 28% de la población total de la Macrocuencia. Cabe resaltar también que cerca del 20% de la población que se encuentra en estas subzonas está en un índice de vulnerabilidad alto.

3.5.3 Carga Potencial Contaminante

3.5.3.1 Áreas priorizadas para para Establecer las metas de calidad de los cuerpos de agua en concordancia con el Artículo 11 del Decreto 2667 del 2012 sobre metas de carga contaminante y a los usos actuales y potenciales del cuerpo de agua y para Inversión en soluciones de tratamiento de agua residual para municipios donde las metas de calidad estén siendo afectadas de manera importante

El vertimiento de sustancias contaminantes a los cuerpos de agua deteriora su calidad, y puede llegar a disminuir la oferta disponible. De acuerdo a la modelación del crecimiento de las descargas contaminantes teniendo en cuenta parámetros de descarga por hogar y por unidad de

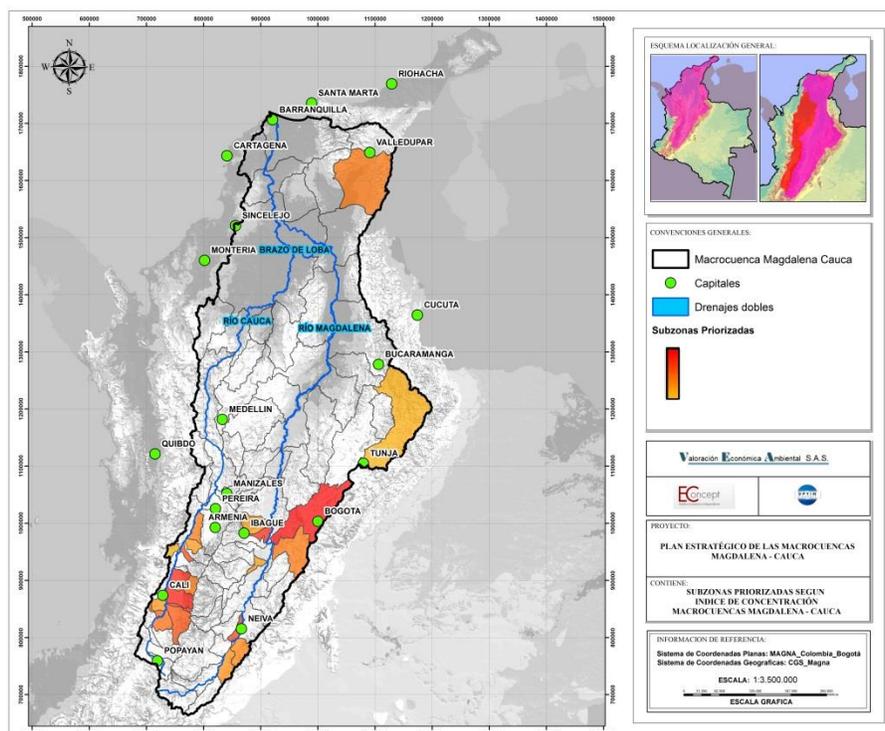
producto industrial, se observa el crecimiento potencial de la carga de cada contaminante (DBO, DQO y SST) y por consiguiente la disminución en la disponibilidad del recurso hídrico.

Las subzonas priorizadas y la cobertura geográfica de los objetivos presentados anteriormente se presenta a continuación.

El ejercicio de priorización se realiza mediante la construcción de un índice que relaciona la carga de cada contaminante (DBO, DQO y SST) con el caudal de cada subzona hidrográfica. Esto para identificar las subzonas que actualmente tienen la mayor presión por contaminación. Teniendo en cuenta el análisis por subzonas hidrográficas, se ordenaron las subzonas en las cuales se presenta el índice de concentración más alto.

La siguiente ilustración se representa geográficamente las subzonas priorizadas.

Ilustración 122. Subzonas hidrográficas priorizadas para Garantizar que la carga contaminante no limite el uso del agua en las subzonas hidrográficas



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Tabla 78. Subzonas Hidrográficas priorizadas para Garantizar que la carga contaminante no limite el uso del agua en las subzonas hidrográficas

Subzona Hidrográfica	
2120	Río Bogotá
2607	Río Fraile y otros directos al Cauca
2632	Río Cerrito y otros directos al Cauca
2122	Río Opía
2622	Río Desbaratado

Subzona Hidrográfica	
2109	Juncal y otros Rios directos al Magdalena
2634	Río Morales
2604	Río Palo
2629	Río Claro
2628	Río Quinamayo y otros directos al Cauca
2609	Río Amaime
2802	Medio Cesar
2119	Río Sumapaz
2637	Directos Río Cauca (md)
2110	Río Neiva
2106	Ríos directos Magdalena (md)
2124	Río Totaré
2636	Río Paila
2630	Río Pance
2208	Bajo Saldaña
2403	Río Chicamocha
2611	Río Frío

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Tabla 79. Jurisdicciones de CAR's según subzonas priorizadas para Garantizar que la carga contaminante no limite el uso del agua en las subzonas hidrográficas

Subzona Hidrográfica	Jurisdicción	
2106	Ríos directos Magdalena (md)	CAM
2109	Juncal y otros Rios directos al Magdalena	CAM
2110	Río Neiva	CAM
2119	Río Sumapaz	CAR
		CORTOLIMA
2120	Río Bogotá	CAR
		CORPOGUAVIO
		SDA
2122	Río Opía	CORTOLIMA
2124	Río Totaré	CORTOLIMA
2208	Bajo Saldaña	CORTOLIMA
2403	Río Chicamocha	CAS
		CDMB
		CORPOBOYACÁ
2604	Río Palo	CRC
2607	Río Fraile y otros directos al Cauca	CVC
2609	Río Amaime	CVC
2611	Río Frío	CVC
2622	Río Desbaratado	CRC
		CVC
2628	Río Quinamayo y otros directos al Cauca	CRC
2629	Río Claro	CVC
2630	Río Pance	CVC
		DAGMA
2632	Río Cerrito y otros directos al Cauca	CVC
2634	Río Morales	CVC
2636	Río Paila	CVC
2637	Directos Río Cauca (md)	CVC
2802	Medio Cesar	CORPOCESAR
		CORPOGUAJIRA

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

De acuerdo con lo indicado en la ilustración y tablas anteriores, el 23% de las subzonas hidrográficas de la Macrocuena presentan un índice alto de contaminación, concentrándose en su mayoría en las zonas de Alto Cauca y Alto Magdalena.

3.5.4 Gestión integral del recurso hídrico de los corredores industriales de la Macrocuena

3.5.4.1 Áreas prioritizadas para el mantenimiento y el mejoramiento de la oferta hídrica en las cuencas abastecedoras de los municipios ubicados en las agrupaciones industriales.

Para garantizar el crecimiento urbano e industrial de manera armónica con la gestión integral del recurso hídrico, se requiere del desarrollo de actividades de conservación de ecosistemas naturales y de restauración de áreas degradadas.

Teniendo en cuenta la distribución de los corredores industriales dentro de la Macrocuena, las subzonas hidrográficas en las cuales se debe realizar la implementación de medidas de manera prioritaria, se presenta en la Tabla 80. Adicionalmente, esta tabla presenta la oferta superficial disponible y la demanda de agua proyectada en las cuencas abastecedoras en los corredores industriales. Cabe aclarar que en el caso de Bogotá, como puede apreciarse en la tabla, se ha incluido el trasvase desde la Macrocuena Orinoco (Sistema Chingaza).

Tabla 80. Subzonas prioritizadas para Asegurar el cubrimiento de la demanda de agua para el desarrollo de los corredores industriales de la Macrocuena

Corredor	Fuente abastecedora	Oferta disponible (año seco) MMC ⁸		Demanda Total Proyectada MMC				
		Total Fuente abastecedora	Total Corredor	2013	2020	2030	2040	2050
Bogotá	Subzona Hidrográfica 2120 - Río Bogotá	597	1.039	811	963	1.229	1.575	2.046
	Trasvase del Sistema Chingaza	442						
Medellín	Subzona Hidrográfica 2701 - Río Porce	2.026	2.026	526	633	826	1.086	1.447
Cali	Río Cali	124,5	4.170	375	436	549	700	910
	Subzona Hidrográfica 2631 - Directos al Río Cauca (mi)	262						
	Río Cauca	3.784						
Barranquilla	Río Magdalena	219.964	219.964	174	205	259	328	422
Bucaramanga	Río Tona - Río	256	320	148	178	230	301	400

⁸ MMC: Millones de metros cúbicos

Corredor	Fuente abastecedora	Oferta disponible (año seco) MMC ⁸		Demanda Total Proyectada MMC				
		Total Fuente abastecedora	Total Corredor	2013	2020	2030	2040	2050
	Frío - Q. Golondrinas							
	Río Tona - Río Frío	64						
Eje Cafetero	Río Quindío	140	295	150	170	206	255	324
	Río Otún	133						
	Río Blanco - Chinchiná	22						

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de DANE, IDEAM

Tabla 81. Jurisdicciones de CAR's según subzonas priorizadas para Asegurar el cubrimiento de la demanda de agua para el desarrollo de los corredores industriales de la Macrocuenca

Corredor	Corporación con Jurisdicción
Bogotá	CAR
	CORPORINOQUÍA
	PARQUES NACIONALES
Bucaramanga	CAS
	CDMB
	CORPOCESAR
	CORPONOR
Eje Cafetero	CARDER
	CRQ
	CVC
	CORPOCALDAS
Cali	CVC
	DAGMA
Medellín	AMVA
	CORANTIOQUIA
Barranquilla	CRA

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de DANE, IDEAM

De acuerdo a la tabla anterior, los corredores industriales con mayor riesgo al desabastecimiento son Bogotá, Bucaramanga y el Eje Cafetero. En estos dos casos, la demanda proyectada de agua por los sectores doméstico e industrial sobrepasaría la oferta disponible. También se podrían presentar problemas de escases en el corredor industrial de Medellín. En este caso, la demanda proyectada alcanzaría a ser cerca del 75% de la oferta superficial disponible del corredor industrial. En el caso del corredor industrial de Cali se podrían presentar problemas de escases asociados a contaminación del Río Cauca. El corredor industrial de Barranquilla, por su vecindad al Río Magdalena, es, por mucho, el que tiene menores riesgos de escases de agua.

3.5.5 Reducir la vulnerabilidad al desabastecimiento de los centros urbanos medianos y pequeños

3.5.5.1 Áreas prioritizadas para el mantenimiento y mejoramiento de la oferta hídrica en las cuencas abastecedoras de los municipios.

La siguiente tabla presenta el número de poblaciones pequeñas (P) y medinas (M) con Índices de Vulnerabilidad Hídrica altos en el año 2013 y el que, con base en las modelaciones hechas, se esperaría para el año 2015. La tabla incluye las subzonas hidrográficas que concentran el 80% de los centros urbanos pequeños y medianos que actualmente tienen con un Índice de Vulnerabilidad alto (212). Estas subzonas hidrográficas se consideran prioritarias por su vulnerabilidad al desabastecimiento.

Tabla 82. Subzonas prioritizadas para reducir la vulnerabilidad al desabastecimiento de los centros urbanos medianos y pequeños⁹

Subzona Hidrográfica (SZH)		Número de cabeceras 2013				Número de cabeceras 2015				Población 2015			
		P	M	Total	% Cabeceras / Cabeceras IVH Alto	P	M	Total	% Cabeceras / Cabeceras IVH Alto	P	% MMC	M	% MMC
2502	Bajo San Jorge - La Mojana	23	1	24	11%	23	1	24	11%	769.290	2,70%	350.173	1,20%
2401	Río Suárez	22		22	10%	35		35	17%	323.332	1,10%		
2403	Río Chicamocha	14	1	15	7%	21	1	22	10%	386.004	1,40%	264.932	0,90%
2611	Río Frío	11		11	5%	11		11	5%	96.284	0,30%		
2620	Directos Río Cauca (md)	11		11	5%	12		12	6%	96.258	0,30%		
2907	Directos Bajo Magdalena	9		9	4%	9		9	4%	276.739	1,00%		
2306	Río Negro	8		8	4%	9		9	4%	117.343	0,40%		
2608	Directos Río Cauca (mi)	6		6	3%	7		7	3%	106.743	0,40%		
2616	Río Tapias y otros directos al Cauca	6		6	3%	6		6	3%	62.763	0,20%		
2614	Río Risaralda	5		5	2%	5		5	2%	131.647	0,50%		
2123	Río Seco y otros directos al Magdalena	4		4	2%	5		5	2%	10.235	0,04%		
2801	Alto Cesar	4		4	2%	4		4	2%	82.244	0,29%		
2116	Río Prado	3		3	1%	3		3	1%	9.083	0,03%		
2119	Río Sumapaz	3		3	1%	5		5	2%	258.455	0,91%		
2308	Río Nare	3		3	1%	3		3	1%	442.580	1,55%		
2613	Río Otún	2	1	3	1%	2	1	3	1%	95.255	0,33%	238.546	1%
2802	Medio Cesar	2	1	3	1%	4	1	5	2%	91.927	0,32%	603.643	2%
2901	Directos al Bajo Magdalena (mi)	3		3	1%	3		3	1%	158.462	0,56%		
2115	Directos Magdalena	2		2	1%	2		2	1%	15.831	0,06%		
2125	Río Lagunilla y otros directos al Magdalena	2		2	1%	3		3	1%	89.783	0,31%		
2302	Río Guarínó	2		2	1%	2		2	1%	29.370	0,10%		
2305	Río San Juan del	2		2	1%	2		2	1%	45.526	0,16%		

9 P: Centros urbanos pequeños

M: Centros urbanos medianos

% MMC: Porcentaje con relación al total de la Macrocuenca

Subzona Hidrográfica (SZH)	Número de cabeceras 2013				Número de cabeceras 2050				Población 2050				
	P	M	Total	% Cabeceras / Cabeceras IVH Alto	P	M	Total	% Cabeceras / Cabeceras IVH Alto	P	% MMC	M	% MMC	
	Micay												
2317	Río Cimitarra	2		2	1%	2		2	1%	39.003	0,14%		
2321	Quebrada El Carmen y otros directos al Magdalena Medio	2		2	1%	2		2	1%	128.641	0,45%		
2405	Río Sogamoso	2		2	1%	3		3	1%	26.141	0,09%		
2604	Río Palo	2		2	1%	3		3	1%	122.865	0,43%		
2621	Directos Río Cauca (mi)	2		2	1%	2		2	1%	53.420	0,19%		
2636	Directos Río Cauca (md)	2		2	1%	2		2	1%	91.710	0,32%		
2804	Río Ariguaní	2		2	1%	2		2	1%	114.179	0,40%		
2805	Bajo Cesar	2		2	1%	2		2	1%	107.368	0,38%		
2903	Bajo Magdalena - Canal del Dique	2		2	1%	3		3	1%	255.364	0,89%		
	Total	165	4	169	80%	197	4	201	95%	4.633.845	16%	1.457.294	5%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE)

Tabla 83. Jurisdicciones de CAR's según subzonas priorizadas para reducir la vulnerabilidad al desabastecimiento de los centros urbanos medianos y pequeños

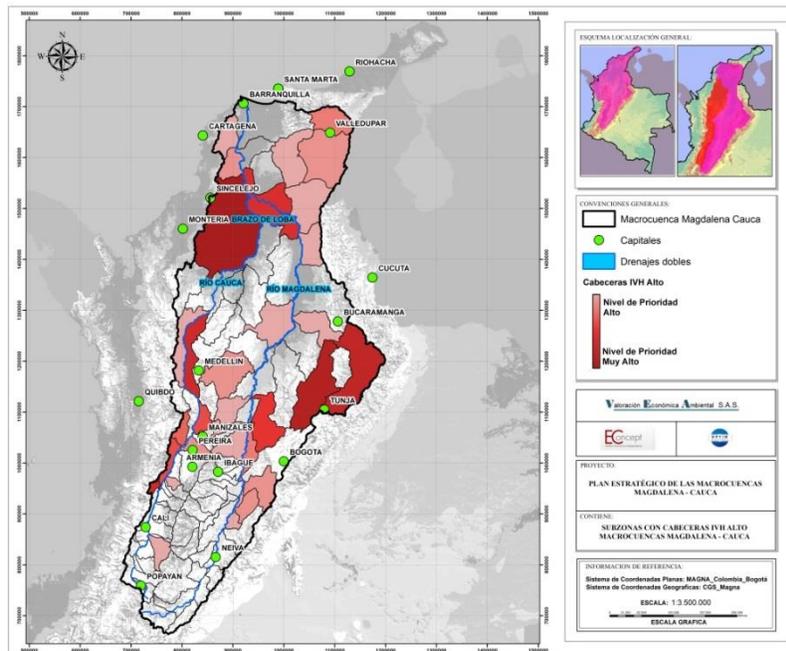
Subzona Hidrográfica	Jurisdicción
2115 Directos Magdalena	CORTOLIMA
2116 Río Prado	CORTOLIMA
2119 Río Sumapaz	CAR
	CORTOLIMA
2123 Río Seco y otros Directos al Magdalena	CAR
2125 Río Lagunilla y Otros Directos al Magdalena	CORTOLIMA
2302 Río Guarinó	CORPOCALDAS
	CORTOLIMA
2305 Río Samaná	CORNARE
	CORPOCALDAS
2306 Río Negro	CAR
	CORPOBOYACÁ
2308 Río Nare	CORANTIOQUIA
	CORNARE
2317 Río Cimitarra	CORANTIOQUIA
	CSB
2321 Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena Medio	CORPOCESAR
	CORPONOR
2401 Río Suárez	CAR
	CAS
	CORPOBOYACÁ
2403 Río Chicamocha	CAS
	CDMB
2405 Río Sogamoso	CORPOBOYACÁ
	CAS
2502 Bajo San Jorge - La Mojana	CDMB
	CARDIQUE

Subzona Hidrográfica		Jurisdicción
		CARSUCRE
		CORANTIOQUIA
		CORPOMOJANA
		CSB
		CVS
2604	Río Palo	CRC
2608	Directos Río Cauca (mi)	CARDER
		CVC
2611	Río Frío	CVC
2613	Río Otún	CARDER
		CORPOCALDAS
2614	Río Risaralda	CARDER
		CORPOCALDAS
2616	Río Tapias y otros directos al Cauca	CORPOCALDAS
2620	Directos Río Cauca (md)	AMVA
		CORANTIOQUIA
2621	Directos Río Cauca (mi)	CORANTIOQUIA
		CORPOURABA
2636	Río Paila	CVC
2801	Alto Cesar	CORPOCESAR
		CORPOGUAJIRA
2802	Medio Cesar	CORPOCESAR
		CORPOGUAJIRA
2804	Río Ariguaní	CORPAMAG
		CORPOCESAR
2805	Bajo Cesar	CORPAMAG
		CORPOCESAR
2901	Directos al Bajo Magdalena (mi)	CARDIQUE
2903	Bajo Magdalena - Canal del Dique	CARDIQUE
		CRA
2907	Directos Bajo Magdalena	CORPAMAG
		CORPOCESAR
		CSB

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE)

De acuerdo con la tabla anterior, el 80% del total de cabeceras que actualmente tiene un Índice de Vulnerabilidad alto se concentra en 31 subzonas hidrográficas. Así mismo, se observa que de mantenerse las tendencias actuales de demanda y consumo, el número de cabeceras con Índice de Vulnerabilidad alto aumentará de 169 cabeceras a 201 cabeceras. Esto correspondería al 30% del total de los centros urbanos pequeños y medianos (670 pequeños + 11 medianos). La siguiente ilustración presenta las 31 subzonas antes listadas.

Ilustración 123. Subzonas hidrográficas priorizadas según.



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

3.5.6 Áreas de especial significado ambiental

3.5.6.1 Áreas priorizadas por su concentración de páramos por subzona hidrográfica

La siguiente tabla nos muestra las subzonas hidrográficas que poseen una amplia cobertura de área ubicada en zonas de páramo, caracterizándose como áreas de especial conservación dado que suministran un gran porcentaje del agua potable del país y albergan biodiversidad estratégica.

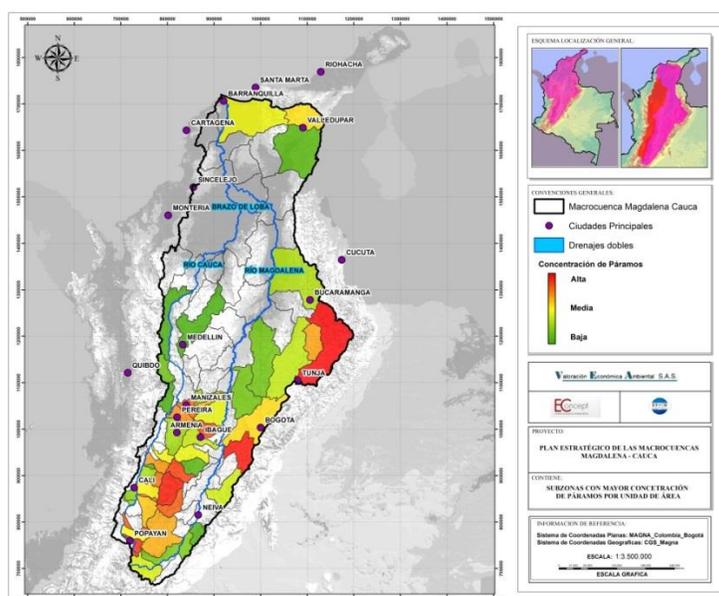
Tabla 84. Subzonas Hidrográficas que poseen gran concentración de páramos por unidad de área

SZH	Subzona Hidrográfica	Área en Páramos (Ha)	% Área total Páramos (Ha)
2403	Río Chicamocha	298.780	28%
2119	Río Sumapaz	70.819	7%
2105	Río Páez	65.773	6%
2906	Cga Grande de Santa Marta	63.989	6%
2201	Alto Saldaña	55.667	5%
2120	Río Bogotá	51.126	5%
2401	Río Suárez	35.051	3%
2402	Río Fonce	31.976	3%
2801	Alto Cesar	28.933	3%
2319	Río Lebrija	26.691	3%
2202	Río Atá	25.012	2%

SZH	Subzona Hidrográfica	Área en Páramos (Ha)	% Área total Páramos (Ha)
2204	Río Amoyá	24.388	2%
2124	Río Totaré	24.024	2%
2125	Río Lagunilla y Otros Directos al Magdalena	19.468	2%
2601	Alto Río Cauca	18.046	2%
2613	Río Otún	17.618	2%
2615	Río Chinchiná	17.150	2%
2114	Río Cabrera	17.080	2%
2101	Alto Magdalena	16.508	2%
2604	Río Palo	16.481	2%
2610	Río Tuluá	16.345	2%
2207	Río Cucuana	14.034	1%
2609	Río Amaime	13.299	1%
2121	Río Coello	10.812	1%
2301	Río Gualí	10.639	1%
2607	Río Fraile y otros directos al Cauca	10.423	1%
2627	Río Piendamó	9.606	1%
2602	Río Purace	7.422	1%
2312	Río Carare (Minero)	6.469	1%
	Otros (21 SZH)	36.408	3%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Ilustración 124. Subzonas hidrográficas priorizadas según concentración de páramos.



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

3.5.6.2 Áreas priorizadas por su Distribución de ecosistemas sensibles (Ciénagas – Lagunas) por subzona hidrográfica

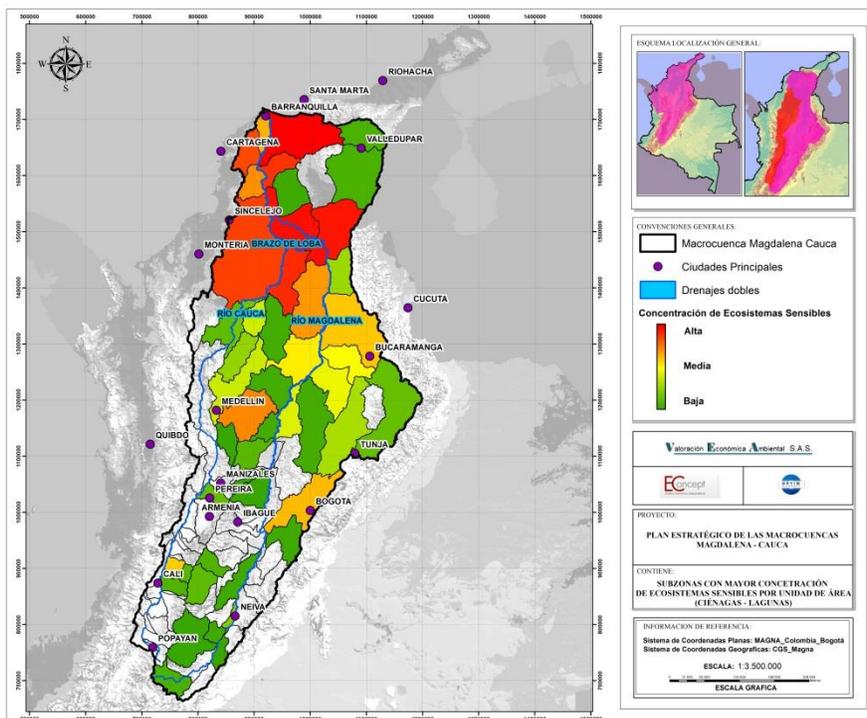
La distribución de los ecosistemas sensibles, se ha caracterizado por concentrarse en las zonas e intermediaciones de los ríos Cauca y Magdalena. La siguiente tabla nos muestra cuales son las subzonas hidrográficas donde hay mayor concentración de ecosistemas sensibles por unidad de área, priorizándolas como subzonas de alto interés dado que en estas zonas bajas es donde encontramos gran variedad de ecosistemas que hacen parte de un complejo sistema hídrico, los cuales se ven afectados por amenazas como inundación, remoción en masa y la erosión proveniente de otras subzonas, que desencadena en un aumento de los índices de sedimentación en el ecosistema, lo que minimiza oxígeno disuelto en el agua.

Tabla 85. Subzonas Hidrográficas que concentran los ecosistemas sensibles (Ciénagas y Lagunas) dentro de la Macrocuenca Magdalena Cauca

SZH	Subzona Hidrográfica	Área Ecosistemas Sensibles (Ha)	% Área total Ecosistemas Sensibles (Ha)
2906	Cga Grande de Santa Marta	86.696	23%
2502	Bajo San Jorge - La Mojana	74.539	20%
2907	Directos Bajo Magdalena	61.310	16%
2805	Bajo Cesar	48.368	13%
2626	Directos Bajo Cauca - Cga La Raya	19.863	5%
2308	Río Nare	10.810	3%
2319	Río Lebrija	10.529	3%
2903	Bajo Magdalena - Canal del Dique	10.169	3%
2320	Brazo Morales	9.973	3%
2902	Directos al Bajo Magdalena (md)	9.751	3%
2120	Río Bogotá	6.739	2%
2317	Río Cimitarra	3.502	1%
2901	Directos al Bajo Magdalena (mi)	2.884	1%
2314	Río Opón	2.678	1%
2401	Río Suárez	2.591	1%
2701	Río Porce	2.223	1%
2405	Río Sogamoso	2.216	1%
2904	Directos al Bajo Magdalena (mi)	1.691	0,5%
2311	Directos al Magdalena Medio	1.405	0,4%
	Otros (30 SZH)	6.462	2%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Ilustración 125. Subzonas hidrográficas con mayor concentración de Ecosistemas Sensibles.



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

3.5.7 Áreas de recuperación Ambiental

3.5.7.1 Terrenos desnudos y degradados

Corresponde a áreas que han sido desprovistas de vegetación o con poca vegetación, debido a actividades tanto antrópicas como naturales de erosión sobre las cuales se presentan condiciones extremas que dificulta la repoblación vegetal. La siguiente tabla nos muestra sobre cuales subzonas hidrográficas donde predominan estos terrenos los cuales tienen características particulares y sobre las cuales hay que tomar medidas de mitigación y compensación del fenómeno erosivo dado que esto hace que aumente los índices de sedimentos en la red hídrica, consecuente con una disminución en la profundidad de la navegación.

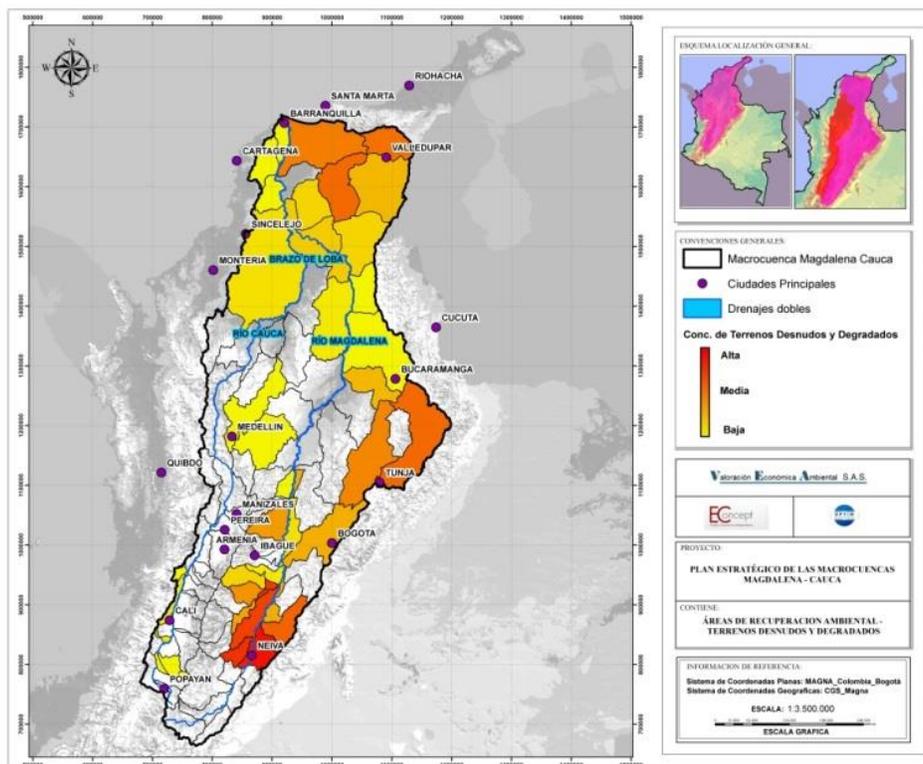
Tabla 86. Subzonas Hidrográficas que concentran los ecosistemas sensibles (Ciénagas y Lagunas) dentro de la Macrocuenca Magdalena Cauca

SZH	Subzona Hidrográfica	Área Tierras desnudas y degradadas (Ha)	% Área total Terrenos Desnudos y Degradados (Ha)
2111	Rio Fortalecillas y otros	24.678	15%

SZH	Subzona Hidrográfica	Área Tierras desnudas y degradadas (Ha)	% Área total Terrenos Desnudos y Degradados (Ha)
2403	Río Chicamocha	21.448	13%
2906	Cga Grande de Santa Marta	14.859	9%
2804	Río Ariguaní	11.731	7%
2401	Río Suárez	11.434	7%
2113	Río Aipe y otros directos al Magdalena	8.995	6%
2112	Río Baché	7.189	4%
2801	Alto Cesar	7.151	4%
2114	Río Cabrera	6.771	4%
2120	Río Bogotá	5.965	4%
2502	Bajo San Jorge - La Mojana	5.921	4%
2802	Medio Cesar	5.419	3%
2109	Juncal y otros Rios directos al Magdalena	3.522	2%
2125	Río Lagunilla y Otros Directos al Magdalena	3.336	2%
2907	Directos Bajo Magdalena	3.317	2%
2405	Río Sogamoso	2.420	2%
2805	Bajo Cesar	2.076	1%
2206	Río Tetuán	1.868	1%
2208	Bajo Saldaña	1.451	1%
2908	Arroyo Corozal	1.337	1%
2320	Brazo Morales	1.228	1%
	Otros Magdalena Cauca(36 SZH)	8.058	5%

Fuente: Cálculos UT Macrocuenas

Ilustración 126. Subzonas hidrográficas clasificadas dentro de áreas de recuperación ambiental



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

3.5.8 Áreas de importancia Social

3.5.8.1 Concentración de asentamientos humanos y de infraestructura física y rural

La siguiente tabla nos muestra la cuales son las subzonas hidrográficas donde se concentran los asentamientos humanos y de infraestructura física y social, siendo este un fenómeno de interés alto dado que dicha concentración hace que se demanden más recursos naturales en la subzona y así mismo se produce altos volúmenes de desechos, estos desechos sólido, a su vez son llevados a un sitio de disposición final, pero , los desechos provenientes de aguas residuales, doméstica y sanitarias son depositadas en afluentes hídricos generando un impacto negativo dado que se cambia drásticamente el estado natural del mismo. Es por ello que en estas subzonas priorizadas es donde se deben realizar obras hidráulicas y plantas de tratamiento que permitan la remoción de estos contaminantes antes de ser dispuestos en las corrientes hídricas.

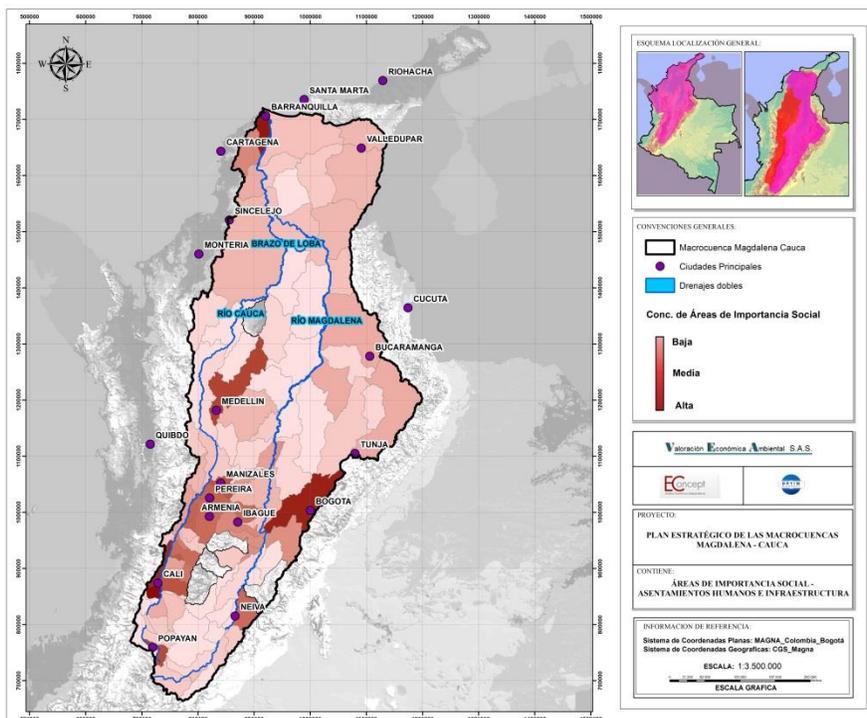
Tabla 87. Concentración de áreas de importancia social por subzona hidrográfica dentro de la Macrocuenca Magdalena Cauca

SZH	Subzona Hidrográfica	Área (Ha)	% Área total Terrenos Desnudos y Degradados (Ha)
2120	Río Bogotá	43.678	23%
2701	Río Porce	17.997	9%
2904	Directos al Bajo Magdalena (mi)	14.067	7%

SZH	Subzona Hidrográfica	Área (Ha)	% Área total Terrenos Desnudos y Degradados (Ha)
2630	Río Pance	9.499	5%
2502	Bajo San Jorge - La Mojana	9.284	5%
2319	Río Lebrija	6.081	3%
2403	Río Chicamocha	5.609	3%
2631	Directos al Río Cauca (mi)	4.677	2%
2802	Medio Cesar	4.246	2%
2612	Río La Vieja	3.806	2%
2906	Cga Grande de Santa Marta	3.433	2%
2907	Directos Bajo Magdalena	3.133	2%
2805	Bajo Cesar	2.859	1%
2308	Río Nare	2.831	1%
2607	Río Fraile y otros directos al Cauca	2.794	1%
2111	Río Fortalecillas y otros	2.738	1%
2119	Río Sumapaz	2.636	1%
2314	Río Opón	2.567	1%
2401	Río Suárez	2.451	1%
2615	Río Chinchiná	2.369	1%
2903	Bajo Magdalena - Canal del Dique	2.312	1%
2601	Alto Río Cauca	1.954	1%
2124	Río Totaré	1.929	1%
2121	Río Coello	1.757	1%
2613	Río Otún	1.705	1%
2801	Alto Cesar	1.645	1%
2610	Río Tuluá	1.489	1%
2804	Río Ariguaní	1.373	1%
2125	Río Lagunilla y Otros Directos al Magdalena	1.319	1%
2321	Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena Medio	1.163	1%
2637	Directos Río Cauca (md)	1.155	1%
2901	Directos al Bajo Magdalena (mi)	1.129	1%
2609	Río Amaime	1.059	1%
	Otros (69 SZH)	25.568	13%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Ilustración 127. Subzonas hidrográficas priorizadas como áreas de importancia social.



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

3.5.9 Navegabilidad

En la Macrocuenca Magdalena Cauca la navegabilidad es una actividad de vital importancia para el desarrollo económico del país. Los bajos costos asociados al transporte de carga por río, comparados con los costos del transporte por carretera y por vías férreas, ofrecen escenarios optimistas en el campo de competitividad para el sector productivo del país. De acuerdo con cifras oficiales, “la meta cuatrienal del Gobierno Nacional es pasar de 2.61 millones de toneladas de carga por año transportadas a través del río, a 6 millones de toneladas para el año 2014”. (Conpes 3758, 2013).

Para propósitos de navegación, marítima o fluvial, el indicador más claro e importante es la profundidad efectiva en el canal navegable frente a los requerimientos de las embarcaciones. La profundidad efectiva es una variable que depende del caudal y las características hidráulicas del cauce, así como de las obras de protección de riberas, obras de control de flujos de verano y dragados complementarios.

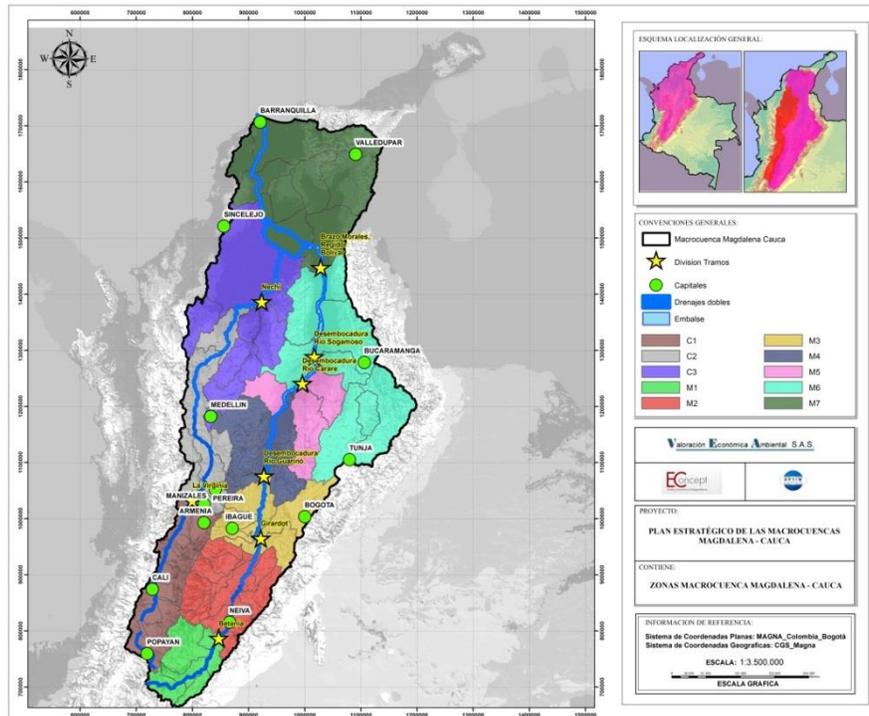
En el caso del río Magdalena, que tiene una longitud de 1.550 km y recorre una gran extensión del territorio colombiano, 1.024 km corresponden a tramos con potencial de navegación, es decir el 66% de la longitud del río. (Conpes 3758, 2013). Sin embargo, el desarrollo de diversas actividades económicas en las subzonas hidrográficas a lo largo de esta arteria fluvial, ha provocado un

deterioro en los ecosistemas estratégicos de regulación y abastecimiento de las subzonas hidrográficas.

Teniendo en cuenta que para propósitos de navegación, marítima o fluvial, el indicador más claro e importante es la profundidad efectiva, se presenta un análisis de las condiciones de aporte de caudal y aportes de sedimentos de cada uno de los tramos del río con potencial de navegabilidad.

Para el análisis de navegabilidad, los ríos Magdalena y Cauca se han dividido en tramos. La siguiente ilustración presenta la agregación de subzonas hidrográficas que aportan a cada uno de los 7 tramos del río Magdalena y a cada uno de los tres tramos del río Cauca. Estos tramos han sido definidos por su potencial de navegación, sus características topográficas y su importancia agropecuaria.

Ilustración 128. Subzonas que aportan a los diferentes tramos de río.



Fuente: UT Macrocuencas con información de IDEAM, 2010

La oferta hídrica de cada subzona es una variable que depende de la interacción entre la precipitación, la temperatura y el índice de retención y regulación hídrica IRH. Este último relacionado con el área con coberturas naturales y el área de la subzona. Así mismo, para determinar las subzonas que al tener cambios en su cobertura, generan un mayor incremento en la oferta hídrica del tramo, se calculó la participación de cada subzona en la oferta hídrica total de cada tramo. En la siguiente tabla se muestra la oferta hídrica aportada por las subzonas a cada

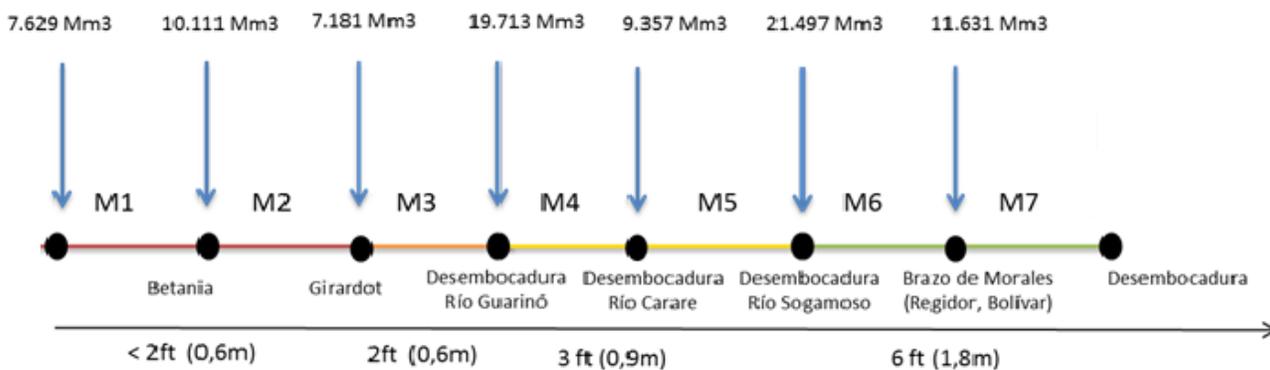
tramo, en la columna de oferta acumulada se presenta como se va acumulando a lo largo del río la oferta aportada por las diferentes subzonas y los diferentes tramos.

Tabla 88. Oferta hídrica total por tramos

Río	Tramo de río	Oferta (MMC)	Oferta Acumulada (MMC)	% Oferta tramo/ Oferta Total
Río Cauca	C1	9.099	9.099	18%
	C2	13.925	23.024	27%
	C3	28.875	51.899	56%
Río Magdalena	M1	7.629	7.629	9%
	M2	10.111	17.740	12%
	M3	7.181	24.921	8%
	M4	19.713	44.634	23%
	M5	9.357	53.991	11%
	M6	21.497	75.488	25%
	M7	11.631	87.119	13%

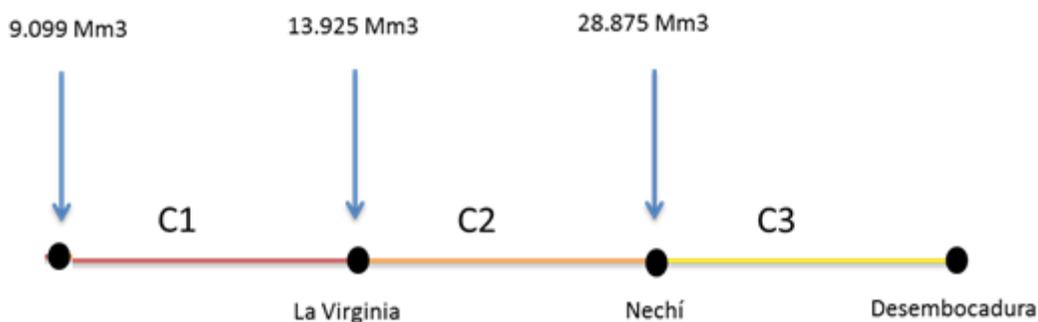
Fuente: UT Macrocuencas con información de IDEAM, 2010

Ilustración 129. Aporte de oferta por tramos en el Río Magdalena



Fuente: UT Macrocuencas con información de IDEAM, 2010

Ilustración 130. Aporte de oferta por tramos en el Río Cauca



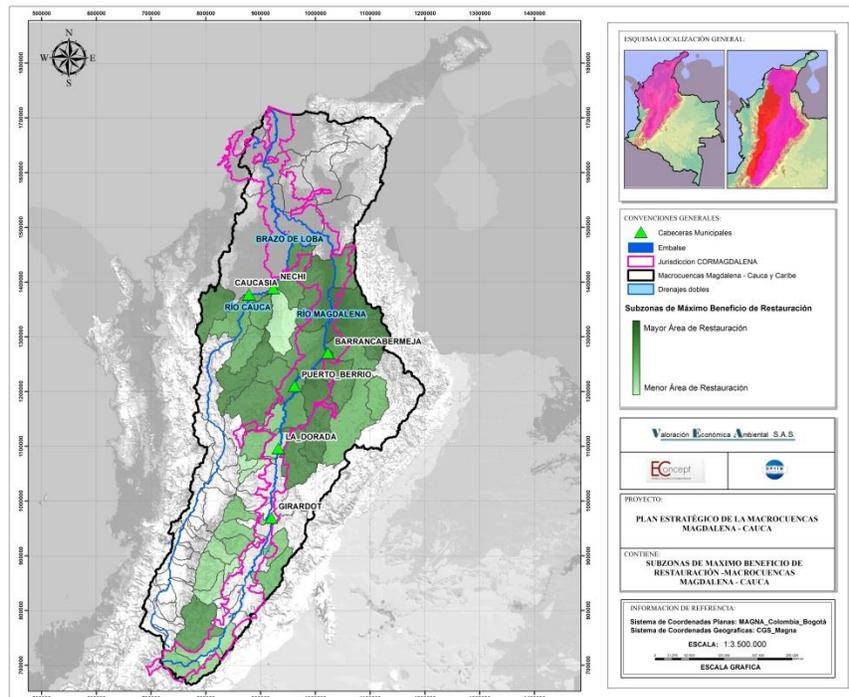
Fuente: UT Macrocuencas con información de IDEAM, 2010

El río Magdalena se vuelve navegable desde Puerto Salgar que se localiza en el tramo M4 donde ya se encuentra acumulado el 53% de la oferta total del río y tiene una profundidad de 0,6m. Por su parte, el río Cauca es navegable desde el río Nechí que lo alimenta al final del tramo C2 y aporta el 56% de la oferta total del río.

3.5.9.1 Áreas de interés estratégico para Mejorar la regulación hídrica de las subzonas hidrográficas priorizadas por su aporte de caudal a los tramos de río con potencial de navegabilidad.

Las siguientes ilustraciones presentan el efecto de los diferentes escenarios sobre el caudal de los tramos del río Cauca y del río Magdalena. A partir de los aportes al caudal por parte de las subzonas para cada tramo y con base en los resultados de la producción de sedimentos, según la cobertura de suelo, se identificaron las áreas prioritarias de restauración. Estas son las áreas en las cuales el aumento en el caudal y la reducción de sedimentos generarían el mayor cambio en términos de la profundidad del tramo. Teniendo como meta un aumento aproximado del 2% de caudal total, se determinó que sería necesario restaurar cerca de 155.000 hectáreas, distribuidas en las 33 subzonas de la Macrocuenca. Estas subzonas están distribuidas principalmente en la Macrocuenca media del Río Magdalena y la Macrocuenca media del Río Cauca (Ilustración 131). Las subzonas ubicadas en estos tramos son las que hacen los mayores aportes al caudal total; en términos porcentuales.

Ilustración 131. Ubicación de Áreas priorizadas para restauración y jurisdicción de Cormagdalena.



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Las áreas priorizadas se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 89. Áreas priorizadas para restauración.

SZH	Subzona Hidrográfica	Área Total SZH (ha)	Cobertura natural actual de la SZH (ha)	Área en otros tipos de cobertura de la SZH (ha)	Área Priorizada para Conservación de la SZH (ha)	Área Con Erosión Moderada a Muy Severa de la SZH (ha)	Área para restaurar			
							(ha)	% del Área total de la SZH	% del Área Priorizada para conservación de la SZH	% del Área con Erosión de la SZH
2312	Río Carare (Minero)	728.263	219.504	508.758	195.462	199.008	15.263	2,1%	7,8%	7,7%
2320	Brazo Morales	710.115	328.250	381.865	461.975	353.305	11.456	1,6%	2,5%	3,2%
2308	Río Nare	560.006	220.661	339.345	75.530	157.235	10.180	1,8%	13,5%	6,5%
2701	Río Porce	523.085	168.744	354.341	134.679	362.246	8.859	1,7%	6,6%	2,4%
2314	Río Opón	431.847	148.088	283.759	162.826	84.828	8.513	2,0%	5,2%	10,0%
2310	Río San Bartolo y otros directos al Magdalena Medio	359.555	112.551	247.004	103.479	287.204	7.410	2,1%	7,2%	2,6%
2105	Río Páez	520.854	294.436	226.418	163.007	108.276	6.793	1,3%	4,2%	6,3%
2317	Río Cimitarra	497.248	275.639	221.609	317.036	408.579	6.648	1,3%	2,1%	1,6%
2501	Alto San Jorge	396.105	136.762	259.343	139.063	95.986	6.484	1,6%	4,7%	6,8%
2311	Directos al Magdalena Medio	268.478	56.665	211.813	37.483	84.608	6.354	2,4%	17,0%	7,5%
2405	Río Sogamoso	340.844	133.732	207.112	132.076	85.837	6.213	1,8%	4,7%	7,2%
2319	Río Lebrija	964.183	235.377	728.806	208.160	134.320	5.249	0,5%	2,5%	3,9%
2402	Río Fonce	241.081	89.341	151.740	94.922	91.222	4.552	1,9%	4,8%	5,0%
2626	Directos Bajo Cauca - Cga La Raya	434.818	264.074	170.744	300.333	159.978	4.269	1,0%	1,4%	2,7%
2702	Alto Nechí	293.837	130.272	163.565	154.475	155.415	4.089	1,4%	2,6%	2,6%
2305	Río Samaná	240.037	104.018	136.019	75.051	34.962	4.081	1,7%	5,4%	11,7%
2624	Río Tarazá - Río Man	257.947	104.245	153.702	139.601	54.355	3.843	1,5%	2,8%	7,1%
2704	Directos al Bajo Nechí	195.197	52.428	142.769	46.930	60.085	3.569	1,8%	7,6%	5,9%
2101	Alto Magdalena	250.646	142.952	107.694	130.407	55.768	3.231	1,3%	2,5%	5,8%
2307	Directos Magdalena Medio (mi)	148.446	45.035	103.411	17.213	38.287	3.102	2,1%	18,0%	8,1%
2625	Directos al Cauca (md)	143.717	21.324	122.392	68.385	39.806	3.060	2,1%	4,5%	7,7%
2103	Río Suaza	142.237	43.464	98.774	33.729	71.582	2.963	2,1%	8,8%	4,1%
2104	Ríos Directos al Magdalena (mi)	154.387	56.753	97.634	62.554	53.583	2.929	1,9%	4,7%	5,5%
2201	Alto Saldaña	258.394	183.078	75.316	175.330	70.550	2.259	0,9%	1,3%	3,2%
2204	Río Amoyá	145.227	76.437	68.791	68.702	9.175	2.064	1,4%	3,0%	22,5%
2304	Directos Magdalena (mi)	96.587	28.731	67.856	22.702	20.375	2.036	2,1%	9,0%	10,0%
2202	Río Atá	153.517	95.200	58.317	84.643	61.437	1.750	1,1%	2,1%	2,8%
2301	Río Gualí	87.633	31.487	56.146	5.468	6.183	1.684	1,9%	30,8%	27,2%
2203	Medio Saldaña	75.042	21.073	53.970	9.389	54.598	1.619	2,2%	17,2%	3,0%
2302	Río Guarinó	83.513	33.284	50.229	10.453	8.416	1.507	1,8%	14,4%	17,9%
2303	Directos al Magdalena (md)	43.478	6.405	37.073	4.027	11.167	1.112	2,6%	27,6%	10,0%
2102	Río Timaná y otros directos al Magdalena	38.228	3.861	34.367	11.149	27.054	1.031	2,7%	9,2%	3,8%
2703	Bajo Nechí	449.174	310.966	138.209	362.112	275.518	829	0,2%	0,2%	0,3%

Fuente: UT Macrocuencas

3.6 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, es 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 establecieron tres rondas de talleres en las fases II, III y IV del Plan Estratégico.

La primera ronda de talleres que se desarrolló en el marco del proceso de formulación de los Planes Estratégicos (PE) en la fase de diagnóstico, involucró actores clave con alto nivel de conocimiento y decisión acerca del recurso hídrico en la Macrocuena, con el fin de validar las variables clave identificadas para la misma mediante la información presentada en la Línea Base.

Continuando el proceso de participación de los actores clave, para la fase de Análisis Estratégico, se llevó a cabo la segunda ronda de talleres. Según los lineamientos del Decreto 1640 de 2012 y lo determinado por (ASOCARS, 2012), los objetivos de éstos talleres se mencionan a continuación.

- Concertar el desarrollo deseado de la Macrocuena.
- Concertar la zonificación (Priorización de subzonas) ambiental y objetivos de calidad en los principales ríos o cuerpos de agua, que permitan alcanzar el desarrollo deseado de la Macrocuena.
- Concertar los principales usos y criterios de calidad, cantidad y disponibilidad de agua (caudal ambiental) en los grandes tramos de los ríos Magdalena y Cauca.
- Ampliar y consolidar el grupo de acompañamiento y análisis del proceso de formulación de los planes estratégicos.
- Desarrollar un análisis temático orientado a priorizar y precisar temas que sirvan para la construcción de los lineamientos estratégicos.
 - Las agendas de los actores claves en cada temática.
 - Repertorio de acciones para avanzar en las agendas.
 - Percepción del impacto que pueden tener las acciones de otros actores sobre sus propios objetivos.

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 Macrocuena, 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 Macrocuena. Por lo anterior, se llevan a cabo seis talleres.

La selección de las ciudades en las cuales se desarrollaron los talleres, se basó en el criterio de selección de la primera ronda (población, movilidad, acceso, entre otros). Así mismo, las fechas para llevar a cabo los seis talleres se plantearon de tal manera que entre las rondas de talleres, 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 segunda ronda de talleres, se presentan en la Tabla 90.

Tabla 90. Desarrollo Segunda Ronda de Talleres.

Macrocuena	Zona	Ciudad	Fecha Taller
Cauca	Bajo	Sincelejo	Septiembre 12 de 2013
Cauca	Medio	Medellín	Septiembre 16 de 2013
Magdalena	Bajo	Barranquilla	Septiembre 19 de 2013
Cauca	Alto	Cali	Septiembre 25 de 2013
Magdalena	Medio	Bucaramanga	Septiembre 26 de 2013
Magdalena	Alto	Bogotá	Septiembre 30 de 2013

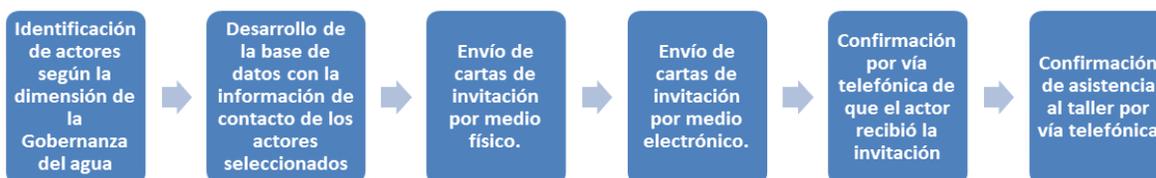
Fuente: UT Macrocuencas

Con relación a la convocatoria de la segunda ronda de talleres, se tuvo en cuenta la base de datos de los invitados, asistentes y actores sugeridos por los mismos, con el fin de tener una convocatoria estratégica en cuanto a los participantes y los contenidos abordados. Por lo anterior, en la segunda ronda de talleres, estaban 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 132. Metodología de Convocatoria.



Fuente: UT Macrocuencas

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

El proceso de selección de los actores invitados a los talleres, se realizó con base en los actores clave invitados y asistentes de la primera ronda de talleres.

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 los nuevos actores incluidos y se confirman los datos de los actores de la primera ronda, 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.

Tabla 91. 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
	MADS
Dimensión Económica	Aguas de la Sabana
	FEDEGAN
Dimensión Política Administrativa	Gobernación del Sucre
	Secretaría Municipal de Agricultura
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. Sin embargo, se contó con la participación de actores representantes de todas las dimensiones de la Gobernanza del Agua.

Con relación al taller de Medellín, los actores asistentes se presentan a continuación.

Tabla 92. Actores Asistentes Taller Medio Cauca – Medellín.

Dimensión Gobernanza del Agua	Actor
Dimensión Ambiental	Corporación Autónoma Regional de Risaralda CARDER
	Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena - CORMAGDALENA
	Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia – CORANTIOQUIA
	MADS
	Área Metropolitana del Valle de Aburrá
	Parques Nacionales Naturales
	Secretaría de Medio Ambiente
Dimensión Económica	EPM (Medellín)
	Cámara Asomineros ANDI
	Federación Nacional De Cafeteros - Comité Departamental De Antioquia
	ISAGEN S.A.
Dimensión Política	Ecopetrol
	DNP

Dimensión Gobernanza del Agua	Actor
Administrativa	Gobernación de Antioquia
Dimensión Social	Corporación Comité Pro Romeral para la Recuperación y Preservación de Microcuencas
	IDEAR
	Sociedad Antioqueña de Ingenieros y Arquitectos
	Universidad de Antioquia

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.

Para el taller de Barranquilla asistieron los siguientes actores clave.

Tabla 93. Actores Asistentes Taller Bajo Magdalena – Barranquilla

Dimensión Gobernanza del Agua	Actor
Dimensión Ambiental	Autoridad Ambiental Urbana (AAU) Barranquilla – DAMAB
	MADS
Dimensión Económica	Cámara de Comercio de Barranquilla
	Camacol Caribe
	Empresa Triple A (Barranquilla)
	Ecopetrol
	Sociedad Portuaria Regional de Barranquilla
Dimensión Política Administrativa	AUNAP
	Gobernación del Atlántico -Secretaría de Planeación
	Planeación departamental
Dimensión Social	FUNAD ONG
	Universidad del Norte -El Instituto de Estudios Hidráulicos y Ambientales (IDEHA)
Organizaciones Internacionales	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 político administrativa

Tabla 94. Actores Asistentes Taller Alto Cauca – Cali.

Dimensión Gobernanza del Agua	Actor
Dimensión Ambiental	CVC
	DAGMA
	IDEAM
	MADS
	Secretaría de Ambiente
	Cinara- Univalle
	Parques Nacionales Naturales
	Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena - CORMAGDALENA

Dimensión Gobernanza del Agua	Actor
	CRC
Dimensión Económica	Federación Nacional de Cafeteros
	Vallecaucana de aguas
	Cenicaña
	Isagen
	EPSA
	Asocaña
	Acuaviva
	Emcali
	Zona Franca
Dimensión Política Administrativa	Gobernación del Valle
	UNGRD
	Gobernación- Corpocuenca
Dimensión Social	Fundación Eprodesa

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. Con relación al taller de Medio Magdalena llevado a cabo en la ciudad de Bucaramanga, a continuación se presentan las entidades asistentes.

Tabla 95. Actores Asistentes Taller Medio Magdalena – Bucaramanga

Dimensión Gobernanza del Agua	Actor
Dimensión Ambiental	CAS
	Área Metropolitana de Bucaramanga
	MADS
	Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga – CDMB
Dimensión Económica	Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.
	Cámara de comercio
	Ecopetrol
Dimensión Política Administrativa	Alcaldía de Bucaramanga
	Secretaría de Agricultura
	Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca -AUNAP-
Dimensión Social	Programa de Desarrollo para la paz
	Federación Nacional de Pescadores

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

Tabla 96. 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 Río Grande de la Magdalena - CORMAGDALENA
	Corporación Autónoma Regional del Tolima – CORTOLIMA
	CRA
	Parques Nacionales
	MADS
	Secretaría de Ambiente
Dimensión Económica	Acueducto del Tolima
	UPME
	Aguas del Huila
	Superintendencia de Servicios Públicos
	UPRA
	CAEM
	EMGESA
Dimensión Política Administrativa	Ministerio de Vivienda
	Gobernación del Tolima
	Gobernación de Cundinamarca
	Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres
Organizaciones Internacionales	WWF
	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.

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

Tabla 97. Balance de asistencia de los talleres realizados en la Macrocuena Magdalena- Cauca.

Ciudad	Entidades Invitadas	Entidades Asistentes	Personas asistentes
Barranquilla	30	13	18
Bogotá	43	24	48
Bucaramanga	27	12	17
Cali	35	22	33
Medellín	28	18	34
Sincelejo	24	9	11
Total	187	100	161

Fuente: UT Macrocuencas

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 Segunda 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.

Momento 1: Presentación Introducción.

El objetivo de este momento es contextualizar a los asistentes al taller en el proceso de formulación del plan estratégico, se hace énfasis en las fases del proceso y los espacios de disertación y construcción de consensos en las regiones y a nivel central. Durante esta presentación se aclaran las reglas de juego para el desarrollo del taller, explicando cuidadosamente en qué consisten las actividades a desarrollar durante el día.

Momento 2: Presentación para Motivar el Ejercicio de las Mesas de Trabajo.

Durante este momento se motiva la realización de las mesas de trabajo presentando el proceso de modelación y los resultados del mismo. La presentación tiene por objeto aclarar el origen de la información sobre escenarios de desarrollo que se someterá a discusión en las mesas de trabajo.

La presentación tiene contenido para explicar los subsistemas que componen el modelo de dinámica de sistemas y para analizar en cada uno de los subsistemas las variables determinantes,

de relevo, objetivo, resultado, palancas secundarias y variables reguladoras. Se explican las relaciones prioritarias entre los subsistemas para la planeación estratégica.

Seguidamente durante esta presentación se muestran los intereses de planeación estratégica en cada una de las temáticas seleccionadas, este punto busca preparar a los diferentes actores clave para que desde sus puntos de vista e interés aborden la discusión en las mesas de trabajo.

Momento 4: Mesas temáticas de trabajo.

Durante este momento los participantes organizados en cuatro grupos (cada uno de los intereses de las dimensiones de la gobernanza del agua), trabajarán las temáticas teniendo como base el documento de análisis. Al final de cada discusión en la mesa temática el anfitrión plantea preguntas específicas sobre la agenda de los actores claves respecto a las temáticas y sobre las posibilidades de acción cuando estas no hayan sido reveladas en la discusión.

Momento 6: Plenaria y Conclusiones.

Durante este momento se 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 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.

Así mismo, a continuación se presenta el material de apoyo para el desarrollo de los diferentes momentos del taller de análisis estratégico.

- 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 descritos en la sección2 “Modelo Integrado de Dinámica de sistemas de la Macrocuenca”, se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 98. 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.

Temática	Interés Estratégico
	<ul style="list-style-type: none"> • 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.
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 133. 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

Como resultado de los talleres de análisis estratégico, se obtienen las conclusiones por temática de acuerdo a las cuatro dimensiones del agua. De igual manera, se conocen las subzonas que son de interés estratégico, lo cual servirá como herramienta para la priorización ambiental.

Como ejemplo de la dinámica llevada a cabo en los talleres de análisis estratégico, se presentan las siguientes ilustraciones, que corresponden al último momento del taller realizado en Medellín, en el cual se plasman las conclusiones por temática y se discuten en la plenaria final.

Ilustración 134. Ejemplo de conclusiones y plenaria para la temática de Demanda (Taller Medellín)

Temática	Debería Ser	Grupo Ambiental	Actores (+) Involucrar	TEMÁTICA: Demanda	Grupo Económico	
Interés	<ul style="list-style-type: none"> Esperar las prioridades de AA. Control y seguimiento. Compromiso del SIA. Calificación de roles para los sectores. Atención sobre los problemas con prioridades de AA y otros de interés. 	<ul style="list-style-type: none"> Unidades del Recurso Hídrico Entes Territoriales Autoridades Ambientales 	<ul style="list-style-type: none"> Entes Territoriales Sectores Productivos Autoridades Ambientales MADS - IDEAM - M. Agricultura M. Vivienda 	<p>Interés</p> <ul style="list-style-type: none"> Reducción pérdidas técnicas en sistemas de abastecimiento Ayuda y uso eficiente del agua en sistemas de abasto Soluciones de abastecimiento 	<p>Deber Ser</p> <ul style="list-style-type: none"> Mejoramiento de la infraestructura Control de fraudes Implementación de tecnologías que avancen el uso del agua en todos los sectores Transparencia de conocimiento (Arbitraje de programas de Producción más Limpia) Propaganda A partir de estudios técnicos que apoyen el equilibrio del sistema (toma en cuenta prioridades de comunidad) 	<p>Actores (+)</p> <ul style="list-style-type: none"> Prestadores del servicio Usuarios Autoridades de control Usuarios que avancen el uso del agua en todos los sectores Autoridades ambientales Planeación Comunidad Autoridades ambientales Prestadores del servicio
Localización ambiental	<ul style="list-style-type: none"> Actualización y contextualización de la zonificación de los suelos rurales. Disponibilidad de información de los servicios ecosistémicos en planes de conservación local/regional/nacional Actualización de todos los instrumentos de Planeación (Plan, Plan POT) 	<ul style="list-style-type: none"> Usuarios R. Hídrico/Sectores Autoridades Ambientales 	<p>ACTORES + CONTRIBUCIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> Unidad ambiental Unidad Vivienda, Urbanización EE SSFP (entorno coloidal) Usuarios (actores) COMAFAC, consejo de actores Educación y otros de uso racional Estudios a las comunidades EE SSFP, Superintenciones CARs Usuarios (compromiso) Acuerdos estructurales EE SSFP Universidades 	<p>Interés</p> <ul style="list-style-type: none"> Localización de actividad agrícola en zonas con esa aptitud de suelo Que no estén en zonas de recarga hídrica o de interés prioritario Optimización del recurso hídrico Desarrollo de la actividad en zonas con esa aptitud de suelo Entes territoriales Autoridades ambientales Estado 	<p>Debería Ser</p> <ul style="list-style-type: none"> Planificación Entes territoriales Autoridades ambientales Estado 	
Objetivos y metas de manejo	<ul style="list-style-type: none"> Optimización de la demanda y su uso 	<p>VERBADEL RECURSO</p> <p>DEBERIA SER</p> <ul style="list-style-type: none"> Reducción técnica Límites permisibles mínimos de prioridad por ley Regulación a EE SSFP Ayudar al mantenimiento de registro Contribuir al desarrollo (económico) Indicadores de uso eficiente para formular el buen uso y disminuir desperdicio (más de 30 comunidades) (formular medición empírica) Formar abastecimiento a pequeña escala (uso de aguas lluvias) Formar alto en zonas bajas, con mayor oferta de agua Plan de agua subterránea (límite por uso) Recuperación de zonas bajas para zonas de acuíferos Explicar zonas de protección y zona de suelo (sin áreas sin ambiente de alta hídrica) (formular áreas de protección) Ordenar Operación hidrográfica (formular reglamento de alto prioritario) 	<p>ANLA</p> <ul style="list-style-type: none"> Unidad Ambiental Universidades 	<p>Desarrollo de la actividad en zonas con esa aptitud de suelo</p> <ul style="list-style-type: none"> Entes territoriales Autoridades ambientales Estado 	<p>Planeación</p> <ul style="list-style-type: none"> Comunidad Autoridades ambientales Prestadores del servicio 	

Fuente: UT Macrocuencas

Ilustración 135. Ejemplo de conclusiones y plenaria para la temática de Oferta hídrica (Taller Medellín)

Temática	Debería Ser	Grupo Económico	Actores (+) Involucrar	OFERTA HÍDRICA
Interés	<ul style="list-style-type: none"> Ampliación de productividad por unidad de área (aproximada) Consumo óptimo del recurso hídrico 	<p>DEBERIA SER</p> <ul style="list-style-type: none"> Expansión controlada y en zonas aptas Tener en cuenta el cumplimiento de la normatividad Esquema de ordenamiento territorial más simple y a escala detallada 	<p>ACTORES + contribuye</p> <ul style="list-style-type: none"> Sector agropecuario Gobierno Grupos Autoridad Ambiental Ministerio y secretarías Entes territoriales 	<p>OFERTA HÍDRICA</p> <p>INTERÉS</p> <ul style="list-style-type: none"> Productividad Expansión por zona Δ de Cobertura Planteramiento de comunidad (proceso de manejo ordenado) (formular un y de operación hidrográfica) Planteramiento de zonas de recarga de los ríos
Productividad por unidad de área	<ul style="list-style-type: none"> Ampliación de productividad por unidad de área (aproximada) Consumo óptimo del recurso hídrico 	<p>DEBERIA SER</p> <ul style="list-style-type: none"> Expansión controlada y en zonas aptas Tener en cuenta el cumplimiento de la normatividad Esquema de ordenamiento territorial más simple y a escala detallada 	<p>ACTORES + contribuye</p> <ul style="list-style-type: none"> Sector agropecuario Gobierno Grupos Autoridad Ambiental Ministerio y secretarías Entes territoriales 	<p>OFERTA HÍDRICA</p> <p>DEBERIA SER</p> <ul style="list-style-type: none"> Expansión controlada y en zonas aptas Tener en cuenta el cumplimiento de la normatividad Esquema de ordenamiento territorial más simple y a escala detallada
Expansión de la frontera agrícola	<ul style="list-style-type: none"> Ampliación de productividad por unidad de área (aproximada) Consumo óptimo del recurso hídrico 	<p>DEBERIA SER</p> <ul style="list-style-type: none"> Expansión controlada y en zonas aptas Tener en cuenta el cumplimiento de la normatividad Esquema de ordenamiento territorial más simple y a escala detallada 	<p>ACTORES + contribuye</p> <ul style="list-style-type: none"> Sector agropecuario Gobierno Grupos Autoridad Ambiental Ministerio y secretarías Entes territoriales 	<p>OFERTA HÍDRICA</p> <p>DEBERIA SER</p> <ul style="list-style-type: none"> Expansión controlada y en zonas aptas Tener en cuenta el cumplimiento de la normatividad Esquema de ordenamiento territorial más simple y a escala detallada
Cambios de cobertura vegetal	<ul style="list-style-type: none"> Ampliación de productividad por unidad de área (aproximada) Consumo óptimo del recurso hídrico 	<p>DEBERIA SER</p> <ul style="list-style-type: none"> Expansión controlada y en zonas aptas Tener en cuenta el cumplimiento de la normatividad Esquema de ordenamiento territorial más simple y a escala detallada 	<p>ACTORES + contribuye</p> <ul style="list-style-type: none"> Sector agropecuario Gobierno Grupos Autoridad Ambiental Ministerio y secretarías Entes territoriales 	<p>OFERTA HÍDRICA</p> <p>DEBERIA SER</p> <ul style="list-style-type: none"> Expansión controlada y en zonas aptas Tener en cuenta el cumplimiento de la normatividad Esquema de ordenamiento territorial más simple y a escala detallada

Fuente: UT Macrocuencas

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 análisis estratégico.

3.7 CONCLUSIONES.

La fase de Análisis Estratégico corresponde a la tercera fase en el desarrollo del Plan Estratégico de la Macrocuenca. En esta fase se llevaron a cabo 6 objetivos principales: La construcción del modelo de desarrollo de la Macrocuenca; la modelación de las dinámicas y factores claves que resultan centrales dentro de la Macrocuenca; la modelación de los escenarios tendenciales para los factores claves; el cálculo y análisis de los principales indicadores del recurso hídrico; el desarrollo de la zonificación ambiental, y finalmente, la concertación de los principales usos y criterios de calidad, cantidad y disponibilidad del recurso hídrico.

El modelo de desarrollo, el cual se describió en la sección 2, fue creado bajo consenso con los principales actores claves, expertos en las diferentes temáticas y la información recolectada por la página web, lo cual permitió abordar desde las diferentes perspectivas la situación actual de la Macrocuenca. En este orden de ideas, se identificaron intereses estratégicos sobre las temáticas de oferta, calidad, demanda y riesgo que ayudaron a la construcción de la proyección factible que se desea para la Macrocuenca a largo plazo.

De otra parte, durante el desarrollo del modelo de dinámica de sistemas se integraron las variables claves identificadas a partir de la fase de diagnóstico y se agruparon en 9 subsistemas: Doméstico, Agropecuario, Industria Manufacturera, Industrial Minero, Hidrogeneración, Navegabilidad, Riesgo, Socio Político y Conservación, lo cuales abarcan las cuatro dimensiones de la gobernanza del agua. Dicho modelo permitió el análisis de influencia de las variables clave y a partir de esto se identifican los intereses estratégicos de cada temática.

Los escenarios tendenciales de las variables clave constaron de simulaciones para el caso probable, optimista y pesimista en donde se modificaron las variables con el fin de alcanzar el modelo deseado. Las proyecciones se realizaron hasta el año 2050 dado que ese año representa el período de alcance del proyecto. Con base en estas proyecciones se realizó un análisis detallado de cada variable, el cual adicionalmente, se ilustró cartográficamente.

El cálculo y análisis de los indicadores del recurso hídrico se desarrolló a nivel de Macrocuenca y permitió identificar variables clave en términos de recursos naturales renovables, gestión integral del recurso hídrico y alternativas de mejora ante las condiciones actuales.

Se hizo la zonificación ambiental a partir de los resultados obtenidos en la modelación de escenarios y dinámicas de las variables clave, identificando las zonas con prioridad en torno a los intereses estratégicos previamente establecidos y los usos en los grandes tramos de los ríos de la Macrocuenca. Dicha zonificación se reflejó de manera cartográfica por subzona hidrográfica.

Finalmente, en los anexos se encuentran las memorias de los talleres realizados en esta fase de Análisis Estratégico y los cuales sirvieron como instrumento de apoyo para la creación del modelo de desarrollo. Así mismo, se encuentran el manual del modelo de dinámica de sistemas integrado y la memoria técnica. En el manual se desarrollan las secciones correspondientes a: Descripción y

fundamentos teóricos que soportan el modelo; requerimientos técnicos y tecnológicos para usar el modelo; protocolos de uso e interpretación del modelo y finalmente los formatos para ingresar la información al modelo. Por su parte, la memoria técnica contiene la descripción detallada de las ecuaciones que caracterizan los 9 diferentes submodelos.

3.8 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 incorporen 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.

3.9 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. (2007). *Manual de depuración de aguas residuales urbanas.*

- 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>
- Arévalo, A. (2012). *Conceptualización y aplicación del indicador internacional de escasez de agua y pobreza (Water Poverty Index) en las subzonas hidrográficas de Colombia*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Dirección de Gestión Integral del Recurso Hídrico .
- Asocaña. (2011-2012.). *Informe Anual*.
- ASOCAÑA. (2012). *El sector azucarero colombiano en la actualidad*. Recuperado el 21 de Agosto de 2013, de <http://www.asocana.org/publico/info.aspx?Cid=215>
- 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.
- Bruinsma, J. (26 de Junio de 2009). How to Feed the World in 2050. *The Resource Outlook to 2050: By how much do land, water and crop yields need to increase by 2050?* Roma.
- Bureau of Labor Statistics . (2013). *Inflation Calculator*.
- Buytaert, W., Célleri, R., De Bievre, B., & Cisneros, F. (2006). Human impact on the hydrology of the Andean Paramos. *Earth Science Review*(79), 53-72.
- Cai, X., McKinney, D., & Lasdon, L. (2003). Integrated Hydrologic-Agronomic-Economic Model for River Basin Management. *Journal of Water Resources Planning and Management*.
- Camargo Ponce, G., & Guerrero Ruiz, G. A. (2005). *Lineamientos Para la Determinación y Reglamentación de Zonas Amortiguadoras de las Áreas Protegidas del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia*. Bogotá: Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales.
- Candelo, C., Ortiz, G., & Unger, B. (2003). *Hacer Talleres: Una guía práctica para capacitadores*.
- CAR. (2006). *Guía para la Formulación del Programa de Uso Eficiente y Ahorro Del Agua para los Usos Representativos del Recurso Hídrico en la jurisdicción CAR*. Bogotá.
- 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.
- Caro, C. (2003). *Modelación y cuantificación del efecto de la vegetación en la respues hidrológica de cuencas*. Bogotá: Universidad de los Andes.
- CCI. (s.f.). Obtenido de <http://www.cci.org.co/ccinew/index.html>
- Canicafé. (2011). *Productividad potencial del Café - Estado actual y perspectivas*.
- 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>
- CEPAL;BID. (2012). *Valoración de daños y pérdidas Ola Invernal 2010-2011*.
- CEPAL;BID. (s.f.). *Valoración de daños y pérdidas Ola Invernal 2010-2011*.
- 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 de regulación de agua potable y saneamiento básico. (2005). descripción del sector de acueducto y alcantarillado. *Regulación de agua potable y saneamiento básico. Revista No. 15*, 15-16.
- 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>
- Conpes 3463. (s.f.). Obtenido de <https://www.dnp.gov.co/Portals/0/archivos/documentos/Subdireccion/Conpes/3463.pdf>
- (2013). *Conpes 3758*.
- CONPES3320. (2005). *Estrategia para el Manejo Ambiental del Río Bogotá*. Bogotá.
- CONPES3320. (2005). *Estrategia para el Manejo Ambiental del Río Bogotá*. Bogotá.
- CORMAGDALENA. (2009). *linforme final plan de manejo de la cuenca del río Magdalena - Cauca - Cuarta Fase - Parte I*.
- 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
- Cormagdalena; TNC. (2012). *Portafolio de Conservación de Agua Dulce para la cuenca del Río Magdalena-Cauca*. Bogotá.
- CORMAGDALENA;TNC. (2012). *Portafolio de Conservación de Agua Dulce para la cuenca del Río Magdalena Cauca*.
- 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.
- CRA. (s.f.). CRA. Obtenido de http://www.cra.gov.co/audio_video.shtml?apc=gJxx-1-&x=500
- 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). *Encuesta Nacional Agropecuaria*. 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. (2012). *Encuesta Nacional de Calidad de Vida 2011*. Bogotá, Colombia.
- 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.
- de Faccio Carvalho, P. (s.f). *Perfiles por País del Recurso Pastura/Forraje*. Recuperado el 21 de Agosto de 2013, de FAO: http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/counprof/spanishtrad/brazil_sp/brazil_sp.htm
- 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

- Díaz, A., Rincón, N., López, F., Chacín, E., & Debellefontaine, H. (2005). Tratamiento Biológico en SBR de efluentes producto de la extracción de petróleo mediano. *MULTICIENCIAS*, 150-156.
- 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/lddonadog/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/hY7LDoIwEEW_hS-YofQBS1QEEqBqo1I2pDEEMTxcGBP-XogbN8jM8tx7ZqCAaXvzbmrzaobetJBDwUvXVqkSEUEpyA5jPwhc7tANPdGJa15uQz-ilkGU5IJIMqaOeFYOxs5K-zrf-0mEbO9hLjmXyDS0EdmX__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/L0IDU0IKSWdra0EhIS9JTIJBQUlp
- 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. (Febrero de 2011). *Carta Petrolera 125*. Recuperado el 2013 de Octubre de 31, de Diciembre 2012, campos de Ecopetrol en el sur de Colombia: http://www.ecopetrol.com.co/especiales/carta_petrolera125/produccion.htm#
- 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
- Ecopetrol S.A. (Marzo de 2013). Reporte Integrado de Gestión Sostenible. Bogotá, Colombia.
- 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_
- Environment Agency. (2011). *Catchment Sensitive Farming*. CFS Evidence Team.
- 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. (2010). *Concensos Ganaderos*. Recuperado el 21 de Agosto de 2013, de Mejorando la competitividad: http://portal.fedegan.org.co/pls/portal/docs/PAGE/FNG_PORTLETS/PUBLICACIONES/CAR_TAAFEDEGAN/EDICIONESANTERIORES/EDICION_120/CONSENSOS.PDF
- 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.
- Forrester, J. W. (1961). *Industrial Dynamics*. Waltham: The MIT Press.
- Forrester, J. W. (1969). *Urban Dynamics*. Cambridge MA: The MIT Press.
- García, C. (2007). Regulación hídrica bajo tres coberturas vegetales en la cuenca del río San Cristobal, Bogotá D.C. *Revista Colombia Forestal*, 10(20).
- 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 Zulía "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>
- 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*. Bogotá.
- 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_%20Nal_Cob_Tierra_Contentido.pdf
- IDEAM. (2011). *Datos de estaciones, Cormagdalena-UNAL*.
- IGAC. (s.f.). Obtenido de <http://www.igac.gov.co/igac>
- IGAC. (s.f.). *Zonificación de los conflictos de uso de las tierras en Colombia*.
- 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>
- 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_búsquedas.php?AA_SL_Session=8cf97c692b&x=4896

- MADS. (2012). *MISIÓN GOBERNANZA AGUA: "GESTIÓN INTEGRADA Y ADAPTATIVA DE RECURSOS HÍDRICOS EN COLOMBIA"*.
- MADS -DGIRH. (2013). *Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas*.
- 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.
- MAVDT. (2009). *Metodologías técnicas en el ámbito biofísico para la determinación y monitoreo de los servicios ambientales relacionados con regulación hídrica y control de sedimento, y su relación con el uso del suelo*. Bogotá.
- Mena, P., Medina, G., & Hofstede, R. (2001). Los páramos en el Ecuador. En P. Mena, & G. Medina, *Los páramos en el Ecuador, Proyecto Páramos* (págs. 1-24).
- 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. (2010). *Política Nacional para la Gestión del Recurso Hídrico*.

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 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 Minas y Energía. (2011). *Censo Minero Departamental Colombiano* .

Ministerio de Minas y Energía. (2013). *Estadísticas de Producción*. Recuperado el 31 de Octubre de 2013, de http://www.minminas.gov.co/minminas/hidrocarburos.jsp?cargaHome=3&id_categoria=158&id_subcategoria=214

Ministerio de Minas y Energía; UPME. (2010). *Proyección de Demanda de Energía en Colombia*. Bogotá.

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*.
- Ministero de Transporte. (2009). *Anuario Estadístico Fluvial*. Bogotá.
- MinMinas. (2008). *Estimación de la producción minera Colombiana por distritos, basa en proyección de PIB minero Latinoamericano 2008-2019*. Bogotá: Ministerio de Minas y Energía .
- 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.
- OECD-FAO. (2012). *Agricultural Outlook 2012. Chapter 3: Biofuels*.
- Olaya, C. (2005). *Taller Tutorial iThink "Un Modelo de Población". Notas de Clase: Dinámica de Sistemas*. Bogotá: Universidad de los Andes.
- 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. (2007). *Plan de Manejo Santuario de Flora y Fauna de la Ciénaga Grande de Santa Marta*. Parques Nacionales.
- Parques Nacionales Naturales*. (s.f.). Obtenido de <http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/php/decide.php?patron=01>.
- Patiño, J., Leon, J., Montes, A., & Hernandez, C. (2007). Propuesta metodológica para comparar el efecto de coberturas vegetales en la regulación de caudales en cuencas hidrográficas. Aplicación en la cuenca de la quebrada la muricielago, Antioquia. *Avances en recursos hidraulicos*(15).
- 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*.
- PNUD,UNGRD. (2012). *Plan Departamental de Gestión de riesgo*.
- 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.
- 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>
- Richardson, G. P. (1999). *Encyclopedia of Operations Reserch and Information Science*. (S. G. Harris, Ed.) Kluwer Academic Publishers.
- 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*.
- Salas, D., Zapata, M., & Guerrero, J. (2007). Modelo de costos para el tratamiento de las aguas residuales en la región. *Scntia et Technica*(37).
- 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>
- Society, S. D. (1999/2011). *The Field of System Dynamics*. Recuperado el 20 de Febrero de 2014, de http://www.systemdynamics.org/what_is_system_dynamics.html
- SSPD. (2010). *Estudio Sectorial. Acueducto y alcantarillado*. Bogotá: Imprenta Nacional.
- SSPD. (2012). *Informe técnico sobre sistemas de tratamiento de aguas residuales en Colombia*. Bogotá D.C.
- Sterman, J. D. (2000). *Bussines Dynamics*. Boston: McGraw-Hill.
- Sullivan, C., Meigh, J., & Giacomello, A. (2003). *The Water Poverty Index: Developmente and application at the community scale*. Oxford: Beckwell Publishing.
- 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., & Rodriguez, E. (2008). Marco de modelación de organismos patógenos en ríos de montaña. *XVIII Seminario Nacional de Hidráulica e Hidrología* . Bogotá.

- Torres, P. (2012). Perspectivas del tratamiento anaerobio de aguas residuales domésticas en países en desarrollo. *Revista EIA*(18), 115-129.
- UK Climate Projections. (2012). *Online Marine & coastal projections* . Recuperado el 05 de Julio de 2013, de <http://ukclimateprojections.defra.gov.uk/22813>
- Unidad de Planeación Minero Energética. (Octubre de 2010). Proyección de Demanda de Energía en Colombia. *Revisión Octubre de 2010*. Bogotá, Colombia.
- 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 río 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). *Boletín Estadístico de Minas y Energía 1990-2010*. Bogotá: Unidad de Planeación Minero energética.
- 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. (Diciembre de 2012). *Escenarios de Oferta y Demanda de Hidrocarburos en Colombia*. Recuperado el 31 de Octubre de 2013, de http://www.upme.gov.co/Docs/Publicaciones/2012/Escenarios_Oferta_Demanda_Hidrocarburos.pdf
- 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>
- UPME, MinMinas . (2012). *Escenarios de Oferta y Demanda de Hidrocarburos en Colombia* . Bogotá: Ministerio de minas y Energía, Unidad de Planeación Minero Energética.
- 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.
- US Energy Information Administration. (Septiembre de 2011). *Analysis & Projections*. Recuperado el 2 de Septiembre de 2013, de <http://www.eia.gov/analysis/projection-data.cfm#annualproj>
- 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.personeriademanizales.gov.co/personeria/administracion/archivo/files/P_GU RU05DE2012GUACAICA2.pdf
- Vergara, W. (2010). *Universidad de La Salle*. Recuperado el 21 de Agosto de 2013, de La ganadería extensiva y el problema agrario: <http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/ca/article/viewFile/350/281>
- 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.infoagua-guayllabamba.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>

3.10 ANEXO 1. MEMORIAS DE TALLERES.

- Sincelejo, Septiembre 12 de 2013.
- Medellín, Septiembre 16 de 2013.
- Barranquilla, Septiembre 19 de 2013.
- Cali, Septiembre 25 de 2013.
- Bucaramanga, Septiembre 26 de 2013.
- Bogotá, Septiembre 30 de 2013.

MEMORIAS DE LA SEGUNDA RONDA DE TALLERES FASE ANÁLISIS ESTRATÉGICO: Sincelejo, Septiembre 12 de 2013

Introducción y Presentación para Motivar el Ejercicio de las Mesas de Trabajo

En este momento se contextualiza a los asistentes al taller en el proceso de formulación del plan estratégico, se hace énfasis en las fases del proceso y los espacios de disertación y construcción de consensos en las regiones y a nivel central. Se aclaran las reglas de juego para el desarrollo del taller y se motiva la realización de las mesas de trabajo presentando el proceso de modelación y los resultados del mismo. La presentación tiene por objeto aclarar el origen de la información sobre escenarios de desarrollo que se someterá a discusión en las mesas de trabajo.

ENTIDADES	ENTIDADES	OBJETIVOS DEL TALLER	AGENDA DEL TALLER
<ul style="list-style-type: none"> • 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"> • MADS • Aguas de la Sabana • FEDEGAN • Gobernación del Sucre • Secretaría Municipal de Agricultura • Universidad de Sucre 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Desarrollar un análisis temático orientado a priorizar y precisar temas que sirvan para la construcción de los lineamientos estratégicos, teniendo en cuenta: <ul style="list-style-type: none"> • El desarrollo deseado de la Macrocuenca • La priorización de subzonas para objetivos de calidad en los principales ríos o cuerpos de agua, que permitan alcanzar el desarrollo deseado de la Macrocuenca. • Los principales usos y criterios de calidad, cantidad y disponibilidad de agua (caudal ambiental) en los grandes tramos de los ríos Magdalena y Cauca. ➤ Identificar las agendas de los actores claves en cada temática. <p>Analizar la percepción del impacto que pueden tener las acciones de otros actores sobre sus propios objetivos.</p>	<p style="text-align: center;">Ruta Crítica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plan Hídrico Nacional y Socialización de la Conformación de los Consejos Ambientales Regionales de Macrocuencas – CARMAC. • Escenarios de desarrollo de la Macrocuenca y temáticas de trabajo. • Desarrollo de Mesas de trabajo • Plenaria de conclusiones

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Oferta hídrica	Demanda hídrica	Riesgo asociado al agua	Calidad del Recurso hídrico
<ul style="list-style-type: none"> Mejoras del 40% en el sector ganadero no es viable. Una productividad de 300-350 g/día es lo más optimista que se puede alcanzar -Mejoras dependen en gran medida de recursos económicos. Existe normatividad que limita la ganadería Necesario incluir el rendimiento de arroz a la hora de analizar productividades Incentivo al sector rural 	<ul style="list-style-type: none"> Pedagogía del agua: Es necesario concientizar a los usuarios sobre un uso eficiente y ahorro de agua. Se proponen acercamientos con los usuarios cada 15 días para asesorarles en el uso responsable del agua y alternativas como el uso de aguas lluvias. Se precisa disminuir las pérdidas técnicas. El índice de agua no contabilizada-IANC hoy está por el 60% y la meta es que disminuya el 30% para el 2018. Además, la mayoría de pérdidas es por fraudes. Una estrategia es la implementación del departamento de gestión de demanda y conexiones erradas Mejorar los sistemas de registro de uso del agua. Hay mucho uso clandestino de agua potable que se desperdicia Optimizar el uso del agua en el sector ganadero. <ul style="list-style-type: none"> - Mejorar la tecnología para el riego de pastos -Fomentar las buenas prácticas ganaderas, a través de la rotación de potreros, uso de pasturas, manejo adecuado de animales -Incentivos económicos -Una mejora de la productividad del 40% es muy ambiciosa 	<ul style="list-style-type: none"> Fortalecimiento del ordenamiento territorial para las zonas que se encuentran dentro de las rondas hídricas de los ríos 	<ul style="list-style-type: none"> La minería es una de las actividades que más amenaza la calidad del recurso hídrico <ul style="list-style-type: none"> - Grandes niveles de contaminación por mercurio en el agua. Necesario reglamentar vertimientos de mercurio - Necesario fortalecer el tema de las licencias ambientales para la titulación minera La reglamentación del tratamiento del agua residual debe cambiar de exigir remoción porcentual a cargas o concentraciones Mejores tratamientos de agua residual disminuye los costos de potabilización

LISTA DE PARTICIPANTES



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**



FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA
TALLER DE ANÁLISIS ESTRATÉGICO MACROCUENCA MADALENA CAUCA
Septiembre 12/2013 – Sincelejo, Centro de Eventos Malibú

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
1. Carolina Pérez	Aguas de la Sabana	Asistente de Gestión Ambiental	carolina.perez@adesa.com.co	3008045399	<i>[Firma]</i>
2. Jorge Merlano	Bobernaición de Sucre	Coordinador Unidad Ambiental	jomersier.merlano@6mich	2801130	<i>[Firma]</i>
3. Carlos Franco	ASOCARS	Contratista	carlos.franco@asocars.org	3173220806	<i>[Firma]</i>
4. Juan F. Carvajal	MADS	Contratista	jcarvajal@minambiente.gov.co	3013135107	<i>[Firma]</i>
5. Oscar Tosse	MADS	Prof. Especializado	otasse@minambiente.gov.co	3108660489	<i>[Firma]</i>
6. Carolina Reyes GARCIA	Fedegan	PGPE proyectos Estrateg	creyes@fedegan.org.co	3109555963	<i>[Firma]</i>
7. Orlando García	Corpomajana	Prof. Especializ	ogarcia@corpomajana.gov.co	3119021418	<i>[Firma]</i>
8. Diana Vargas	Cormagdalena	Asejora	diana.vargas@cormagdalena.gov.co	3002691932	<i>[Firma]</i>
9. Euviel Millán PARRERO	Univ. de Sucre	Docente	euviel.millan@unisucre.edu.co	3012289461	<i>[Firma]</i>
10. Oswaldo Pérez Doria	ASOCARS	Prof. Regional sede Corpomajana	oswaldoperez114@gmail.com	3015781112	<i>[Firma]</i>

Unión Temporal Plan Estratégico de las Macrocuenas Magdalena, Cauca y Caribe

Valoración Económica Ambiental S.A.S.



LISTA DE PARTICIPANTES



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**



FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUECNA MAGDALENA-CAUCA
TALLER DE ANÁLISIS ESTRATÉGICO MACROCUECNA MADALENA CAUCA
Septiembre 12/2013 – Sincelejo, Centro de Eventos Malibú

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
1. Jorge Torres Tamara	Secretaría Municipal Sincelejo	Técnico operativo	jorgetorres1959@hotmail.com	3008043803	
2. Haidier Jaime	UT Macrocuencas	Experto	haidierjaime@valoracionambiental.com.co	3213433031	
3. Rolando Jaime	UT Macrocuencas	SIG	rolandojaime@valoracionambiental.com.co	318 39834785	
4. Harold Coronado	UT Macrocuencas	Representante	haroldcoronado@valoracionambiental.com	3213433042	
5. Lina Montoya	UT Macrocuencas	Asistente	lina.montoya@macrocuencas.com	3043718843	Lina M.
16.					
17.					
18.					
19.					
20.					

Unión Temporal Plan Estratégico de las Macrocuencas Magdalena, Cauca y Caribe

Valoración Económica Ambiental S.A.S.



MEMORIA FOTOGRÁFICA



MEMORIA FOTOGRÁFICA



MEMORIAS DE LA SEGUNDA RONDA DE TALLERES FASE ANÁLISIS ESTRATÉGICO: Medellín, Septiembre 16 de 2013

Introducción y Presentación para Motivar el Ejercicio de las Mesas de Trabajo

En este momento se contextualiza a los asistentes al taller en el proceso de formulación del plan estratégico, se hace énfasis en las fases del proceso y los espacios de disertación y construcción de consensos en las regiones y a nivel central. Se aclaran las reglas de juego para el desarrollo del taller y se motiva la realización de las mesas de trabajo presentando el proceso de modelación y los resultados del mismo. La presentación tiene por objeto aclarar el origen de la información sobre escenarios de desarrollo que se someterá a discusión en las mesas de trabajo.

ENTIDADES	ENTIDADES	OBJETIVOS DEL TALLER	AGENDA DEL TALLER
<ul style="list-style-type: none"> • Corporación Autónoma Regional de Risaralda CARDER • Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena - CORMAGDALENA • Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia – CORANTIOQUIA • MADS • Área Metropolitana del Valle de Aburrá • Parques Nacionales Naturales • Secretaría de Medio Ambiente • EPM (Medellín) • Cámara Asomineros ANDI 	<ul style="list-style-type: none"> • ISAGEN S.A. • Ecopetrol • DNP • Gobernación de Antioquia • Corporación Comité Pro Romeral para la Recuperación y Preservación de Microcuencas • IDEAR • Sociedad Antioqueña de Ingenieros y Arquitectos • Universidad de Antioquia • Federación Nacional De Cafeteros - Comité Departamental De Antioquia 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Desarrollar un análisis temático orientado a priorizar y precisar temas que sirvan para la construcción de los lineamientos estratégicos, teniendo en cuenta: <ul style="list-style-type: none"> • El desarrollo deseado de la Macrocuenca • La priorización de subzonas para objetivos de calidad en los principales ríos o cuerpos de agua, que permitan alcanzar el desarrollo deseado de la Macrocuenca. • Los principales usos y criterios de calidad, cantidad y disponibilidad de agua (caudal ambiental) en los grandes tramos de los ríos Magdalena y Cauca. ➤ Identificar las agendas de los actores claves en cada temática. Analizar la percepción del impacto que pueden tener las acciones de otros actores sobre sus propios objetivos. 	<p style="text-align: center;">Ruta Crítica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plan Hídrico Nacional y Socialización de la Conformación de los Consejos Ambientales Regionales de Macrocuencas – CARMAC. • Escenarios de desarrollo de la Macrocuenca y temáticas de trabajo. • Desarrollo de Mesas de trabajo • Plenaria de conclusiones

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Oferta hídrica

Interés Estratégico	Productividad por unidad de área agrícola y pecuaria.	Expansión de la frontera agrícola y pecuaria.	Cambio de cobertura natural de las subzonas estratégicas.	Prioridades de conservación de los servicios ecosistémicos (Biodiversidad, Pesca, etc.).	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	<ul style="list-style-type: none"> * Aumento de productividad a partir de estudios de consumo óptimo de agua por cada cultivo o actividad pecuaria * Implementar tasas por uso para todo el sector agropecuarios * Hay espacio para el mejoramiento de la productividad cafetera 	<ul style="list-style-type: none"> * No hay intereses en expandir la frontera cafetera por fuera de la zona óptima * Controlada por algún mecanismo para los grandes proyectos 	<ul style="list-style-type: none"> * Planes de abandono y compensaciones afectivas, en áreas definidas como importantes para la regulación hídrica * Pérdida de servicios ecosistémicos 	<ul style="list-style-type: none"> * Bajo un modelo de OT simple a escala detallada comparativa con las unidades de explotación de las actividades productivas. * Unidades territoriales para la conservación 	<ul style="list-style-type: none"> * Política de distribución de tierras * Creación de una institucionalidad que facilite la gobernabilidad del agua. ANA: Agencia Nacional del Agua
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	<ul style="list-style-type: none"> * Disminución de conflictos por el uso del agua y mayor disponibilidad * Al incrementar productividad se incrementa la demanda del recurso hídrico 	<ul style="list-style-type: none"> * Crecer en una zona marginal no es competitivo * Menor oferta del recurso hídrico * Competencias por el recurso hídrico 	<ul style="list-style-type: none"> * Excluiría áreas para la minería 	<ul style="list-style-type: none"> * La escala de trabajo, escalas tan gruesas general polígono que no cumple con el objeto e involucran áreas productivas que no suman interés estratégico 	<ul style="list-style-type: none"> * Que no se otorguen licencias ambientales para nuevos proyectos
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	<ul style="list-style-type: none"> * Los actuales embalses de hidrogenación contemplan otros usos 		<ul style="list-style-type: none"> * Haciendo compensación en sitios que no contribuyen al fin 	<ul style="list-style-type: none"> * Eliminar la cobertura vegetal * Modificar la geomorfología 	<ul style="list-style-type: none"> El sector de hidrogenación quisiera ser priorizado en la asignación de agua
Subzonas Prioritarias	2312,2308,2405,2402,2305,2204,2302,2206,2621				
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	<ul style="list-style-type: none"> * La conformación y operatividad del CARMAC * Cuencas y microcuencas bien conservadas 	<ul style="list-style-type: none"> * Hay un política cafetera enmarcada en productividad en zonas óptimas * Regulación y control 	<ul style="list-style-type: none"> * Manual de compensación solucionando la parte de propiedad privada en áreas regionales * Mayor presencia de la autoridad ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> * Unidades territoriales a nivel nacional, región y local ya identificadas 	<ul style="list-style-type: none"> * una sola autoridad que aglutine los intereses multisectoriales
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	<ul style="list-style-type: none"> * Baja coordinación intersectorial (ambiente, minas, energía, agrícola) * Expansión de la minería en zonas generadoras de agua 	<ul style="list-style-type: none"> * Una expansión desordenada de la minería afectando zonas óptimas cafeteras 	<ul style="list-style-type: none"> * Propiedad privada dificulta inversión para la conservación 	<ul style="list-style-type: none"> * Modelo complejo * La falta de OT * Complejidad de la cantidad de normas 	<ul style="list-style-type: none"> * Algunos sectores no interesados en que haya gobernanza

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Oferta hídrica

Interés Estratégico	Productividad por unidad de área agrícola y pecuaria.	Expansión de la frontera agrícola y pecuaria.	Cambio de cobertura natural de las subzonas estratégicas.	Prioridades de conservación de los servicios ecosistémicos (Biodiversidad, Pesca, etc.).	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	*Debe volverse intensiva en las áreas con vocación agrícola pero debe acompañarse del aumento en restauración y reforestación *Óptimos de rendimiento	*Evitar la expansión en suelos con vocación agrícola *Mayor sostenibilidad ambiental *Penalizada y regulada	*Orientar la planeación hacia la recuperación del potencial natural y las vocaciones de uso	*La zona alta cafetera surte de agua a muchos municipales y veredas, por lo tanto debe conservarse *Aumentar áreas protegidas	*Fomento efectivo al uso del agua subterránea con criterios de sostenibilidad ambiental *reglamentación de las áreas de recarga
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	*Positivo: Adecuación de tierras	*Regulación hídrica, erosión y sedimentos en el río Magdalena *Mayor sostenibilidad ambiental	*Pérdida de equilibrio regional o su garantía en caso contrario	* Favorece la continuidad de los servicios ecosistémicos *Pérdida de valor de los ríos	*Mantenimiento y regulación de la oferta hídrica
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	*Realizando planes de aprovechamiento de las áreas cercanas a los ríos *Promoviendo estudios y alternativas tecnológicas para minimizar los consumos	*Programas de reforestación comercial *promoción de la agroecología y la silvicultura	* Implementando más planes de desarrollo departamental	*Demanda del recurso hídrico *Deterioro de la calidad del recurso hídrico *Disminución o afectación de la biodiversidad por embalses	* Promoviendo el uso del agua subterránea *Reglamentación de las zonas de descarga
Subzonas Prioritarias				2122,2123,2125,2304,2307,2303,2311	
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	* Intereses y objetivos comunes *promoción de investigaciones y desarrollo tecnológico para incrementar los bajos consumos y el reciclaje	*Falta de políticas e inversión agrícola *Educación, incentivar la silvicultura	*delimitación clara de las áreas estratégicas y regulación	* Mecanismo de control (licencia ambiental) *Viabilidad ambiental con autoridad ambiental *Política existente en favor de la biodiversidad y control de actividades que impactan negativamente	* regulación normativa y educación
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	* No hay políticas agrícolas regionales, información o modelos hidrológicos en torno al cambio climático *Bajo compromiso de los sectores	*Áreas protegidas y asistencia técnica agrícola eficiente * Educación sin contexto y bajo compromiso	* Bajo control por parte de las autoridades ambientales y falta de incentivos *Información no disponible y desarticulación inter institucional	* Intereses económicos en áreas de importancia ambiental *Intereses económicos de alto impacto	* Baja coordinación inter institucional y la ilegalidad

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Oferta hídrica

Interés Estratégico	Productividad por unidad de área agrícola y pecuaria.	Expansión de la frontera agrícola y pecuaria.	Cambio de cobertura natural de las subzonas estratégicas.	Prioridades de conservación de los servicios ecosistémicos (Biodiversidad, Pesca, etc.).	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	*Enfocado al modelo intensivo de cultivos asociados evitando monocultivos * Aumentar la productividad del sector agropecuario priorizando los pequeños productores	*	* El propietario conserva los ecosistemas en zonas de influencia cafetera * Previa autorización de las autoridades ambientales no permite expansión	*Utilizar los instrumentos económicos en lo que señala la ley *Procurar la recuperación o conservación de ecosistemas estratégicos para los proyectos	*Generación de una cultura para el manejo inteligente del recurso *Asegurar la disponibilidad del recurso hídrico para todos los sectores y gremios económicos
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	*Calidad de vida *A mayor disponibilidad de recurso hídrico, mayor oferta *Disminuye la oferta hídrica, aumenta la erosión y contaminación		*Mayor sostenibilidad ambiental *Operatividad de los sistemas regionales de áreas protegidas	*Positivo: Conservar los ecosistemas en zonas de influencia cafetera *Que no se otorguen licencias ambientales para nuevos proyectos	* Promoción del uso eficiente del agua subterránea
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	*Inundación de áreas cultivables		*Intervención de las subzonas estratégicas con proyectos de generación que inunden ecosistemas estratégicos *Ejecutando los planes de desarrollo en armonía con los planes hídricos	*Los aportes por transferencia son muy cuantiosos * Hay una política para generar estrategias para la conservación de los ecosistemas	*Con la política institucional para la gestión ambiental se espera un impacto positivo *Generar presión para que prime el interés económico sobre el ambiental
Subzonas Prioritarias					
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	*Inversión en recursos económicos * Políticas claras y coherentes con continuidad en el tiempo		*Optimización de la inversión	*La institucionalidad cafetera promueve acciones de conservación	* la institucionalidad
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	*Otros intereses, falta de inversión en el sector. *Falta de planeación y de compromiso institucional y gubernamental		Las sustracciones y/o realización de proyectos sin la sustracción y sin compensación por pérdida de BD	* La baja ejecución de los entes territoriales de esos recursos para el medio ambiente.	* La implementación de una política minera sin control

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Oferta hídrica

Interés Estratégico	Productividad por unidad de área agrícola y pecuaria.	Expansión de la frontera agrícola y pecuaria.	Cambio de cobertura natural de las subzonas estratégicas.	Prioridades de conservación de los servicios ecosistémicos (Biodiversidad, Pesca, etc.).	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	*Enfocado al modelo intensivo de cultivos asociados evitando monocultivos * Aumentar la productividad del sector agropecuario priorizando los pequeños productores	*	* El propietario conserva los ecosistemas en zonas de influencia cafetera * Previa autorización de las autoridades ambientales no permite expansión	*Utilizar los instrumentos económicos en lo que señala la ley *Procurar la recuperación o conservación de ecosistemas estratégicos para los proyectos	*Generación de una cultura para el manejo inteligente del recurso *Asegurar la disponibilidad del recurso hídrico para todos los sectores y gremios económicos
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	*Calidad de vida *A mayor disponibilidad de recurso hídrico, mayor oferta *Disminuye la oferta hídrica, aumenta la erosión y contaminación		*Mayor sostenibilidad ambiental *Operatividad de los sistemas regionales de áreas protegidas	*Positivo: Conservar los ecosistemas en zonas de influencia cafetera *Que no se otorguen licencias ambientales para nuevos proyectos	* Promoción del uso eficiente del agua subterránea
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	*Inundación de áreas cultivables		*Intervención de las subzonas estratégicas con proyectos de generación que inunden ecosistemas estratégicos *Ejecutando los planes de desarrollo en armonía con los planes hídricos	*Los aportes por transferencia son muy cuantiosos * Hay una política para generar estrategias para la conservación de los ecosistemas	*Con la política institucional para la gestión ambiental se espera un impacto positivo *Generar presión para que prime el interés económico sobre el ambiental
Subzonas Prioritarias					
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	*Inversión en recursos económicos * Políticas claras y coherentes con continuidad en el tiempo		*Optimización de la inversión	*La institucionalidad cafetera promueve acciones de conservación	* la institucionalidad
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	*Otros intereses, falta de inversión en el sector. *Falta de planeación y de compromiso institucional y gubernamental		Las sustracciones y/o realización de proyectos sin la sustracción y sin compensación por pérdida de BD	* La baja ejecución de los entes territoriales de esos recursos para el medio ambiente.	* La implementación de una política minera sin control

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Oferta hídrica

Interés Estratégico	Productividad por unidad de área agrícola y pecuaria.	Expansión de la frontera agrícola y pecuaria.	Cambio de cobertura natural de las subzonas estratégicas.	Prioridades de conservación de los servicios ecosistémicos (Biodiversidad, Pesca, etc.).	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	<ul style="list-style-type: none"> *Cambio de riesgo de inundación o aspersión por goteo o similar *Protección zonas de recarga *Agricultura de conservación y distritos de riesgo tecnificados 	<ul style="list-style-type: none"> * Limitada a lo consignado en los POT y con respeto por los ecosistemas estratégicos *Excluyendo las áreas de regulación hídrica y limitarse a las demás áreas definidas 	<ul style="list-style-type: none"> *Muy restringidas o prohibidas en caso de invasión *Amplias y profundas en caso de restauraciones *Conservación de zonas estratégicas 	<ul style="list-style-type: none"> *Análisis de importancia, objetivos de conservación, representatividad y funcionalidad *Deberían ser tenidos en cuenta para la planeación de grandes obras, presa, ordenamiento y operación de los proyectos hidroeléctricos *Programas de reforestación cuencas abastecedoras 	<ul style="list-style-type: none"> *Mantenimiento de los niveles críticos del río *Priorizar el control a la contaminación por degradación de bosques *Garantizar el caudal ambiental cuando se entregan concesiones de agua
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	<ul style="list-style-type: none"> *Mayor disponibilidad para otros usos * el sector agropecuario se vuelve competitivo 	<ul style="list-style-type: none"> *Destrucción de ecosistemas estratégicos o conservación de los mismos 		<ul style="list-style-type: none"> *Sobrevivencia de comunidades hidrobiológicas generando disminuciones o extensiones 	<ul style="list-style-type: none"> * Mayor disponibilidad de agua
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	<ul style="list-style-type: none"> *Capacitación a productores *Manejo de ecosistemas estratégicos *Incluyendo la agricultura de conservación en los documentos de política 	<ul style="list-style-type: none"> *mediante comanejo de ecosistemas estratégicos y con apoyo al monitoreo * Propiciar la restauración natural 	<ul style="list-style-type: none"> *Investigación en restauración y usos alternativos 	<ul style="list-style-type: none"> *Generar información para el manejo, ordenación y operación del sector hidroeléctrico y navegabilidad en función de la minimización del impacto en la pesca artesanal y las poblaciones de peces 	<ul style="list-style-type: none"> *Formación a las comunidades *Determinación de caudales ambientales y hacer cumplir en las concesiones
Subzonas Prioritarias				2619,2617,2618,2620,2621,2624,2625,2118	
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	<ul style="list-style-type: none"> *Financiación, transferencia tecnológica *Fuerte capacitación a los agricultores 	<ul style="list-style-type: none"> *impulso a políticas de conservación de bosques (PSA, incentivos, etc) *control efectivo y fortalecimiento de CAR y ONG *Definición clara de estas zonas en el POT 	<ul style="list-style-type: none"> *equilibrio y equidad urbano-rural *Sustentabilidad (políticas) * PSA y estrategias similares *Pago de servicios ambientales 	<ul style="list-style-type: none"> *Priorización e conservación de áreas y momentos clave en el ciclo de la vida de las especies de peces migratorios *Compromiso de los generadores de energía por disminuir sus impactos * Conocimientos de los ecosistemas 	<ul style="list-style-type: none"> *Control institucional, fortalecimiento capacidades, destinación de recursos, sensibilización con la comunidad y sectores
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	<ul style="list-style-type: none"> *Falta control en uso racional del agua *Falta de transferencia tecnológica y financiación *Interés político 	<ul style="list-style-type: none"> *Intereses particulares *No aplicación de contratos y seguimiento del POT *Baja capacidad de la autoridad ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> *Intereses particulares *Carencia de políticas de conservación (PSA) *POTs alejados a la realidad del territorio 	<ul style="list-style-type: none"> * Baja capacidad en las autoridades ambientales 	<ul style="list-style-type: none"> *Falta de voluntad política y no aplicación de metas *Insuficiente capacidad institucional de las autoridades ambientales, la ilegalidad en el uso del agua

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Oferta hídrica

Interés Estratégico	Productividad por unidad de área agrícola y pecuaria.	Expansión de la frontera agrícola y pecuaria.	Cambio de cobertura natural de las subzonas estratégicas.	Prioridades de conservación de los servicios ecosistémicos (Biodiversidad, Pesca, etc.).	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	*Acorde a la capacidad de los ecosistemas, sistemas productivos ambientalmente sostenibles *Eficiencia en el área productiva y el uso del agua	*En los suelos con aptitud para este uso en el marco de estrategias sostenibles teniendo en cuenta estructura ecológica de territorio y la oferta de servicios ecosistémicos *Controlada y acorde a los usos propuestos en los POT/PBOT/EOT	*Buscando mejorar conectividad ecosistémica y orientado a mejorar la calidad de vida de la población inmersa en esas matrices	*Aplicación de la política de biodiversidad, ofrecimiento de incentivos, planificación y control *Ampliación apoyados a las políticas actuales y otras por construir	*Rol de las áreas protegidas de la zona andina que garantizan los servicios ecosistémicos que garantizar la oferta hídrica para el desarrollo de la macrocuenca *Cofinanciación para compra de predios en cuencas abastecedoras
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	*Alteración de ciclos biogeoquímicos, del agua y el suministro de los servicios ecosistémicos de la biodiversidad	*es una de las principales amenazas y presiones a las áreas protegidas *Menos vulnerabilidad de las zonas de interés ambiental	* Al garantizar conectividad de ecosistemas, sus flujos y los diversos servicios hidrológicos	* Mantenimiento de biodiversidad	*Oferta y calidad del recurso hídrico
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	* Posicionando la importancia de mantener la estructura ecológica y sus flujos energéticos	*Estrategias de articulación con sector agropecuario, divulgación de estrategias alternativas de sostenibilidad (ecoturismo) *ejercicios de ordenamiento bien hechos	* Promoviendo estrategias de conservación y facilitando la coordinación para la conservación de las áreas protegidas	* Investigación en manejo y restauración	
Subzonas Prioritarias					
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	* las políticas agrarias	*Falta de control de autoridades competentes de ordenamiento ambiental territorial (reglamentación uso de suelo)	*El posicionamiento que ha tenido el enfoque de servicios ecosistémicos, cambio climático en la planificación	*Conocimiento e inventario real del territorio *PSA y otros incentivos	*Unificación de criterios técnicos y legales *Armonización de instrumentos de ordenamiento ambiental
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	*Deterioro del recurso suelo por sobreexplotación. Alta vocación forestal del suelo	* Pobreza sector rural, falta de inversión, falta de investigación *desarticulación con el sector agrícola	* Falta de recursos, investigación y valoración social, ecológico, económica de los servicios ecosistémicos y su aporte al PIB	* Minería y agricultura *Falta de incentivos y no reconocimiento de relación cargas/beneficios	*Falta de metodologías

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Oferta hídrica

Interés Estratégico	Productividad por unidad de área agrícola y pecuaria.	Expansión de la frontera agrícola y pecuaria.	Cambio de cobertura natural de las subzonas estratégicas.	Prioridades de conservación de los servicios ecosistémicos (Biodiversidad, Pesca, etc.).	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?		* Expansión urbana: Control de los procesos de urbanización y suburbanización en el suelo rural *Restringida para las zonas de interés económico	*Evitar el cambio de coberturas naturales mediante compensaciones a los propietarios de los predios	*Identificación, delimitación y declaración siguiendo la normatividad vigente de ecosistemas estratégicos	*Retiros y rondas hídricas para protección y conservación del recurso *Metodología clara, de obligatorio cumplimiento
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	*Manteniendo la oferta hídrica, regulación	*Mantenimiento de las coberturas naturales	*Mantenimiento oferta hídrica, regulación de caudales	*regulación de la oferta hídrica, aumento biodiversidad	
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	*Fortalecimiento de las coberturas naturales	*Considerar el tema en la concertación de los POT		*Realizando los estudios tendientes a las declaratorias y diseñando los mecanismos para su aplicación	
Subzonas Prioritarias					
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	*Articulación interinstitucional para propender por un entorno regional sostenible, bienes y servicios ambientales desde lo rural a lo urbano	*Delimitar y declarar siguiendo la normatividad aquellas áreas prioritaria	*Diseñar mecanismos de compensación ambiental y pago por servicios ambientales *Incentivos por esquemas de pago por servicios ambientales	*Voluntad política para la declaración de los suelos de protección. Incorporación en los POT	*Gobernanza del recurso hídrico
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	* Insuficiente voluntad política *Insuficientes recursos destinados a las entidades	*Insuficiente voluntad política y dinámicas del mercado inmobiliario, intereses particulares	*Problemas culturales	*Insuficiente voluntad política, intereses particulares	

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Oferta hídrica

Interés Estratégico	Productividad por unidad de área agrícola y pecuaria.	Expansión de la frontera agrícola y pecuaria.	Cambio de cobertura natural de las subzonas estratégicas.	Prioridades de conservación de los servicios ecosistémicos (Biodiversidad, Pesca, etc.).	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	*Debe volverse intensiva en las áreas con vocación agrícola pero debe acompañarse del aumento en restauración y reforestación *Óptimos de rendimiento	*Evitar la expansión en suelos con vocación agrícola *Mayor sostenibilidad ambiental *Penalizada y regulada	*Orientar la planeación hacia la recuperación del potencial natural y las vocaciones de uso	*La zona alta cafetera surte de agua a muchos municipales y veredas, por lo tanto debe conservarse *Aumentar áreas protegidas	*Fomento efectivo al uso del agua subterránea con criterios de sostenibilidad ambiental *reglamentación de las áreas de recarga
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	*Positivo: Adecuación de tierras	*Regulación hídrica, erosión y sedimentos en el río Magdalena *Mayor sostenibilidad ambiental	*Pérdida de equilibrio regional o su garantía en caso contrario	* Favorece la continuidad de los servicios ecosistémicos *Pérdida de valor de los ríos	*Mantenimiento y regulación de la oferta hídrica
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	*Realizando planes de aprovechamiento de las áreas cercanas a los ríos *Promoviendo estudios y alternativas tecnológicas para minimizar los consumos	*Programas de reforestación comercial *promoción de la agroecología y la silvicultura	* Implementando más planes de desarrollo departamental	*Demanda del recurso hídrico *Deterioro de la calidad del recurso hídrico *Disminución o afectación de la biodiversidad por embalses	* Promoviendo el uso del agua subterránea *Reglamentación de las zonas de descarga
Subzonas Prioritarias				2122,2123,2125,2304,2307,2303,2311	
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	* Intereses y objetivos comunes *promoción de investigaciones y desarrollo tecnológico para incrementar los bajos consumos y el reciclaje	*Falta de políticas e inversión agrícola *Educación, incentivar la silvicultura	*delimitación clara de las áreas estratégicas y regulación	* Mecanismo de control (licencia ambiental) *Viabilidad ambiental con autoridad ambiental *Política existente en favor de la biodiversidad y control de actividades que impactan negativamente	* regulación normativa y educación
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	* No hay políticas agrícolas regionales, información o modelos hidrológicos en torno al cambio climático *Bajo compromiso de los sectores	*Áreas protegidas y asistencia técnica agrícola eficiente * Educación sin contexto y bajo compromiso	* Bajo control por parte de las autoridades ambientales y falta de incentivos *Información no disponible y desarticulación inter institucional	* Intereses económicos en áreas de importancia ambiental *Intereses económicos de alto impacto	* Baja coordinación inter institucional y la ilegalidad

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Demanda hídrica

Interés Estratégico	Reducción de pérdidas técnicas en los sistemas de abastecimiento.	Uso eficiente en el sector industrial, doméstico y agropecuario.	Soluciones de Abastecimiento (Almacenamiento, trasvase, etc)	Localización de la actividad agrícola y pecuaria	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	<ul style="list-style-type: none"> *Realizar estudios técnicos de la demanda del recurso hídrico para cada uno de los sectores *Articulación de PNN con CARS y entes territoriales para la coordinación de acciones para la reducción de pérdidas 	<ul style="list-style-type: none"> *Racionalización del recurso en el sector productivo *Seguimiento efectivo a los objetivos del PAUEA y cumplimiento obligatorio del programa *Hacer seguimiento y control a la formulación e implementación de los PUEA 	<ul style="list-style-type: none"> *Infraestructura moderna en sistemas de captación y entrega a los usuarios *Tener en cuenta los ecosistemas estratégicos para los SE hidrológicos 	<ul style="list-style-type: none"> * La caficultura debe permanecer en zonas óptimas dadas por el POT en zonas que no tengan restricción por uso hídrico * Con base en la potencialización del suelo y la estructura ecológica del territorio 	<ul style="list-style-type: none"> * Trabajar de manera articulada/coordinada con quienes demandan en recurso hídrico. *Mayor inversión en ecosistemas estratégicos *Mejorar el conocimiento y las tecnologías de aprovechamiento de aguas subterráneas
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	<ul style="list-style-type: none"> *Desarrollar e implementar tecnologías más eficientes *Mayor inversión en procesos *Mayor disponibilidad, menor presión 	<ul style="list-style-type: none"> *Uso de agua en la zona cafetera *Mayor inversión en la implementación y seguimiento del programa *Optimizar todos los recursos 	<ul style="list-style-type: none"> *aumento de la demanda en diferentes áreas que pueden afectar los ecosistemas 	<ul style="list-style-type: none"> *Al aumentar los conflictos por uso del suelo. Aumento presión en áreas naturales 	<ul style="list-style-type: none"> *Aumento en inversión en áreas protegidas y estrategias de conservación *Mejor conocimiento del agua subterránea
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	<ul style="list-style-type: none"> *Procesos poco eficientes, no se tiene definido el consumo de agua *Otorgar concesiones 	<ul style="list-style-type: none"> *uso del agua en procesos domésticos, de cultivo y beneficio del café *Implementación de PML y procesos más eficientes 	<ul style="list-style-type: none"> * A través de la conservación de ecosistemas estratégicos 	<ul style="list-style-type: none"> *la decisión institucional de fortalecer la caficultura en zonas óptimas *Trabajo con CAR, entes territoriales en POT 	<ul style="list-style-type: none"> *Permite una adecuada administración del recurso hídrico subterráneo
Subzonas Prioritarias					
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	<ul style="list-style-type: none"> *Estandarizar el consumo de agua para cada uno de los procesos *Nivel de conciencia frente a la importancia del recurso 	<ul style="list-style-type: none"> *Políticas institucionales *Responsabilidad social y empresarial *Cumplimiento del PAUEA 	<ul style="list-style-type: none"> *ejercicio de las autoridades ambientales como administradoras del recursos y la función de coordinación 	<ul style="list-style-type: none"> *La política cafetera privilegia la localización del cultivo en zonas óptimas *Normativa, instrumentos de planeación 	<ul style="list-style-type: none"> *Fortalecimiento institucional, inversión de recursos económicos para ejecutar programas, capacitación de usuarios del recurso
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	<ul style="list-style-type: none"> *Asentamientos mineros *Que la realización de los estudios no sean aplicables a la realidad *Falta de articulación para administración conjunta del recurso hídrico 	<ul style="list-style-type: none"> *el uso del agua no es tenido en cuenta en sectores industriales *Inversión en nuevas tecnologías para procesos identificados que no son eficientes 	<ul style="list-style-type: none"> *Desfase en inversión en conservación de áreas estratégicas y otras estrategias de conservación, ponen en riesgo oferta hídrica a largo plazo 	<ul style="list-style-type: none"> *Pobreza de la población en zonas de influencia costera llevan a culturas marginales *Falta de información sobre servicios ecosistémicos 	<ul style="list-style-type: none"> *Falta mecanismos de compensación *Insuficientes recursos económicos y humanos

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Demanda hídrica

Interés Estratégico	Reducción de pérdidas técnicas en los sistemas de abastecimiento.	Uso eficiente en el sector industrial, doméstico y agropecuario.	Soluciones de Abastecimiento (Almacenamiento, trasvase, etc)	Localización de la actividad agrícola y pecuaria	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	<ul style="list-style-type: none"> *Control por parte de las empresas prestadoras de las pérdidas técnicas y por hurto *Estudios puntuales de cálculos de pérdidas *Apoyo al mantenimiento de redes *Mejoramiento de zonas de recarga y bocatomas 	<ul style="list-style-type: none"> *Determinar los topes mínimos o metas a cumplir por sector *Cumplimiento ley 373/97 e implementación de programas de producción más limpia. *Programas de educación y sensibilización comunitaria 	<ul style="list-style-type: none"> *Más almacenamiento para uso doméstico *Fortalecer los acueductos comunitarios 	<ul style="list-style-type: none"> *Cumplimiento de todos los instrumentos de planificación que determinan el uso del suelo (POMCA-POT- PDRH-Áreas de protección – OAT corporativo) 	<ul style="list-style-type: none"> *Realización de estudios sobre recarga, oferta, demanda de aguas subterráneas *Legalización de usuarios y registro de usuarios
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	<ul style="list-style-type: none"> *Aumento de la oferta hídrica *Aumento la probabilidad de desabastecimiento *Calidad del agua y en sobrecostos 	<ul style="list-style-type: none"> *Cumplimiento de la normatividad ambiental vigente *Utilización del recurso de manera sostenible *Aumento de la oferta hídrica 	<ul style="list-style-type: none"> *Mayor calidad de vida *Mayor sostenibilidad ambiental *Mayor disponibilidad 	<ul style="list-style-type: none"> *Optimizar todos los recursos 	<ul style="list-style-type: none"> *conocimiento de la demanda del recurso y su uso, su calidad y cantidad.
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	<ul style="list-style-type: none"> *Exigiendo el PUAE *Ejerciendo acciones a las autoridades ambientales *Con educación 	<ul style="list-style-type: none"> * Implementación de las estrategias para el monitoreo y control *Realizando correctamente el control y seguimiento de usuarios 	<ul style="list-style-type: none"> *Promoción de tecnologías limpias, innovación e investigación aplicada 	<ul style="list-style-type: none"> *Cumplimiento de la normatividad ambiental vigente 	<ul style="list-style-type: none"> *Realizando el control y seguimiento a los usuarios
Subzonas Prioritarias					
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	<ul style="list-style-type: none"> *Control y seguimiento de la autoridad ambiental a las empresas prestadoras de servicios *Ejercer acciones de autoridad ambiental *Modernización de empresas 	<ul style="list-style-type: none"> *Disponibilidad futura del recurso hídrico para todos los actores de la sociedad *Fortalecimiento institucional 	<ul style="list-style-type: none"> *Educación, programas de regulación, incentivos a la conservación *Conocimiento *Políticas públicas 	<ul style="list-style-type: none"> *Articulación y cumplimiento de todos los instrumentos de planificación existentes 	<ul style="list-style-type: none"> Fortalecimiento institucional, inversión de recursos económicos para ejecutar programas, capacitación usuarios del recurso hídrico y a los profesionales de las autoridades ambientales
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	<ul style="list-style-type: none"> *El seguimiento e identificación de las pérdidas 	<ul style="list-style-type: none"> *Poca disponibilidad de recurso financiero para la implementación de estrategias de control 	<ul style="list-style-type: none"> *Intereses particulares 	<ul style="list-style-type: none"> * Intereses políticos y socioeconómicos 	<ul style="list-style-type: none"> *contratación de personal no idóneos para las temáticas de recursos hídrico

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Demanda hídrica

Interés Estratégico	Reducción de pérdidas técnicas en los sistemas de abastecimiento.	Uso eficiente en el sector industrial, doméstico y agropecuario.	Soluciones de Abastecimiento (Almacenamiento, trasvase, etc)	Localización de la actividad agrícola y pecuaria	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	*Medición de acuerdo a la disponibilidad tecnológica	* Posibilidad de acción *óptimo, más regulación, más control *Uso de tecnologías ahorradoras	*	* Zonificación rural específica y sistemas agropecuarios sostenibles	*Cambios tecnológicos que minimicen la demanda y la contaminación
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	*Mayor sostenibilidad ambiental y mejor calidad de vida	*Falta de instrumentos para ejercer control *Mayores oportunidades sociales a nivel departamental *Incremento en pagos		*Degradación del recurso hídrico	*Mayor oferta y mejor ambiente
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	*promoción de alternativas tecnológicas de mejor rendimiento a menor costo	*Ejerciendo acciones como autoridad ambiental *Promoción del nivel de asociatividad rural y fortalecimiento entre empresas		*Promoviendo sistemas agropecuarios sostenibles	*Investigación, difusión y capacitación
Subzonas Prioritarias					
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	*Investigación, desarrollo e innovación	*Inversión de recursos económicos para ejecutar los programas y proyectos *Planes de acción *Incentivo el desarrollo de proyectos de almacenamiento de baja escala		*Implementación PGAR y demás determinantes como el POT	*Convenios PML
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	*Intereses desmedidos del mercado * debilidad financiera *Poco apoyo a acueductos comunitarios	*Insuficiencia de personal en las entidades para hacer el control *ausencia total de recursos por parte de los municipios para la implementación del PUAE *Baja calidad y control a los permisos ambientales		*Falta de recursos	*Compromisos y costos

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Demanda hídrica

Interés Estratégico	Reducción de pérdidas técnicas en los sistemas de abastecimiento.	Uso eficiente en el sector industrial, doméstico y agropecuario.	Soluciones de Abastecimiento (Almacenamiento, trasvase, etc)	Localización de la actividad agrícola y pecuaria	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?		*Estimular uso de aguas lluvias			*Localización de la actividad hidroeléctrica en áreas ya impactadas *Operación del sector hidroeléctrico
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?					*localización de una presa afecta directamente a las poblaciones de peces migradores, su éxito reproductivo y de reclutamiento
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?		* Educación e información			*Información biológica que respalda la toma de decisiones para la ordenación (áreas prioritarias) y el manejo y mitigación (regímenes de caudal naturales o seminaturales)
Subzonas Prioritarias					
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?		*Mayor rentabilidad para empresas *PORH			*información de universidades * Establecimiento de políticas de generación y gestión integral del recurso
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?		*Baja conciencia y cultura *Costos			*Intereses económicos de los gremios y gobernaciones *Exclusión de las universidades y centros de investigación *Falta de investigación biológica * Falta de personal calificado para interpretar conceptos técnicos y emitir leyes

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Calidad del Recurso hídrico

Interés Estratégico	Control de vertimientos industria manufacturera	Control de vertimientos industria minera	Soluciones de tratamiento de aguas residuales domésticas.	Contaminación difusa en el sector agropecuario	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	Se debe asegurar que todos los procesos productivos realicen el tratamiento de agua residuales antes del vertimiento a una fuente hídrica o al alcantarillado	Se debe establecer parámetros para la industria, implementación de tecnologías limpias			
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	Hacer inversión en tecnologías limpias	En mayor disponibilidad del recurso hídrico de calidad			
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	*Se cumplen por pocos metros de vertimientos *Falta más sistemas de tratamiento				
Subzonas Prioritarias					
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	*Inversión económica y en nuevas tecnologías más eficientes para mejorar las características del vertimiento	Normatividad ambiental para el sector minero			
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	No inversión en los STAR	Minería ilegal			

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Calidad del Recurso hídrico

Interés Estratégico	Control de vertimientos industria manufacturera	Control de vertimientos industria minera	Soluciones de tratamiento de aguas residuales domésticas.	Contaminación difusa en el sector agropecuario	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	*Tratarlos antes de verterlos al suelo y al agua *Mejorar tecnologías para disminuir vertimientos	*Tratarlos antes de verterlos al suelo y al agua *Mejorar tecnologías para disminuir vertimientos	Implementación de sistemas que separan aguas lluvias de aguas residuales	Promover la producción orgánica y procesos de neutralización de químicos	
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?					
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?					
Subzonas Prioritarias					
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?		*Políticas ambientales empresariales *Legislación nacional			
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?		*Autoridades y control *Actividades ilegales			

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Calidad del Recurso hídrico

Interés Estratégico	Control de vertimientos industria manufacturera	Control de vertimientos industria minera	Soluciones de tratamiento de aguas residuales domésticas.	Contaminación difusa en el sector agropecuario	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	*Optimizar procesos (Reducción de insumos) *Mejorar procesos de tratamiento (Tecnología)	*Optimizar procesos (Reducción de insumos) *Mejorar procesos de tratamiento (Tecnología)	*Generar alianzas entre las autoridades ambientales y empresas prestadoras de servicios *Tratamientos para el sector rural	*Control de plaguicidas *Formación y subsidios o estímulos para los cultivos orgánicos.	
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	Totalmente porque afecta la calidad de agua materia prima para los servicios	Totalmente porque afecta la calidad de agua materia prima para los servicios			
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?					
Subzonas Prioritarias					
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	El control y las medidas respectivas para aplicar la regulación	El control y las medidas respectivas para aplicar la regulación			
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	*Atraso tecnológico *Falta de recursos	*Ilegalidad en informalidad del sector			

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Calidad del Recurso hídrico

Interés Estratégico	Control de vertimientos industria manufacturera	Control de vertimientos industria minera	Soluciones de tratamiento de aguas residuales domésticas.	Contaminación difusa en el sector agropecuario	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	Cumpliendo los estándares del Decreto 1594/64 o la norma que lo sustituya	Cumpliendo los estándares del Decreto 1594/64 o la norma que lo sustituya	Control de la contaminación en grandes centros urbanos y en general en cabeceras municipales	Control del uso de agroquímicos que contaminan las fuentes de agua	Creación de la Agencia Nacional de Agua
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	La contaminación se concentra en los embalses	La contaminación se concentra en los embalses	La contaminación se concentra en los embalses	La contaminación se concentra en los embalses	
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?					
Subzonas Prioritarias					
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?					
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?					

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Calidad del Recurso hídrico

Interés Estratégico	Control de vertimientos industria manufacturera	Control de vertimientos industria minera	Soluciones de tratamiento de aguas residuales domésticas.	Contaminación difusa en el sector agropecuario	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	Control sobre los vertimientos	*Debería darse cumplimiento a legislación *Buscar la reducción de vertimientos de metales pesados y el tratamiento de metales pesados y el agua usada para la extracción Al igual que la regulación del uso del agua (Correcto licenciamiento) *Lucha contra la minería ilegal	*Tratamiento de aguas residuales *Dejar de ver los ríos como parte del sistema de alcantarillado	*Aunque existen agroquímicos prohibidos lo posible es encontrarlos en análisis de calidad del agua. Debería eliminarse el uso de estos químicos *Dar cumplimiento a legislación y contralar este cumplimiento	Erosión por deforestación y minería afecta la concentración de sólidos totales
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	Pérdida de calidad de hábitat para comunidades hidrobiológicas	La industria minera genera pérdida de calidad del agua y pérdida de hábitat (Cobertura vegetal y estructura en ambientes acuáticos degradados de ríos)		Pérdida de calidad de agua por escorrentía de agroquímicos	Los aumentos en la carga de Sólidos disuelto y sólidos suspendidos totales afectan a las comunidades hidrobiológicas e indirectamente a mamíferos
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?		Podría hacerse el seguimiento a la acumulación de metales pesados en la fauna íctica, manatíes, cocodrilos y nutrias. Monitoreo de calidad de agua.		Seguimiento, monitoreo	
Subzonas Prioritarias		C3,N3,N4,N6,2602,2603, 2605		N2,N3,N4,N5,C1,C2	
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?		La presencia de mecanismos de control y los gremios contribuyendo con la disminución		Control	*Políticas de uso de suelo (Cumplimiento) y el cumplimiento de los planes de manejo del sector minero. *Estrategias de mitigación
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?		La disponibilidad presupuestar para contratar los organismos de control		Presupuesto	

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Calidad del Recurso hídrico

Interés Estratégico	Control de vertimientos industria manufacturera	Control de vertimientos industria minera	Soluciones de tratamiento de aguas residuales domésticas.	Contaminación difusa en el sector agropecuario	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	Uso de tecnología de mínimos consumo de agua y tratamiento de efluentes in situ para cumplir la normatividad	*Control de la actividad en su localización *Aplicar la normatividad	Introducción de tecnología para el tratamiento de aguas y reducción de contaminación	Los sectores deben implementar la política y la acción que reduzcan la contaminación *Aprovechamiento de productos	Creación de una cultura de uso racional del agua y de tratamiento de la contaminación
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	Los productores deben asumir	El agua contaminada puede ser fuente de abastecimiento para la actividad productiva	Las unidades deben asumir los costos de la contaminación	La contaminación difusa afecta potencialmente al recurso hídrico	
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	La implementación de tratamientos y tecnología, además de la infraestructura		Si tienen programas de implementación de acción (De tratamiento de aguas)	Implementación de acciones que reduzcan la contaminación	
Subzonas Prioritarias					
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	Hay políticas de reducción del uso del agua y descontaminación en el sector costero	Existe mucha normatividad para regular el uso del suelo y las actividades económicas	*Hay tecnología apropiada *Hay normatividad	*Hay tecnología apropiada *Hay normatividad	
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	La cultura de la comunidad debe mejorar el uso y descontaminación del recurso	La falta de una política única que haga cumplir la normatividad diversa	*Falta de cultura *Pobreza	*Falta de cultura	

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Calidad del Recurso hídrico

Interés Estratégico	Control de vertimientos industria manufacturera	Control de vertimientos industria minera	Soluciones de tratamiento de aguas residuales domésticas.	Contaminación difusa en el sector agropecuario	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	Articulación autoridad ambiental y empresa de servicios públicos en las campañas de monitoreo	*Fuerte control por las Autoridades Ambientales. *Monitoreos sorpresa mensuales *Sistemas de tratamiento con alta tecnología	Con sistemas económicos en su operación	Minimizar el uso de agroquímicos	
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	Afecta la capacidad de tener el agua para múltiples usos	Facilita o dificulta el ingreso del país a la OCDE	Capacidad financiera para asegurar la operación de las PTAR	A mayor costos de producción menor competitividad del sector	
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	Incorporando criterios de responsabilidad ambiental empresarial	Incrementar monto de tasas			
Subzonas Prioritarias					
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	Subsidios o descuentos tributarios en compra e instalación de PTAR	Mineros legalizados, gremios fuertes	Incorporar estos proyectos en los contratos plan departamentales	Implementar la agricultura de conservación	
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	El poco conocimiento por parte de las empresas frente al impacto al recurso hídrico	Actores armados ilegales	Falta de financiación	Seguir con el modelo agropecuario actual	

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Calidad del Recurso hídrico

Interés Estratégico	Control de vertimientos industria manufacturera	Control de vertimientos industria minera	Soluciones de tratamiento de aguas residuales domésticas.	Contaminación difusa en el sector agropecuario	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	*Debe haber un control eficiente y efectivo a los permisos ambientales *Incrementar al 100% el uso legal de los recursos	*Control eficiente y efectivo a los permisos ambientales en la asignación de los permisos de vertimiento *Disminución de los índices de ilegalidad	*Muy económico (Bajo costo) *Subsidios diferenciales *De fácil acceso *Tecnologías caseras	Inexistente	Objetivos de calidad específicos con metas validadas desde la seguridad ecosistémica
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	Positivamente. Mayor legalidad en el uso y mejores condiciones de vida	Mayor calidad de vida de la población y de los ecosistemas	Requiere mayor participación	Dificulta o contrarresta las otras acciones	Mejorar calidad de vida. Seguridad ecosistémica
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	Desarrollar de procesos de educación, productividad y agro-industria	Promoción de la minería responsable y reconversión tecnológica	*Coordinación con otros programas relacionados *Mayor vivienda e innovación	Promoción de prácticas agroecológicas	Fortalecimiento del sistema departamental de áreas protegidas
Subzonas Prioritarias					
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	*Coordinación inter e intrainstitucional. *Divulgación de metas y objetivos estratégicos	*Coordinación inter e intrainstitucional. *Reglas claras de trabajo *Transparencia y divulgación de información	*Educación *Transferencia tecnológica *Planes departamentales de agua	*Políticas y normas claras *No permitir la contaminación difusa	Mejorar los esquemas de inversión
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	Falta de sistemas de monitoreo y de accesos a los Sistemas de Información	*Ilegalidad *Conflicto normativo	*Cortos * Normatividad irreplicable en algunos casos	* Falta de políticas y normas	*Baja capacidad institucional *Incumplimiento de las normas

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Calidad del Recurso hídrico

Interés Estratégico	Control de vertimientos industria manufacturera	Control de vertimientos industria minera	Soluciones de tratamiento de aguas residuales domésticas.	Contaminación difusa en el sector agropecuario	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	*Cumplimiento de legislación y aumento de su rigor *Estar sujeto a mayor control por parte de la CAR	*Limitación a la minería a cielo abierto y cerca de ecosistemas estratégicos *Control de procesos productivos	Incrementar las PTAR en todo el país	*Muy bajo en relación con la situación actual. *Deberían existir políticas públicas de reconversión agrotecnológica	Manejo de ecosistemas estratégicos y zonas boscosas que sirven para aumentar la oferta hídrica regulada y mejorar su calidad
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	Permita mayores posibilidades de producción sustentable	Destrucción o conservación de ecosistemas estratégicos	Oferta de ríos y quebradas limpias para la recreación y alimentación	*Mayor oferta de ríos limpios *Alimentos más sanos	
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	Con difusión de información, monitoreo y movilidad social	Con difusión de información, monitoreo y movilidad social		Con formación y capacitación rural	Con estudios, acciones de manejo y monitoreo
Subzonas Prioritarias	C3 2120, 2701	C3 2502			
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	*Intensificar monitoreos *Incrementar controles	Incrementar el rigor ambiental en el ordenamiento territorial y de su escala de dominio.	Financiación y control	*Políticas públicas de reconversión agro tecnológica *Financiamiento y transferencia tecnológica	Implementación de las políticas de conservación existentes
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	*Presiones de gremios *Debilidad institucional para el control	Presiones intereses gremiales e internacionales	Debilidad institucional y financiera	*Falta de interés institucional *Presiones internacionales contra la agroecología	*Intereses gremiales *Carencia de políticas sobre servicios ambientales, su valoración y uso

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Calidad del Recurso hídrico

Interés Estratégico	Control de vertimientos industria manufacturera	Control de vertimientos industria minera	Soluciones de tratamiento de aguas residuales domésticas.	Contaminación difusa en el sector agropecuario	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	Asociado con sistemas de producción limpia y con un proceso de control y vigilancia muy fortalecido	En el valle de Aburra, la actividad minera está centrada en material de construcción (Canteras, ladrilleras)	Con la construcción de colectores e interceptores que conduzcan las aguas residuales	Falta control a plaguicidas, ganadería extensiva y control de los procesos erosivos	Refinamiento de la red hídrica por cauces.
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	Los municipios no autoridad ambiental, si se controla implica mejor calidad	Sedimentación en cauces naturales	Falta separar las redes de aguas lluvias y residuales	Zonas de ladera no aptas para la actividad	Problemática en el desarrollo urbano
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	Se genera muchos problemas de salubridad	Obstrucción de redes de alcantarillado con zonas de inundación	Altos niveles de contaminación, malos olores, problemas de salud	Procesos erosivos y deforestación	Áreas en riesgo geológico e hidráulico.
Subzonas Prioritarias					
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	Voluntad política y buena gestión de profesionales competentes y comprometidos	Red hídrica cartografiada al detalle	Ya empresas públicas están construyendo otra planta de tratamiento	Presencia de autoridades ambientales	Actual actualización de la geodata en sistemas de información
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	Los recursos presupuestales son muy limitadas	Falta de refinamiento de la red hídrica por cauces muy artificializados que ya no aplican	Tiempo y presupuesto	Más movimiento y personal de control	Falta personal de apoyo y presupuesto

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Calidad del Recurso hídrico

Interés Estratégico	Control de vertimientos industria manufacturera	Control de vertimientos industria minera	Soluciones de tratamiento de aguas residuales domésticas.	Contaminación difusa en el sector agropecuario	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	Cumplimiento de la norma de vertimientos, aplicación de tasas retributivas, implementación de mecanismos de producción más limpia	*Cumplimiento de la norma de vertimientos, aplicación de tasas retributivas, implementación de mecanismos de producción más limpia *Legalización de la actividad minera para ejercer controles	*Para municipios, tener plantar centralizadas. A nivel rural analizar las posibilidades de alcantarillados colectivos, o sino soluciones individuales. *Optimizar plantas existentes.		*Control de vertimientos municipales (Sector doméstico, industrial, de servicios y comercial), planes de saneamiento y manejo de vertimientos *Erosión por deforestación y cambio de coberturas
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	Mejoramiento de la calidad del recurso hídrico	Mejoramiento de la calidad del recurso hídrico	Mejoramiento de la calidad del recurso hídrico		Mejoramiento de la calidad del recurso hídrico
¿Cómo afecto el alcance del interés estratégico?	Realizando control y seguimiento de los usuarios	Realizando control y seguimiento de los usuarios	Conociendo los diferentes sistemas de tratamiento para asesorar		Realizando el control y seguimiento al plan de saneamiento y manejo de vertimientos
Subzonas Prioritarias	2701	2701	2701		2701
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	Fortalecimiento institucional, fortalecimiento de capacidades, de capacitación y educación de usuarios y comunidad	Fortalecimiento institucional, fortalecimiento de capacidades, de capacitación y educación de usuarios y comunidad	Capacitación, innovación y desarrollo, aumento de los recursos económicos para invertir en las soluciones (investigar)		El cumplimiento de la norma (Res 1433/2004) y destinación de recursos por parte de las municipalidades.
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	Insuficientes recursos económicos y humanos	La problemática social del país (Orden público, grupos ilegales), insuficiente voluntad política	Destinación insuficiente de recursos para el saneamiento básico		Insuficiente voluntad política

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Calidad del Recurso hídrico

Interés Estratégico	Control de vertimientos industria manufacturera	Control de vertimientos industria minera	Soluciones de tratamiento de aguas residuales domésticas.	Contaminación difusa en el sector agropecuario	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?		Una producción minera eficiente técnico y ambientalmente de modo que los vertimientos sean mínimos aun para estándares ambientales	Cobertura para los centros urbanos y centros poblacionales de STAR al 100%	Incentivos programas de producción más limpia y mecanismo de educación ambiental asociados	
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?		*Ayudan a ejercer la autoridad ambiental *Garantiza la sustentabilidad del recurso en tema de calidad	Disminuye las cargas contaminantes mejorando la calidad del recurso	A través de la jurisdicción en el área rural se aporta a la calidad del recurso	
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?		*Exigiendo el cumplimiento y fomento de la responsabilidad social empresarial *Mejorando las estrategia de control y seguimiento	Apoyando la inversión con los recursos que la ley ordena	Formulando, ejecutando, y asignando recursos para proyectos relacionados.	
Subzonas Prioritarias		2617,2604,2625,2703,2701,2704	Toda la macrocuenca, principalmente 2701	2308,2904,2619, 2620,2701,2702	
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?		Políticas, lineamientos y normativas claras aplicables a la realidad del país que favorezcan a la mayoría	*Normativa clara *Diversificación de usos en las cuencas *Disminución de enfermedades	*Criterios claves para la implementación de producción limpia *Crear política e incentivos para los que se acojan	
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?		Intereses políticos y económicos	Falta de recursos técnico-Económicos	*Falta de educación ambiental *Pocos recursos técnicos y económicos *Rechazo al cambio cultural del sector	

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Calidad del Recurso hídrico

Interés Estratégico	Control de vertimientos industria manufacturera	Control de vertimientos industria minera	Soluciones de tratamiento de aguas residuales domésticas.	Contaminación difusa en el sector agropecuario	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	Fomento a prácticas de producción más limpia de acuerdo a posibilidades de acción		De acuerdo con las posibilidades de acción	*Fomento a prácticas de producción más limpia. *Ampliar cobertura de tratamiento	
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	Aumento de la carga contaminante		Aumento carga contaminante	Aumento carga contaminante	
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	Ejercer control hacia las autoridades ambientales		Ejercer control hacia las autoridades ambientales	Ejercer control hacia las autoridades ambientales	
Subzonas Prioritarias					
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	Ejercer presión a las autoridades ambientales		Ejercer presión a las autoridades ambientales	Conocimiento de usuarios y prácticas	
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	*Baja disponibilidad de personal en las CAR. *Poco interés de la industria para invertir en PMC		Bajo presupuesto de las empresas prestadoras de servicio	*Baja disponibilidad de personal en las CAR *Poco presupuesto de usuarios	

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Calidad del Recurso hídrico

Interés Estratégico	Control de vertimientos industria manufacturera	Control de vertimientos industria minera	Soluciones de tratamiento de aguas residuales domésticas.	Contaminación difusa en el sector agropecuario	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?		La minería en la zonas aledañas a las áreas protegidas debería cumplir con todos los estándares de responsabilidad ambiental y social		Introducción de modelos productivos verdes en las zonas biofísicas y ecosistemas sostenibles	
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?		El uso eficiente de los vertimientos disminuye el efecto sobre el recurso (Mejora la disponibilidad)		Disminuye el impacto sobre el recurso hídrico, suelo, fauna, flora, etc	
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?		La incidencia, en los espacios de coordinación hacia una manera responsable ayuda a disminuir los efectos sobre el recurso natural		Implementación de sistemas sostenibles para la conservación y restauración ecológica	
Subzonas Prioritarias		2101,2103,2104,2105,2108, 2112,2121,2125,2201,2202, 2203,2301,2305,2601,2602, 2604,2608,2610,2612,2615, 2635		2101,2103,2104,2105,2108, 2112,2121,2125,2201,2202, 2203,2301,2305,2601,2602, 2604,2608,2610,2612,2615, 2635	
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?		La existencia de la normatividad facilita el control de los vertimientos		Nivel de productividad hacia una producción más sano	
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?		Falta de recursos para el ejercicio de la autoridad ambiental.		El modelo económico	

LISTA DE PARTICIPANTES



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente,
Planificación y Organización Territorial

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**



FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA
TALLER DE ANÁLISIS ESTRATÉGICO MACROCUENCA CARIBE
Septiembre 16/2013 – Medellín, Sede Principal de Corantioquia

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
1. María Mercedes Quiceno	Area Metropolitana	Cartógrafa	maria.quiceno@metropol.gov.co	4 325000 ext 516	<i>[Handwritten Signature]</i>
2. Oscar Mejía Rivera	Gobernación Antioquia	Director Información	oscar.mejia@antioquia.gov.co	4 3838670 ext 8670	<i>[Handwritten Signature]</i>
3. Omar Lengifo	ISAGEN	Prof. Ambiental	odrengifo@isagen.com.co	4 3257713	<i>[Handwritten Signature]</i>
4. Daniel Montañut	ISAGEN	Prof. Ambiental proyectos	damontagot@isagen.com.co	4 3257798	<i>[Handwritten Signature]</i>
5. Silvia López	Univ. de Antioquia	Investigadora	silvilopezcasas@yahoo.com	3107865887	<i>[Handwritten Signature]</i>
6. Sergio Alejandro Acosta	EPN	Ing. Profesional	sergio.acosta@epm.com.co	4 3804204	<i>[Handwritten Signature]</i>
7. Luis Fernando Moreno	EPN	Profesional Planeación	luis.moreno@epm.com.co	4 3804289	<i>[Handwritten Signature]</i>
8. Luis Fernando Salazar	EPN	Prof. Planeación	luis.salazar.velasquez@epm.com.co	4 3800907	<i>[Handwritten Signature]</i>
9. Hugo Carmona	SAI	secretario técnico	direcciontecnica@sai.org.co	4 2640832	<i>[Handwritten Signature]</i>
10. Monica Salazar	CARDER	Prof. Especializada	msalazar@carder.gov.co	3116353862	<i>[Handwritten Signature]</i>

Unión Temporal Plan Estratégico de las Macrocuencas Magdalena, Cauca y Caribe

Valoración Económica Ambiental S.A.S.



LISTA DE PARTICIPANTES



FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA
 TALLER DE ANÁLISIS ESTRATÉGICO MACROCUENCA CARIBE
 Septiembre 16/2013 – Medellín, Sede Principal de Corantioquia

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
1. Luisa Fernanda Cardona	PNN-PTAO	Contratista	luisacardona.leon@gmail.com	3137164463	<i>Luisa Cardona</i>
2. Daniel Castañeda Tovar	PNN-PTAO	Prof. Especializado	daniel.castaneda@parquesnacionales.gov.co	3146545241	<i>Daniel Castañeda</i>
3. Juan Camilo Restrepo	Corantioquia	Contratista	restrepo@corantioquia.gov.co	4938888 ext 1268	<i>Juan Camilo Restrepo</i>
4. Juan Camilo Restrepo	Corantioquia	Contratista	restrepo@corantioquia.gov.co	4938888 ext 1267	<i>Juan Camilo Restrepo</i>
5. William Alvarez Perez	Área Metropolitana	Lider de Programa	william.alvarez@metropol.gov.co	3854000 ext 532	<i>William Alvarez Perez</i>
6. Oscar Ivan Giraldo Dueve	Corantioquia	Prof. ESPEL	ogiralda@corantioquia.gov.co	4938888 ext 1209	<i>Oscar Ivan Giraldo Dueve</i>
7. Adriana Perez	ANDI Armas	Consultora Ambiental	adrianaperezarab@gmail.com	388917201	<i>Adriana Perez</i>
8. Diana Montoya	Corantioquia	Ing. sanitaria contratista	dmmontoya@corantioquia.gov.co	4938888 ext 1267	<i>Diana Montoya</i>
9. Diego Rubio	DNP	consultor	drubio@dnp.gov.co	3815000 ext 8032	<i>Diego Rubio</i>
10. Saulo Hoyos Nalinda	Corantioquia	Prof. Especializado	shoyos@corantioquia.gov.co	4938888 ext 1271	<i>J. Hoyos M</i>

Unión Temporal Plan Estratégico de las Macrocuencas Magdalena, Cauca y Caribe

Valoración Económica Ambiental S.A.S.



LISTA DE PARTICIPANTES



MinAmbiente
Ministerio del Medio Ambiente

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**



FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA
TALLER DE ANÁLISIS ESTRATÉGICO MACROCUENCA CARIBE
Septiembre 16/2013 – Medellín, Sede Principal de Corantioquia

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
21. Oscar Gabriel Cardenas Hernández	Secad. Medio Amb - Medellín	Inq. Geólogo	oscar.cardenas@medellin.gov.co	4 3855625	<i>[Handwritten Signature]</i>
22. Juan F. Carvajal	MADS	Contratista	jcarvajal@minambiente.gov.co	201315702	<i>[Handwritten Signature]</i>
23. Diana Adelina Berna	Ecopetro	Viabilidad Ambiental	diana.berna@ecopetro.com	3104392759	<i>[Handwritten Signature]</i>
24. Carlos Mario Uribe García	Corporación Promera	Director	promera1@yaho.com	3013685166	<i>[Handwritten Signature]</i>
25. Haider Jaime Rueda	UT Macrocuencas	Experto	haider.jaime@valoracionambiental.com	3213433039	<i>[Handwritten Signature]</i>
26. Polando Jaime Rueda	UT Macrocuencas	SLG	polando.jaime@valoracionambiental.com	1 8059416	<i>[Handwritten Signature]</i>
27. Harold Coronado A.	UT Macrocuencas	Representante legal	harold.coronado@valoracionambiental.com	1 8059416	<i>[Handwritten Signature]</i>
28. Leonardo Niño	MADS	Asesor DEIRH	wniño@minambiente.gov.co	3109148131	<i>[Handwritten Signature]</i>
29. Margarita Cardona	Area Metropolitana	Prof. Universitario	margarita.cardona@metrop.gov.co	4 3856000 ext 413	<i>[Handwritten Signature]</i>
30. Sandra Ríos	EPM	Prof. Ambiental	sandra.rios@epm.com.co	4 3802306	<i>[Handwritten Signature]</i>

Unión Temporal Plan Estratégico de las Macrocuencas Magdalena, Cauca y Caribe

Valoración Económica Ambiental S.A.S.

ECconcept

OPTIM

LISTA DE PARTICIPANTES



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**



FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA
TALLER DE ANÁLISIS ESTRATÉGICO MACROCUENCA CARIBE
Septiembre 16/2013 – Medellín, Sede Principal de Corantioquia

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
31. Juliana Quiñero	IDEAM	PROF. UNIVERSIT.	julianaqm@ideam.gov.co	4 3819241	
32. Transrepep	Corantioquia	Ing. Ambiental Grp. OAT	mpiedrahita@corant...	4 4930588 ext 1210	
33. Diana P. Saldarriaga	Corantioquia	Ing. Forestal Sub. Calidad Ambiental	dsaldarriaga@corantioquia.gov.co	4 938888 ext. 1267	
34. Jairo Almanzar	Federación de Cafeteros	Coordinador Proyectos	jairo.almanzar@cafede.com	4 5969500 ext 593	
35. Cesar Garay	Cormagdalena	Asesor	cesar.garay@cormagdalena.gov.co	3115334443	
36. Natalia Pasada	EPM	Ing. Ambiental	natalia.pasada@epm.com.co	4 3803901 3804220	
37.					
38.					
39.					
40.					

Unión Temporal Plan Estratégico de las Macrocuencas Magdalena,
Cauca y Caribe

Valoración Económica Ambiental S.A.S.

ECconcept



MEMORIA FOTOGRÁFICA



MEMORIA FOTOGRÁFICA



MEMORIAS DE LA SEGUNDA RONDA DE TALLERES FASE ANÁLISIS ESTRATÉGICO: Barranquilla, Septiembre 19 de 2013

Introducción y Presentación para Motivar el Ejercicio de las Mesas de Trabajo

En este momento se contextualiza a los asistentes al taller en el proceso de formulación del plan estratégico, se hace énfasis en las fases del proceso y los espacios de disertación y construcción de consensos en las regiones y a nivel central. Se aclaran las reglas de juego para el desarrollo del taller y se motiva la realización de las mesas de trabajo presentando el proceso de modelación y los resultados del mismo. La presentación tiene por objeto aclarar el origen de la información sobre escenarios de desarrollo que se someterá a discusión en las mesas de trabajo.

ENTIDADES	ENTIDADES	OBJETIVOS DEL TALLER	AGENDA DEL TALLER
<ul style="list-style-type: none"> • Autoridad Ambiental Urbana (AAU)Barranquilla – DAMAB • MADS • Cámara de Comercio de Barranquilla • Camacol Caribe • Empresa Triple A (Barranquilla) • Ecopetrol • Sociedad Portuaria Regional de Barranquilla 	<ul style="list-style-type: none"> • AUNAP • Gobernación del Atlántico - Secretaría de Planeación • Planeación departamental • FUNAD ONG • Universidad del Norte -El Instituto de Estudios Hidráulicos y Ambientales (IDEHA) • The Nature Conservancy- TNC 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Desarrollar un análisis temático orientado a priorizar y precisar temas que sirvan para la construcción de los lineamientos estratégicos, teniendo en cuenta: <ul style="list-style-type: none"> • El desarrollo deseado de la Macrocuenca • La priorización de subzonas para objetivos de calidad en los principales ríos o cuerpos de agua, que permitan alcanzar el desarrollo deseado de la Macrocuenca. • Los principales usos y criterios de calidad, cantidad y disponibilidad de agua (caudal ambiental) en los grandes tramos de los ríos Magdalena y Cauca. ➤ Identificar las agendas de los actores claves en cada temática. ➤ Analizar la percepción del impacto que pueden tener las acciones de otros actores sobre sus propios objetivos. 	<p style="text-align: center;">Ruta Crítica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plan Hídrico Nacional y Socialización de la Conformación de los Consejos Ambientales Regionales de Macrocuencas – CARMAC. • Escenarios de desarrollo de la Macrocuenca y temáticas de trabajo. • Desarrollo de Mesas de trabajo • Plenaria de conclusiones

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Oferta hídrica

Interés Estratégico	Productividad por unidad de área agrícola y pecuaria.	Expansión de la frontera agrícola y pecuaria.	Cambio de cobertura natural de las subzonas estratégicas.	Prioridades de conservación de los servicios ecosistémicos (Biodiversidad, Pesca, etc.).	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	* Potenciar la productividad de estos sistemas sin aumentar frontera agrícola y con prácticas amigables con los recursos naturales	*Controlada y con mayor asistencia técnica que garantice productividad-conservación		*Implementación de sistemas de reproducción de especies para comercialización masiva	*Planificación y ordenamiento territorial que garantice conectividad, funcionalidad y oferta de servicios ambientales en planicies inundables
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	*Pérdida y transformación de coberturas naturales	*Pérdida de coberturas naturales *Contaminación por químicos		*Disminuye la presión y el desequilibrio o extinción de especies	*No se conoce ni se entiende los valores ambientales y la conectividad río-planicie
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	* Apoyo técnico a productores para mejorar técnicas	*Desarrollo de proyectos de ganadería sostenible		* Con políticas de emprendimiento y de capacidad	*Diseño de herramientas para la toma de decisiones y gestión del agua
Subzonas Prioritarias					
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	* Adecuada información técnica y científica	*Interés del sector privado y de autoridades ambientales		*La gestión ambiental fortalecida	*Prioridad del Gobierno Nacional *Interés sector privado *Procesos de planificación del recurso
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	*Falta de inversión	*Falta de inversión *Falta de normas y reglas		*La falta de apoyo económico y regulatoria por parte del Estado	*No existe un visión cuenca *Planificación, toma de decisiones y administración fragmentada

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Oferta hídrica

Interés Estratégico	Productividad por unidad de área agrícola y pecuaria.	Expansión de la frontera agrícola y pecuaria.	Cambio de cobertura natural de las subzonas estratégicas.	Prioridades de conservación de los servicios ecosistémicos (Biodiversidad, Pesca, etc.).	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	*Recomposición de la matriz productiva agropecuaria dando prioridad a sistemas productivos de interés social *Intensidad de la producción agropecuaria con distritos de riesgo regular				*Manejo adecuado de planicies inundables. *Priorizar la seguridad alimentaria en los territorios que están en riesgo de expansión
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	*Mayor producción de alimentos básicos en la canasta familiar *Uso racional de suelo y de los recursos naturales				*Garantizar la oferta agrícola
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	*Generando políticas de apoyo y asistencia técnica agropecuaria *Dotaciones de infraestructura sectorial y ordenamiento territorial				*Participación activa en los procesos
Subzonas Prioritarias	2904,2903,2906				
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	*La oportunidad de la intervención estatal *Planificación espacial de modelos de ocupación y desarrollo económico sostenibles				*Territorio debe tener las condiciones para la producción agrícola (fertilidad)
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	*Los intereses socioeconómicos de la escasa capacidad de integración de los gremios. *Falta una visión integral y compartida				* Intereses particulares

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Demanda hídrica

Interés Estratégico	Reducción de pérdidas técnicas en los sistemas de abastecimiento.	Uso eficiente en el sector industrial, doméstico y agropecuario.	Soluciones de Abastecimiento (Almacenamiento, trasvase, etc)	Localización de la actividad agrícola y pecuaria	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	*Control y conocimiento sobre las pérdidas que se tienen en el sistema de abastecimiento	*Expedición de nuevas normas técnicas *Mayor control en el cumplimiento de las normal *Racionalmente controlado por las autoridades y por el sector industrial mediante PUEA *Exigir pausa al sector agrícola	*No se necesitan embalses para esta zona	*Existe muchas actividad ganadero en las riberas del río, zonas inundables que han incrementado la deforestación y afectación de calidad de agua	*Recurso hídrico desde el turismo
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	* Control sobre la demanda	*Aumento de costos de productos finales *Operaciones afectadas por bajo recurso hídrico			*Conservación y conocimiento de diferentes zonas
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?		*Al no instalar redes y griferías ahorradores de agua en proyectos inmobiliarios *implementación de programas de PUEAH			
Subzonas Prioritarias					
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	*Mayor cantidad y seguimiento por parte de las autoridades ambientales	*Mayor oferta de productos en el mercado *Reducción de costos *Incentivos tributarios *Mayor control por parte de las autoridades *Mejor tecnología *fortalecimiento institucional			*Infraestructura y promoción
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	*las autoridades ambientales no tienen la suficiente capacidad de seguimiento y evaluación	*Costos altos de insumos y productos necesarios para cumplir *Usuarios sin legalizar *escaso control y vigilancia			*Desconocimiento y falta de infraestructura

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Calidad del Recurso hídrico

Interés Estratégico	Control de vertimientos industria manufacturera	Control de vertimientos industria minera	Soluciones de tratamiento de aguas residuales domésticas.	Contaminación difusa en el sector agropecuario	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	Mejora los sistemas de tratamiento existentes, implementación de sistemas de tratamiento nuevos		Implementación de sistemas de tratamiento nuevos por parte del prestador de servicios		Definición de caudales ambientales Debe construirse una propuesta de caudales ambientales para la macrocuenca
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	Contribuyendo al logro del objetivo misional de la autoridad ambiental		Beneficioso para el tema de tratamiento y disposición de las aguas residuales domésticas		No contamos con la reglamentación adecuada
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	Ejerciendo mayores controles para la implementación y mejoras de sistemas de tratamiento		Realizando seguimiento al plan de saneamiento y manejo de vertimientos		Herramienta para la gestión del agua que incluya caudales ambientales
Subzonas Prioritarias	2904		2904		Toda la macrocuenca
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	La expedición de la nueva reglamentación en mayoría de vertimientos que modifique y aporte vigentes del decreto 1594 del 89		Expedición de normas más restrictivas para empresas prestadoras de servicios públicos domiciliarios		*Interés de autoridades ambientales *Contamos con la capacidad técnica
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	Costos de implementación		*Intereses particulares *Altos costos de implementación		*Falta de ejercicios técnicos y científicos sobre caudales ambientales.

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Riesgo asociado al agua

Interés Estratégico	Planeación para la localización de los asentamientos humanos.	Cobertura Natural de las rondas hídricas y de las áreas activas de inundación	Regulación hidráulica en embalses, reservorios, etc.	Otros Intereses Estratégicos	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	Ejecución, seguimiento y evaluación dinámica de las herramientas de planificación del sistema (Ley 1523/2012)		Evite contaminar, aproveche residuos y valoración	Enfoque planificación suprarregional (Integrando relación entre vecinos)	Adaptabilidad social al cambio climático y a la variabilidad natural del clima
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	Estandamiento del desarrollo integral territorial		*Calidad ambiental *Crecimiento económico	Impactos no propios de la gobernabilidad local (ej: sedimentación)	Disminuye el riesgo de la población
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	Políticas de control y monitoreo		Instalando infraestructura para valoración de residuos	Interactuando	Planes de adaptabilidad coordinados
Subzonas Prioritarias	2903 2904 2906				
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	Coordinación y fortalecimiento institucional intersectorial		La participación público privada	Asociatividad para inversión	Comunicación, información, preparación, conocimientos, inversión
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	Incapacidad institucional para priorizar y gestionar frente a la escasez de recursos		Falta de estructuración financiera de conciencia ambiental y empresarial	*Diferencias de intereses * Falta de gobernanza y consenso	Ausencia de coordinación y comunicación entre actores

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Riesgo asociado al agua

Interés Estratégico	Planeación para la localización de los asentamientos humanos.	Cobertura Natural de las rondas hídricas y de las áreas activas de inundación	Regulación hidráulica en embalses, reservorios, etc.	Otros Intereses Estratégicos	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	Ejecución, seguimiento y evaluación de las políticas	Planeación suprarregional enfocada a la capacidad de carga y afectación del vecino			
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	Estancamiento y deterioro territorial				
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	Medidas y políticas de control				
Subzonas Prioritarias					
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	La coordinación intersectorial y el fortalecimiento institucional				
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	Incapacidad institucional para la priorización y gestión ante la escasez de recursos				

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Riesgo asociado al agua

Interés Estratégico	Planeación para la localización de los asentamientos humanos.	Cobertura Natural de las rondas hídricas y de las áreas activas de inundación	Regulación hidráulica en embalses, reservorios, etc.	Otros Intereses Estratégicos	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	Implementación de medidas de mitigación no estructurales y sistemas de monitoreo			Aumentar la capacidad de prevención a los riesgos de cambio climático	
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	Almacenamiento de información técnica				
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	Participando de todos los espacios y talleres			Interactuando con las partes interesadas	
Subzonas Prioritarias	2903 2904 2906			2903 2904 2906	
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	Disponibilidad y organización de concentración por parte de las autoridades ambientales			La preparación, prevención y ejecución de cada una de los conflictos.	
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	Falta de comunicación y organización entre los actores			Ausencia de comunicación entre los actores implicados	

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Riesgo asociado al agua

Interés Estratégico	Planeación para la localización de los asentamientos humanos.	Cobertura Natural de las rondas hídricas y de las áreas activas de inundación	Regulación hidráulica en embalses, reservorios, etc.	Otros Intereses Estratégicos	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	Control, seguimiento y evaluación sobre las herramientas de planificación del sistema nacional (Ley 1523 de 2012)				
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	Estancamiento y deterioro del desarrollo territorial				
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	Políticas de control y monitoreo				
Subzonas Prioritarias	2904 2903 2906				
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	Coordinación intersectorial y fortalecimiento institucional				
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	Incapacidad institucional para la priorización y gestión de recursos				

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Riesgo asociado al agua

Interés Estratégico	Planeación para la localización de los asentamientos humanos.	Cobertura Natural de las rondas hídricas y de las áreas activas de inundación	Regulación hidráulica en embalses, reservorios, etc.	Otros Intereses Estratégicos	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	*Reubicación de asentamientos en zonas de alto riesgo *Monitoreo constante de diques *Una entidad encargada	Debe estar bien limitadas las rondas hídricas y en las zonas de inundación debe existir intervención			
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	*Inundaciones en zonas urbanas afectan los servicios *Pérdidas de infraestructura	Estabilidad de las orillas			
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?					
Subzonas Prioritarias	2904	2904	2904		
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	Las herramientas de planificación como POT y POMCAS	Las herramientas de planificación como POT y POMCAS			
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	*Falta de recursos para reubicación *Falta de prevención en mantenimiento de diques, no existe una entidad encargada	*La posesión de tierras en ronda hídricas * Falta de control en la intervención de particulares en la ronda hídrica.			

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Riesgo asociado al agua

Interés Estratégico	Planeación para la localización de los asentamientos humanos.	Cobertura Natural de las rondas hídricas y de las áreas activas de inundación	Regulación hidráulica en embalses, reservorios, etc.	Otros Intereses Estratégicos	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	De manera concertada con los actores principales, sector urbano, industria	Respeto de las rondas hídricas			
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	Puede restringir las áreas operativas	Problemas sociales, se pueden reducir las áreas de intervención			
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	Disminuye áreas	*No respetando las rondas hídricas *No compensando lo necesario			
Subzonas Prioritarias	2314	2314			
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	*Planes de ordenamiento territorial con determinantes ambientales claros *POT consensuados	* Aumento de la cobertura natural *Implementar programas de conservación *Medidas claras de compensación ambiental			
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	Intereses particulares	*No respetar las ronda hídricas *No tener claridad en los mapas de inundación *Desconocimiento			

LISTA DE PARTICIPANTES



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**



FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA Y CARIBE
TALLER DE ANÁLISIS ESTRATÉGICO MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA
Septiembre 19/2013 – Barranquilla – Triple A Sede Prado

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
1. Leonardo Niño	MADS	Asesor D G1214	wnino@minambiente.gov.co	3108148131	<i>[Handwritten Signature]</i>
2. Juan F. Carvajal	MADS	Asesor D G1214	jcarvajal@minambiente.gov.co	(1) 3323400	<i>[Handwritten Signature]</i>
3. Iván Gil	TNC	Especialista en Estrat. de conse/vacu.	igil@tnc.org	3158973884	<i>[Handwritten Signature]</i>
4. Diana Rodado	Sociedad Peruana Reg. Barranquilla	Coordinadora Jurídica	drodado@perustodebarranquilla.com.co	3012748583	<i>[Handwritten Signature]</i>
5. Augusto Rico	Camacol Caribe	Asesor Jurídico	arico@augustorico.com.co	3014804085	<i>[Handwritten Signature]</i>
6. Galmar Vargas	Cámara de Comercio - Barranquilla	Coordinador Gestión Urbana	yvargas@camorabag.org.co	5 3303736	<i>[Handwritten Signature]</i>
7. María Tatís	Planación Departamental	Prof. Especializado	mtatis@atlantico.gov.co	5 3307184	<i>[Handwritten Signature]</i>
8. Roxana Álvarez Morales	Ecopetrol SA	Prof. Ambiental	roxana@ecopetrol.com.co	3124123386	<i>[Handwritten Signature]</i>
9. Luis Guerra Bermúdez	AUNAP	Profesional Especializado	luis.guerra@unap.gov.co	3004763840	<i>[Handwritten Signature]</i>
10. Carlos Julio	Triple A	Director Gestión Ambiental	cjuliao@aaa.com.co	3106565280	<i>[Handwritten Signature]</i>

Unión Temporal Plan Estratégico de las Macrocuenas Magdalena, Cauca y Caribe

Valoración Económica Ambiental S.A.S.



LISTA DE PARTICIPANTES



FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA Y CARIBE
 TALLER DE ANÁLISIS ESTRATÉGICO MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA
 Septiembre 19/2013 – Barranquilla – Triple A Sede Prado

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
11. Ignacio De la Hoz	Uninorte	Director Proyecto LEH-ZF	idelahez3@gmail.com	3006030990	[Firma]
12. Liguél Pérez	Gobernación	Subsecretario de Planeación	mperez@atlantico.gov.co	3013869922	[Firma]
13. Esperanza Chuy	Gob. Ktoe	ASESOR	escharmo@lut.	3013908996	[Firma]
14. Luis Ariza	DAMAB	prof. universitario	luis_damab@hotmail.com	3007789928	[Firma]
15. Dalma Silveira	DAMAB	prof. universitaria	ing. dalmasilveira@hotmail.com	3106311107	[Firma]
16. Haidar Jaime Rueda	UT Macrocuencas	Experto	haidarjaimer@valoracionambiental.com	3213433031	[Firma]
17. Edgardo Jaime Rueda	UT Macrocuencas	SG	edgardojaimer@valoracionambiental.com	1 30599416	[Firma]
18. Harold Coronado A.	UT Macrocuencas	representante	haroldcoronado@valoracionambiental.com	3213433032	[Firma]
19. Lina Montoya E.	UT Macrocuencas	Asistente	linamontoya@valoracionambiental.com	3013718843	[Firma]
20. Amén Ariza D.	FONAD ONG	Presidente	amenanzas@hotmail.com	3168349644	[Firma]

Unión Temporal Plan Estratégico de las Macrocuencas Magdalena, Cauca y Caribe

Valoración Económica Ambiental S.A.S.



LISTA DE PARTICIPANTES



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**



FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA Y CARIBE
TALLER DE ANÁLISIS ESTRATÉGICO MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA
Septiembre 19/2013 – Barranquilla – Triple A Sede Prado

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
21. Heliana Chugán L	FUNAD-ONG	Coordinadora Prado	sociosustentable@gmail.com	3772103	
22. Ángel Romo	DANAB	Jeefe de control y vigilancia	angelromop@yahoo.com	3116739893	
23.					
24.					
25.					
26.					
27.					
28.					
29.					
30.					

Unión Temporal Plan Estratégico de las Macrocuencas Magdalena,
Cauca y Caribe

Valoración Económica Ambiental S.A.S.

ECconcept



MEMORIA FOTOGRÁFICA



MEMORIA FOTOGRÁFICA



MEMORIAS DE LA SEGUNDA RONDA DE TALLERES FASE ANÁLISIS ESTRATÉGICO: Cali, Septiembre 25 de 2013

Introducción y Presentación para Motivar el Ejercicio de las Mesas de Trabajo

En este momento se contextualiza a los asistentes al taller en el proceso de formulación del plan estratégico, se hace énfasis en las fases del proceso y los espacios de disertación y construcción de consensos en las regiones y a nivel central. Se aclaran las reglas de juego para el desarrollo del taller y se motiva la realización de las mesas de trabajo presentando el proceso de modelación y los resultados del mismo. La presentación tiene por objeto aclarar el origen de la información sobre escenarios de desarrollo que se someterá a discusión en las mesas de trabajo.

ENTIDADES	ENTIDADES	OBJETIVOS DEL TALLER	AGENDA DEL TALLER
<ul style="list-style-type: none"> • CVC • DAGMA • IDEAM • MADS • Secretaría de Ambiente • Cinara- Univalle • Parques Nacionales Naturales • Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena - CORMAGDALENA • CRC • Federación Nacional de Cafeteros • Vallecaucana de aguas • Cenicaña 	<ul style="list-style-type: none"> • Isagen • EPSA • Asocaña • Acuaviva • Emcali • Zona Franca • Gobernación del Valle • UNGRD • Gobernación- Corpocuenas • Fundación Eprodesa 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Desarrollar un análisis temático orientado a priorizar y precisar temas que sirvan para la construcción de los lineamientos estratégicos, teniendo en cuenta: <ul style="list-style-type: none"> • El desarrollo deseado de la Macrocuena • La priorización de subzonas para objetivos de calidad en los principales ríos o cuerpos de agua, que permitan alcanzar el desarrollo deseado de la Macrocuena. • Los principales usos y criterios de calidad, cantidad y disponibilidad de agua (caudal ambiental) en los grandes tramos de los ríos Magdalena y Cauca. ➤ Identificar las agendas de los actores claves en cada temática. ➤ Analizar la percepción del impacto que pueden tener las acciones de otros actores sobre sus propios objetivos. 	<p style="text-align: center;">Ruta Crítica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plan Hídrico Nacional y Socialización de la Conformación de los Consejos Ambientales Regionales de Macrocuencas – CARMAC. • Escenarios de desarrollo de la Macrocuena y temáticas de trabajo. • Desarrollo de Mesas de trabajo • Plenaria de conclusiones

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Oferta hídrica

Interés Estratégico	Productividad por unidad de área agrícola y pecuaria.	Expansión de la frontera agrícola y pecuaria.	Cambio de cobertura natural de las subzonas estratégicas.	Prioridades de conservación de los servicios ecosistémicos (Biodiversidad, Pesca, etc.).	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	<ul style="list-style-type: none"> *Incrementar la productividad del cultivo de caña de azúcar, mejorar la eficiencia del uso de agua *Aumento de la productividad agropecuaria con énfasis en la producción de alimentos garantizando la seguridad alimentaria regional 	<ul style="list-style-type: none"> *Limitada a la zona actual *Regulada mediante los instrumentos de planificación POT * Mayor control y vigilancia de ecosistemas, educación ambiental para mitigar presiones sobre los ecosistemas estratégicos 	<ul style="list-style-type: none"> *Mantener la actual e incrementar en áreas de interés para regular condiciones hidrológicas *La cobertura natural debe aumentarse protegiendo las fuentes hídricas que abastecen los acueductos municipales 	<ul style="list-style-type: none"> *conservar y aprovechar de manera sostenible los recursos de la biodiversidad, aplicando incentivos e instrumentos a la conservación y al aprovechamiento 	<ul style="list-style-type: none"> *calidad del agua *incremento en la oferta natural del recurso hídrico *Protección de nacimientos
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	*Oferta baja afecta directamente la producción	*Necesidades de áreas aptas para aumentar la producción	*Mantener caudales		
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	<ul style="list-style-type: none"> *Por competencia por el recurso *A través de los POT en el marco de las LOOT 	<ul style="list-style-type: none"> *Competencia por suelos en otras zonas *Aplicación de los instrumentos de gestión POT 	* Apoyo a proyectos en cuenta alta	*Aplicando instrumentos de incentivos a la conservación	*Cumplimiento del artículo 111 de la ley 99 de 1993
Subzonas Prioritarias					
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	*Se cuenta con un sector organizado con un centro de investigación con posibilidad de financiación	<ul style="list-style-type: none"> *Se cuenta con un sector organizado con un centro de investigación con posibilidad de financiación *Articulación con los municipios para la protección de la cobertura natural 	*Presencia de organizaciones comunitarias		
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	<ul style="list-style-type: none"> *Variaciones en la regulación hídrica y falta de adaptación de tecnologías *Expansión de la frontera agropecuaria en actividades que no garanticen la producción de alimentos 	<ul style="list-style-type: none"> *Variaciones en la regulación hídrica y falta de adopción de tecnologías *Desinterés de los directivos del sector público 	<ul style="list-style-type: none"> *Falta de recursos financieros y conflictos en uso del suelo *Ausencia política para instrumentos POT 		

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Oferta hídrica

Interés Estratégico	Productividad por unidad de área agrícola y pecuaria.	Expansión de la frontera agrícola y pecuaria.	Cambio de cobertura natural de las subzonas estratégicas.	Prioridades de conservación de los servicios ecosistémicos (Biodiversidad, Pesca, etc.).	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	*Debería ser oportuno * Centrarse más en valor agregado que en cantidad		*Evitar la ocupación en áreas de importancia ecosistémica *No se debe afectar la cobertura natural	*Conservación de sistemas ecosistémicos *Conservación de páramos y bosques altos andinos importantes para la prestación de servicios hidrológicos *Una cooperación entre los actores para mantener los servicios ecosistémicos	*Control de inundaciones con regulación de caudales por medio de embalses *Reconocer la importancia de los PNN en la oferta hídrica del país y su aporte al PIB *La alta vulnerabilidad al cambio climático de los ecosistemas de alta montaña
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	*Total afectación por exceso o por defecto *No debe darse la expansión agropecuaria y debe mejorarse la cadena de producción - distribución		*Se tiene más biodiversidad que es positivo para la población	*Se tiene más biodiversidad que es un positivo para la población	*Pérdidas en productividad
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	*Competencia entre sectores *Sedimentos por mala prácticas de riesgos		*Aumento de servicios en el sector agropecuario		*Se sostiene el empleo, no se inundan predios, poblaciones y además se tiene agua para productos
Subzonas Prioritarias					
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	*sostener una agricultura tradicional que ha demostrado adaptación a las zonas agrícolas	*La dinámica del comercio del sector agropecuario	*17 asociaciones de ríos * Fondo para reforestación * Alianzas con autoridades ambientales	*17 asociaciones de ríos * Fondo para reforestación * Alianzas con autoridades ambientales	* La unión de todos los sectores agropecuarios
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	*La falta de embalses, canales apropiados de conducción, obras de reparto y obras de medición de caudales	*Poca productividad en ciertos pisos térmicos	*el conflicto armado * Falta de más recursos para entender más áreas	* La unión de todos los sectores agropecuarios *Falta de interés político y de recursos económicos	*Falta de interés político y de recursos económicos

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Demanda hídrica

Interés Estratégico	Reducción de pérdidas técnicas en los sistemas de abastecimiento.	Uso eficiente en el sector industrial, doméstico y agropecuario.	Soluciones de Abastecimiento (Almacenamiento, trasvase, etc)	Localización de la actividad agrícola y pecuaria	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	<ul style="list-style-type: none"> *Mejorar la medición *Mejoras en infraestructura *Aplicar software para optimizar distribución *Interconectar sistemas *Mejor gestión y mantenimiento predictivo 	<ul style="list-style-type: none"> *Control más estricto a los usuarios incluidos industrial y agro con campañas de sensibilización 	<ul style="list-style-type: none"> *Para el valle debe pensarse en utilizar el agua del pacífico con trasvase, almacenamiento en varios tributarios 	<ul style="list-style-type: none"> * En zonas donde un plan de uso del suelo lo indique 	<ul style="list-style-type: none"> *Control de minería ilegal *Censo de usuarios directos e indirectos que se benefician del agua
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	<ul style="list-style-type: none"> *Se debe liberar mayor agua de salvajina para aumentar oferta, sacrificando regulación y generación *Cobertura del servicio y la inversión 	<ul style="list-style-type: none"> *Mejora en la prestación del servicio 	<ul style="list-style-type: none"> *Mejora la prestación del servicio 	<ul style="list-style-type: none"> *Sostenibilidad hídrica 	<ul style="list-style-type: none"> *Mejoramiento de la calidad del agua para mejorar el servicio *Presión sobre los PNN
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	<ul style="list-style-type: none"> *Cuando hay pérdidas en válvulas, uniones y bridas por mantenimiento deficiente *priorización de inversiones que contribuyan con la reducción petrolera Menores costos de inversión y operación 	<ul style="list-style-type: none"> *Realizando inversión en programas de cultura del agua 	<ul style="list-style-type: none"> *Ampliación de la cobertura de abastecimiento y plantando tecnologías apropiadas 	<ul style="list-style-type: none"> * 	
Subzonas Prioritarias					
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	<ul style="list-style-type: none"> *El correcto seguimiento al funcionamiento del sistema 	<ul style="list-style-type: none"> *Coordinación institucional y la participación de actores y usuarios del recurso 	<ul style="list-style-type: none"> *Voluntad política 	<ul style="list-style-type: none"> *POT adecuado y concertado 	<ul style="list-style-type: none"> *Ejercicio de la autoridad ambiental con lineamientos *Poder satisfacer la demanda
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	<ul style="list-style-type: none"> *Permisividad de porcentajes de pérdida al nivel normativo 	<ul style="list-style-type: none"> *Falta de conciencia ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> *inequidad en la distribución de los recursos económicos 	<ul style="list-style-type: none"> *Intereses económicos de por encima de los sociales, colectivos 	<ul style="list-style-type: none"> *Intereses económicos particulares *no contar con censo de usuarios directos e indirectos que se benefician del agua

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Demanda hídrica

Interés Estratégico	Reducción de pérdidas técnicas en los sistemas de abastecimiento.	Uso eficiente en el sector industrial, doméstico y agropecuario.	Soluciones de Abastecimiento (Almacenamiento, trasvase, etc)	Localización de la actividad agrícola y pecuaria	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	*Disminución de presión de la mano con la sectorización de la red *Con programa de reposición de redes, rastreo de fugas macro y micro y edición dentro del balance costo-beneficio	*Es algo financiero y cultural. Debe fomentarse empezando por los niños *Programas de reuso, sistemas más eficientes, mejoramiento de procesos industriales *Aumentando el precio de m ³ de agua	*Sostenible *Estudios oferta-demanda haciendo uso de fuentes superficiales y subterráneas *Construcción de pequeños embalses y de los bosques asociados	*En zonas productivas identificadas en el POT *Cerca de los centros de consumo	*Disminuir los monocultivos
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	*Mejora las finanzas empresariales *Reducción de inversiones para producción	*Mayor presión sobre el recurso hídrico *Mayor disponibilidad del recurso	*No disposición de almacenamientos general *Obligación de otras fuentes de abastecimiento *Revisar costo-beneficios de las medidas	*cuando las actividades no cumplen los parámetros de sostenibilidad *Demanda del recurso hídrico en otros usos	
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	*No tomando las medidas necesarias *cuando no se tienen en cuenta los programas de reducción de pérdidas	*Con una medición pobre *No desarrollar campañas culturales *Permitiendo uso irracional del recurso	*ejecución tímida de acciones *desconocimiento del recursos hídrico	*falta de intereses directivos en el tema	
Subzonas Prioritarias					
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	Aplicación de acciones que apunten al I.E. *El manejo técnico de las empresas prestadoras de los servicios de agua	* Una buena medición como parte de un sólido sistema comercial *La educación, la conciencia sobre lo limitado del recurso	*sostenimiento de los programas en las cuencas * Posibilidad de contar con fuentes alternas	*Gobernabilidad del agua	
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	*La falta de recursos *Inadecuado usos de tecnologías	*No aplicación de correctivos ante el "desvío" comercial *	*falta de intereses	*Falta de recurso hídrico	

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Calidad del Recurso hídrico

Interés Estratégico	Control de vertimientos industria manufacturera	Control de vertimientos industria minera	Soluciones de tratamiento de aguas residuales domésticas.	Contaminación difusa en el sector agropecuario	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	100 %cumpliendo con los parámetros establecidos en la normatividad	Producción de oro de forma regulada Control de factores ambientales	Mejor cubrimiento de sistemas de tratamiento Optimización de sistemas de tratamiento existente	Los elementos que lleguen con el recurso hídrico deben ser de buena calidad.	
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	Cumple con propósitos normativos	Cumplir propósitos normativos		El suelo y la materia producida sufren en su calidad	
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	Apoyo en políticas y normas	*Control y vigilancia * Tecnologías apropiadas		Mejorando la calidad del agua, sostengo una producción de buena calidad	
Subzonas Prioritarias				2627 a 2637	
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	*Fortalezas institucional *Interés de los autores *Mercados limpios y justos	*Políticas y normas claras y justas		Las normas urgentes	
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	*Costos de inversión, costos *Otros mercados	*Ilegalidad del 90% *Características de la población vinculada.		La falta de decisión política La falta de recursos	

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Calidad del Recurso hídrico

Interés Estratégico	Control de vertimientos industria manufacturera	Control de vertimientos industria minera	Soluciones de tratamiento de aguas residuales domésticas.	Contaminación difusa en el sector agropecuario	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	*100% usuarios identificados *Aplicación de estrategias de producción más limpia		*Norma de vertimientos en términos de concentración y no % de remoción *100 % de cobertura	Niveles de contaminantes y de elementos químicos en rangos que no generen salinización de los suelos	Reuso de aguas Usar aguas residuales tratadas para el riego de cultivos
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	*Mayores requerimientos entes de control *Mejora el control y vigilancia *Mejora calidad del recurso hídrico		*Mayores requerimientos de caudal *Reducción de cargas contaminantes	Calidad de agua de riego afecta negativamente la productividad	Positivamente, mejorando el agua disponible para uso.
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	*Con mayor fortalecimiento técnico y administrativo * Con continuidad de procesos		*Control y seguimiento de los objetivos de calidad. *Participación en reformulación de políticas	Uso de agua de baja calidad o problemas de drenajes	Positivamente, mayor disponibilidad para otros usos
Subzonas Prioritarias	2630		2630	2603 a 2611 2627 a 2637	2603 a 2611 2627 a 2637
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	*Trabajo conjunto con empresas se servicios públicos *Fortalecimiento de institucionalidad *Ajustes normativa ambiental		*Articulación entre dependencias regionales	*Proyectos para prevención de salinización y mejora de la calidad de agua	Existen tecnologías apropiadas para implementar la estrategia
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	*Falta de información		* Falta ajustes de la norma *Falta control a los AHD	*Vertimientos que se depositan en fuentes superficiales. Mala calidad de agua	Falta de información, temor de los productores, pocas plantas de tratamientos de aguas.

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Calidad del Recurso hídrico

Interés Estratégico	Control de vertimientos industria manufacturera	Control de vertimientos industria minera	Soluciones de tratamiento de aguas residuales domésticas.	Contaminación difusa en el sector agropecuario	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	Cumplimiento de la legislación de vertimientos, mejorar la actuación de las autoridades ambientales	*Erradicar minería ilegal *Mejorar prácticas de la minería artesanal *Cumplimiento de legislación de vertimientos	Aplicación de nuevas tecnologías para aplicación de medidas de tratamiento de aguas residuales domésticas	*Desarrollo de infraestructura en el sector que disminuya contaminación *Uso eficiente de agua	Fortalecimiento a los municipios débiles en la prestación de servicio de alcantarillado y en manejo de residuos sólidos
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?					
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?			Fomentando proyectos de ciencia y tecnología	Control de contaminación Remoción de Materia orgánica en PTARs	
Subzonas Prioritarias					
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?					
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?					

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Riesgo asociado al agua

Interés Estratégico	Planeación para la localización de los asentamientos humanos.	Cobertura Natural de las rondas hídricas y de las áreas activas de inundación	Regulación hidráulica en embalses, reservorios, etc.	Otros Intereses Estratégicos	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	Mediante una articulación interinstitucional con apoyo del gobierno central, en cabeza del gobierno nacional	Debería ser prioritario y tener financiación clara	Basada en un análisis de alternativas que contemplen el entorno natural y socioeconómicos	Regulación uso del suelo, debería ser prioridad en zonas de conservación	
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	Mayor eficiencia en la prestación de servicios en la inversión del sector	Afecta la sostenibilidad de hídrica en cantidad y calidad	Mejoramiento en la oferta del recurso hídrico	Afecta la sostenibilidad hídrica	
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	Estructurando proyectos más acordes con la planificación local	Incorporando este aspectos en las inversiones que se realizan en el sector		Elaborando estudios de suelos para la implementación de obras	
Subzonas Prioritarias	2601 2630 a 2637	2630 a 2637		2630 a 2637	
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	Políticas claras y apoyo para la implementación	Que haya una visión integral de los niveles de modo que se integre este componente a la inversión y no solo sea infraestructura	Abordando los estudios que corresponden de manera integral para una articulada toma de decisiones	Contar con los estudios geológicos y del uso del suelo.	
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	Falta de voluntad política y falta de participación	No darle prioridad a los estratégico de este aspectos	Intereses de carácter político por encima del carácter técnico y social	El no ejercicio de control y las decisiones con intereses particulares sobre los colectivos.	

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Riesgo asociado al agua

Interés Estratégico	Planeación para la localización de los asentamientos humanos.	Cobertura Natural de las rondas hídricas y de las áreas activas de inundación	Regulación hidráulica en embalses, reservorios, etc.	Otros Intereses Estratégicos	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	Debe estar basada en acertados estudios técnicos respecto a la vulnerabilidad de las zonas	*Gran cobertura natural con especies nativas. * Las áreas activas de inundación deben estar libres de construcción de vivienda e industrias			
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	Afectación financiera y disponibilidad del servicio	Afectación financiera y disponibilidad del servicio			
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	Con una conceptualización correcta del tema	Teniendo todo el criterio técnico para la entrega de posibilidades de servicios			
Subzonas Prioritarias	Cuenca Alto Cauca	Cuenca Alto Cauca Cuenca R. Mendoza Cuenca R. Cali			
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	Administración técnica de la municipalidad	Una correcta dirección técnica			
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	La politiquería y la corrupción	El populismo de la administración			

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Riesgo asociado al agua

Interés Estratégico	Planeación para la localización de los asentamientos humanos.	Cobertura Natural de las rondas hídricas y de las áreas activas de inundación	Regulación hidráulica en embalses, reservorios, etc.	Otros Intereses Estratégicos	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	<ul style="list-style-type: none"> *Por fuera de áreas protegidas de interés ambiental y de áreas de recarga de acuíferos *Fuera de áreas de riesgo de inundación *En sectores con garantía de infraestructura de servicios públicos en saneamiento básico 	<ul style="list-style-type: none"> *Con cobertura de especies nativas *Áreas activas, libres de estructurales y asentamientos y ocupación 			
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	<ul style="list-style-type: none"> *Conservación del recurso hídrico-Calidad *Conservación del caudal y almacenar de acuíferos 	Mejoramiento ambiental			
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	<ul style="list-style-type: none"> *Con determinantes ambientales para el POT *Participando en el desarrollo y aprobación de los planes parciales 	Mayor control al cambio de uso del suelo			
Subzonas Prioritarias	2630				
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	Incorporación de variables ambientales dentro del POT	Determinantes ambientales en el POT			
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	Falta de articulación de los curadores con las autoridades ambientales	Falta de claridad en el cálculo de la ronda hídrica y sus usos ambientales			

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Riesgo asociado al agua

Interés Estratégico	Planeación para la localización de los asentamientos humanos.	Cobertura Natural de las rondas hídricas y de las áreas activas de inundación	Regulación hidráulica en embalses, reservorios, etc.	Otros Intereses Estratégicos	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	Debe partir de un buen diagnóstico del riesgo asociado al agua, para determinar si una zona es apta para los asentamientos	Debe ser lo más parecido a su condición natural. Áreas activas deben ser conservadas mediante obras y estructuras.	Aunque los embalses de energía no tienen función de regulación, si cumplen con esa función, la cual podría mejorar con mayor instrumentación y toma de información en tiempo real	Deforestación	
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	Demanda de comunidades por supuesta afectación de embalses en época de invierno	Mayor sedimentación a los embalses y disminución de la regulación hídrica	Se debe sacrificar más agua de embalses perdiendo regulación y energía	*Mayor volumen de sedimentos a los embalses, menor regulación natural	
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	No se afecta se viabiliza	Disminución de sedimentos en zonas agrícolas		Necesidad de embalses	
Subzonas Prioritarias	2116, 2628, 2630	2116, 2628, 2630	2628,2629,2630		
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	* Tecnología actual, imágenes satelitales * Planes para mejorar calidad de vida	*El interés y los planes de manejo del recurso hídrico	*Altos costos de mitigación de poblaciones afectadas	Consecuencias en términos de avalanchas crecientes y menor regulación natural	
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	Buen diagnóstico de las zonas no permitidas Intereses políticos de urbanización	*Falta de planeación en zonas urbanas *Falta de aplicación de sanciones drásticas	*Costos de obras de regulación, compra de terrenos, consultas previas y estudios de impacto ambiental	Costos de control de la erosión	

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Riesgo asociado al agua

Interés Estratégico	Planeación para la localización de los asentamientos humanos.	Cobertura Natural de las rondas hídricas y de las áreas activas de inundación	Regulación hidráulica en embalses, reservorios, etc.	Otros Intereses Estratégicos	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	Con base en estudios previos de inundabilidad (Riesgo bajos o mitigables)	Obedeciendo a estudios con planeación, priorización de especies nativas.	*Obedecer a un estudio hidráulico e hidrológico *Coordinado y acordado por todos los usuarios de la cuenca	Prospectiva minera sobre la cuenca del Río Uma	
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	En costos calidad en la prestación de servicios de acueducto y alcantarillado	Mejorar calidad y cantidad de agua para suministro	Caudales sostenidos para plantas de potabilización		
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	Los servicios público son orientadores de áreas aptas para el asentamiento	Contaminación por aguas residuales	Uso no racional de agua afecta los niveles del embalse		
Subzonas Prioritarias	2609				
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	Conocimiento, autoridad, normatividad, recursos	Autoridad Ambiental	Coordinación institucional		
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	*Intereses económicos privados *Falta de recursos económicos *Desconocimiento de la cuenca	Intereses económicos particulares	Dueños de tierra		

LISTA DE PARTICIPANTES



MinAmbiente
Ministerio del Ambiente
y Desarrollo Sostenible

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**



FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA Y CARIBE
TALLER DE ANÁLISIS ESTRATÉGICO MACROCUENCA MAGDALENA CAUCA
Septiembre 25/2013 – Cali - CVC

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
1. Juan Felipe Corvajal	MADS	Asesor DGIRH	jcorvajal@minambiente.gov.co	1 3323400	<i>J.F. Corvajal</i>
2. Oscar Tosse	MADS	Prof. Especializado	otosse@minambiente.gov.co	4 3108660849	<i>Oscar Tosse</i>
3. Mario Quijano Hoyos	Federación Nacional de Cafeteros	Coordinador Deptal de Asesoría Social	mario.quijano@cafede.com	2 8823256	<i>Mario Quijano</i>
4. Ruth Amparo Eraso	Vallecaucana de aguas	Prof. especializada componente ambiental	ruthapara@vallecauca.gov.co	- 3173763394	<i>Ruth Amparo Eraso</i>
5. Renardo Velosa	Gobernación/Planes	Profesional Universitario	bvelosa@valledelcauca.gov.co	2 6200000	<i>Renardo Velosa</i>
6. Maria Teresa Restrepo	Fundación Eprocesa	Asesora apoyo	materesca14@gmail.com	3165798392	<i>Maria Teresa Restrepo</i>
7. Edgair Hincapié Gómez	Genitona	Ing. suelos y aguas	ehincapie@genitona.org	3113004024	<i>Edgair Hincapié</i>
8. Omar Lengifo	Isagen	Profe. Ambiental	oelengifo@isagen.com	4 9325773	<i>Omar Lengifo</i>
9. Jairo Alfonso Torna	CVC	Ing. Planeación	jairo.alfonso@cvc.gov.co	312296780	<i>Jairo Alfonso Torna</i>
10. Rodrie Orozco	EPSA	Coordinador Ambiental	borozco@epsa.com.co	3113012526	<i>Rodrigo Orozco</i>

Unión Temporal Plan Estratégico de las Macrocuencas Magdalena, Cauca y Caribe

Valoración Económica Ambiental S.A.S.

Concept

OPTIM

LISTA DE PARTICIPANTES



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**



FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA Y CARIBE
TALLER DE ANÁLISIS ESTRATÉGICO MACROCUENCA MAGDALENA CAUCA
Septiembre 25/2013 – Cali - CVC

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
11. Jenny Velasquez	DAGMA	Profesional Especializada	jennyveo@hotmail.com	3183937770	Jenny Velasquez
12. Humberto Rodriguez	Asocoma	coordinador veeduro ambiental	hrodriguez@asocoma.org	6647902 3127902321	Humberto Rodriguez
13. Heider Soaviecha	Acuaviva	Ing. Planeación	hsoaviecha@acuaviva.com	2717300 ext 355	Heider Soaviecha
14. Carlos Cortez	Acuaviva	Director Planeación	ccortez@acuaviva.com	2717300	Carlos Cortez
15. Jairo Botero Gutierrez	Emcali	jefe departamento de gestión ambiental	jabotero@emcali.com.co	8996273	Jairo Botero Gutierrez
16. David Garcia	DAGMA	Profesional Técnico Hidrico	javinchy123@hotmail.com	6606882	David Garcia
17. Camilo Velez	DAGMA	jefe grupo recurso hidrico	Kmi1.0@hotmail.com	6606882	Camilo Velez
18. Gabriel Saldamiga	IDEAM	coordinador Grupo Evaluación	gsaldamiga@ideam.gov.co	3527160 ext 1500	Gabriel Saldamiga
19. Gustavo Eduardo Moreno	Secretaría de Planeación y Desarrollo Urbano	Profesional Esp. Gobernación	gustavomoreno23@hotmail.com	315567721	Gustavo Moreno
20. Adriana Zamora Tijes	Vallecaucana de Aguas	Profesional Componente Ambiental	adriana.zamora@vallecaucanaaguas.com	6653850 3158199553	Adriana Zamora Tijes

Unión Temporal Plan Estratégico de las Macrocuencas Magdalena, Cauca y Caribe

Valoración Económica Ambiental S.A.S.



LISTA DE PARTICIPANTES



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**



FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA Y CARIBE
TALLER DE ANÁLISIS ESTRATÉGICO MACROCUENCA MAGDALENA CAUCA
Septiembre 25/2013 – Cali - CVC

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
1. Diana A. Cardona	Correa-Chivalle	Ing. de Proyectos	diana.a.cardona@correa-chivalle.edu.co	3392345 Ext 130	<i>[Firma]</i>
2. Maritza Machado	Madrera @V8	Prof. Especialista	maritza.machado@CVC.gov.co	6206600 Ext 206	<i>[Firma]</i>
3. Diana Szibel Zúñiga	PNM - DTPA	Prof. Universitaria	diana.zuniga@pnm.unacional.edu.co	676041 Ext. 116	<i>[Firma]</i>
4. Soledad Martínez Acosta	LVC	Prof. Especialista	soledad.martinez@LVC.gov.co	6206600 Ext 203	<i>[Firma]</i>
5. Diana Y. Vargas R.	Coimagdalena	Asejera	diana.vargas@coimagdalena.gov.co	3002691932	<i>[Firma]</i>
6. Edwin Lasso E.	CRC	Jefe Oficina Asesora de Planeación	e19550@crc.gov.co	3207855487	<i>[Firma]</i>
7. AGUSTIN HERRERA M.	U.T	DIRECTOR	aherrera@ut.com	310 7632884	<i>[Firma]</i>
8. Natalia Torres Concha	U.T	Profesional Proyectos	nataliatorres@valoracionambiental.com	8059416	<i>[Firma]</i>
9. Jean Farley Sabi	CVC	Ing. Ambiental	Jean-Farley.Sabi@CVC.gov.co	6206600 Ext. 327	<i>[Firma]</i>
10. DIEGO ESCOBAR V.	COMPQUENCAS	ING. AERONOMO	DIEGOESCOBAR@HOTMAIL.COM	30041407	<i>[Firma]</i>

Unión Temporal Plan Estratégico de las Macrocuencas Magdalena, Cauca y Caribe

Valoración Económica Ambiental S.A.S.



LISTA DE PARTICIPANTES



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**



FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA Y CARIBE
TALLER DE ANÁLISIS ESTRATÉGICO MACROCUENCA MAGDALENA CAUCA
Septiembre 25/2013 – Cali - CVC

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
01. Mayra L Millán	Zona Franca del Pacífico	Asistente Sistemas de Gestión	sgestion@zonafreanodelpacifico.com	3143144773	<i>[Firma]</i>
02. Julio González V	UNGRD - SCR	Prof. Especializado	julio.gonzalez@gestiondelriesgo.gov.co	3144700382	<i>[Firma]</i>
03. Germán Zebala	ETSA	Ing. Proyectos	gzabala@etsa.com.co	312-8976772	<i>[Firma]</i>
04. Haidar Jaime R	UT Magdalena	Experto	haidar.jaime@valoracionambiental.com	3113933631	<i>[Firma]</i>
05. Lina Mataya R	UT Magdalena	Asistente	lina.mataya@magdalenas.com	3013718843	<i>[Firma]</i>
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					

Unión Temporal Plan Estratégico de las Macrocuencas Magdalena, Cauca y Caribe

Valoración Económica Ambiental S.A.S.



MEMORIA FOTOGRÁFICA



MEMORIA FOTOGRÁFICA



MEMORIA FOTOGRÁFICA



MEMORIAS DE LA SEGUNDA RONDA DE TALLERES FASE ANÁLISIS ESTRATÉGICO: Bucaramanga, Septiembre 26 de 2013

Introducción y Presentación para Motivar el Ejercicio de las Mesas de Trabajo			
<p>En este momento se contextualiza a los asistentes al taller en el proceso de formulación del plan estratégico, se hace énfasis en las fases del proceso y los espacios de disertación y construcción de consensos en las regiones y a nivel central. Se aclaran las reglas de juego para el desarrollo del taller y se motiva la realización de las mesas de trabajo presentando el proceso de modelación y los resultados del mismo. La presentación tiene por objeto aclarar el origen de la información sobre escenarios de desarrollo que se someterá a discusión en las mesas de trabajo.</p>			
ENTIDADES	ENTIDADES	OBJETIVOS DEL TALLER	AGENDA DEL TALLER
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Acueducto Metropolitano de Bucaramanga ➤ Alcaldía de Bucaramanga ➤ AUNAP ➤ Cámara de Comercio ➤ Corporación Autónoma de Santander (CAS) ➤ Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga – CDMB 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ecopetrol ➤ Federación Nacional de Pescadores ➤ MADS. Departamento de recurso hídrico ➤ Programa Desarrollo para la Paz ➤ Secretaria de Agricultura 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Desarrollar un análisis temático orientado a priorizar y precisar temas que sirvan para la construcción de los lineamientos estratégicos, teniendo en cuenta: <ul style="list-style-type: none"> • El desarrollo deseado de la Macrocuenca • La priorización de subzonas para objetivos de calidad en los principales ríos o cuerpos de agua, que permitan alcanzar el desarrollo deseado de la Macrocuenca. • Los principales usos y criterios de calidad, cantidad y disponibilidad de agua (caudal ambiental) en los grandes tramos de los ríos Magdalena y Cauca. ➤ Identificar las agendas de los actores claves en cada temática. ➤ Analizar la percepción del impacto que pueden tener las acciones de otros actores sobre sus propios objetivos. 	<p style="text-align: center;">Ruta Crítica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plan Hídrico Nacional y Socialización de la Conformación de los Consejos Ambientales Regionales de Macrocuencas – CARMAC. • Escenarios de desarrollo de la Macrocuenca y temáticas de trabajo. • Desarrollo de Mesas de trabajo • Plenaria de conclusiones

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Oferta hídrica

Interés Estratégico	Productividad por unidad de área agrícola y pecuaria.	Expansión de la frontera agrícola y pecuaria.	Cambio de cobertura natural de las subzonas estratégicas.	Prioridades de conservación de los servicios ecosistémicos (Biodiversidad, Pesca, etc.).	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	<ul style="list-style-type: none"> * Mayor productividad para reducir el impacto de las áreas. * Utilización de tecnologías o técnicas menos contaminantes. 	<ul style="list-style-type: none"> *Respetando las áreas de interés ambiental para la protección de los recursos *Planificada, considerando los beneficios de servicios ambientales respecto a la generación de ingresos del sector 	<ul style="list-style-type: none"> * A partir de los estudios de zonificación ambiental *Como resultado de una estrategia concertada en los sectores o grupos de interés 	<ul style="list-style-type: none"> * Enfatizar en acciones encaminadas a la preservación de ecosistemas estratégicos (páramos, bosque andino) que garanticen el recurso hídrico en cuando a calidad y calidad 	
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	<ul style="list-style-type: none"> * Podría tener mayor oferta y calidad del recurso * 	<ul style="list-style-type: none"> * Reduce potenciales áreas para producción 	<ul style="list-style-type: none"> * Permite un uso más eficiente del territorio 	<ul style="list-style-type: none"> * Continuidad del recurso. * Afecta la competitividad y economía de los sectores productores 	
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	<ul style="list-style-type: none"> * Mayor afectación de áreas e incorporación de contaminantes 	<ul style="list-style-type: none"> * Evitar potenciales riesgos naturales y de suministro 	<ul style="list-style-type: none"> * Optimizar el uso de los recursos 	<ul style="list-style-type: none"> * Inversión de recursos económicos * Apoyo de metodologías y buenas prácticas de producción y promoción de elementos innovadores y sostenibles 	
Subzonas Prioritarias				<ul style="list-style-type: none"> * 2319 – Río Lebrija 	
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	<ul style="list-style-type: none"> * Inserción de tecnologías con beneficios económicos y ambientales 			<ul style="list-style-type: none"> * S.B. en cuencas productoras * Adquisición de predios prioritarios 	
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	<ul style="list-style-type: none"> * Regulación de costos de insumos 			<ul style="list-style-type: none"> *Poca disponibilidad de recursos económicos *Desarrollo de actividades mineras *Aumento de actividades agrícolas 	

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Oferta hídrica

Interés Estratégico	Productividad por unidad de área agrícola y pecuaria.	Expansión de la frontera agrícola y pecuaria.	Cambio de cobertura natural de las subzonas estratégicas.	Prioridades de conservación de los servicios ecosistémicos (Biodiversidad, Pesca, etc.).	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	<ul style="list-style-type: none"> *Ajustadas a las posibilidades agroecológicas del medio *Apoyado en elementos que procuren la sostenibilidad del negocio. *Manejo de residuos, erosión, factores contaminantes. 	<ul style="list-style-type: none"> *Controlada y medida, multisectorial y eficiente * Planificada, considerando y/o ponderando los beneficios de servicios ambientales respecto a la generación de ingresos del sector 		<ul style="list-style-type: none"> * Seguimiento juicioso y capaz de integrar los elementos de productividad y economía con los de sostenibilidad y conservación * Creación de santuarios o reservas de fauna, flora y recursos conexos *Plan de desarrollo pesquero y ambiental de la cuenca del río Magdalena 	
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?				<ul style="list-style-type: none"> * Garantiza la oferta y sostenibilidad de los bienes naturales 	
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?				<ul style="list-style-type: none"> * Aumentar la gobernanza e inclusión sobre decisiones 	
Subzonas Prioritarias					
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?				<ul style="list-style-type: none"> * Incentivos, promoción y apoyo de las prácticas e implementación de elementos generadores de sostenibilidad *Que se organice una alianza entre lo público-privado y la comunidad 	
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?				<ul style="list-style-type: none"> * Desconocimiento, despreocupación y falta de regulación de las políticas *La poca voluntad política e institucional 	

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Demanda hídrica

Interés Estratégico	Reducción de pérdidas técnicas en los sistemas de abastecimiento.	Uso eficiente en el sector industrial, doméstico y agropecuario.	Soluciones de Abastecimiento (Almacenamiento, trasvase, etc.).	Localización de la actividad agrícola y pecuaria	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	*Modernización tecnológica y de capacidades * Implementar acciones que permitan reducir pérdidas de caudal en los sistemas de aducción *Reforzamiento estructural de los canales de aducción	*Enfocado en el objetivo de generar el menor impacto posible por las actividades de producción *Ajustado a las normas y disponibilidad del recurso	*Basado en estudios técnicos y posibilidades de recuperación del ambiente *Construcción del proyecto de regulación del río Toro-embalse de Bogotá que garantiza el abastecimiento a futuro para Bogotá y su área metropolitana	*Teniendo presente la clasificación de uso potencial y conflictos de uso *Permite implementar líneas de acción estratégica para evitar el aumento de la frontera agrícola	*Sectorización de las redes de distribución (IANC: 21%) *Implementación de sistemas de telemetro
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	*Facilita el control y el seguimiento *Mayor disponibilidad del recurso hídrico	*La búsqueda de menores impactos redonda en mejores prácticas, nuevas tecnologías, competitividad e innovación *Garantiza el suministro en épocas de escasez *Mayor Cobertura	*Conservación de la base natural de recursos *Mayor cobertura y garantía en la prestación del servicio	*Desarrollo de proyectos productivos más eficientes *Garantiza cantidad y calidad del recurso	
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	*Agilización en la toma de decisiones y ejecución de acciones	*Promoción de la innovación (tecnologías verdes) como elemento clave para mejorar la competitividad *Aumento de la sensibilidad y conciencia frente al tema		*Reducción de efectos nocivos para el medio natural *Menor afectación a coberturas vegetales	
Subzonas Prioritarias	* 2319 – Río Lebrija	* 2319 – Río Lebrija	* 2319 – Río Lebrija	* 2319 – Río Lebrija	
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	*Disponibilidad del recurso tecnológico y humano	*Promoción de los beneficios económicos, incentivos y aplicación de las políticas existentes *Voluntad institucional	*Inclusión del proyecto como Estrategia Nacional	* Trabajo con la comunidad rural	
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	*Resistencia al cambio, a la innovación y nuevas prácticas. *Falta de seguimiento y regulación *Poca disponibilidad de recursos	*Asignación de recursos	*Que no existan suficientes recursos para el desarrollo de toda las fases del proyecto	*El no tener definidas las líneas de acción y asignación de recursos	

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Demanda hídrica

Interés Estratégico	Reducción de pérdidas técnicas en los sistemas de abastecimiento. <u>Cómo debería ser?</u>	Uso eficiente en el sector industrial, doméstico y agropecuario. <u>¿Cómo debería ser?</u>	Soluciones de Abastecimiento (Almacenamiento, trasvase, etc.). <u>¿Cómo debería ser?</u>	Localización de la actividad agrícola y pecuaria. <u>¿Cómo debería ser?</u>	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	*Manejo de Taludes para evitar deslizamientos de los canales	*Continuar con los programas de uso eficiente y ahorro del agua en el sector doméstico y proyectarlo hacia el sector industrial			
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?					
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?					
Subzonas Prioritarias					
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?					
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?					

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Calidad del Recurso hídrico

Interés Estratégico	Control de vertimientos industria manufacturera	Control de vertimientos industria minera	Soluciones de tratamiento de aguas residuales domésticas.	Contaminación difusa en el sector	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	*Hacer cumplir la legislación existente en cuanto a vertimientos *Georreferenciado y con sistemas de información que permita identificar y verificar calidad, ubicación y volumen	* Legislar sobre el uso de sustancias peligrosas como mercurio y cianuro. Restringirlo totalmente * Tener un reglamento especial para el sector minero y petrolero	*Construcción PTAR para los municipios y construcción de pozos sépticos para las viviendas rurales *Se deben tratar los patógenos *Prohibir gradualmente la descarga de vertimientos a fuentes hídricas	*Reglamentar el uso de productos agroquímicos, vertimientos de la producción agropecuaria y la mecanización del suelo	*Fortalecer políticas o controles a los pescadores artesanales dando una protección a las especies * Vertimientos de aguas residuales de los mataderos *Vertimientos del beneficio del café, fique, trapiches y sector bocadillero
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	*Los entes encargados deben contar con personal suficiente y capacitado para hacer el control *Incorporación de recursos en mejoramiento tecnológico	* Aumento de costos por la utilización de metodologías alternativas	* No disponibilidad de recursos por parte de los entes del Estado y particulares *Reducción carga contaminante a las fuentes hídricas	* Disponer de personal para hacer seguimiento y control al sector agropecuario	*Positiva pues hay una disminución en la contaminación y preservación de las especies
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	* Menor impacto en recursos naturales * Ventajas económicas. Menor pago de tasas retributivas		* Inversión de recursos de las administraciones locales	* Implementar programas de capacitación	* Positiva realización una concientización de la población riverense para la conservación del medio
Subzonas Prioritarias			*2319 – río Lebrija		
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	* Hay suficiente normativa, sólo debe hacerse cumplir *Disponibilidad de tecnologías y existencia de incentivos	* Ya existe el interés por parte de los entes competentes (congreso) sobre el control del uso de estos productos	*Programas del Estado que fomenten la construcción de pozos sépticos y PTAR *Adecuación y reposición de alcantarillado *Convenios de administración pública (entidades)	* Se cuenta con entes de control y con el Ministerio de Agricultura para reglamentar *Disminución de agroquímicos en el agua, disminución de sólidos en suspensión y coliformes totales	* La participación de los actores como las riverenses o pescadores artesanales dándoles un valor de apropiación donde se les escuche y ejecute
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	* No disponibilidad de persona *Promulgación de políticas *Medidas de verificación débiles, incentivos al mejoramiento tecnológico	*pequeña minería legal e ilegal que continúa usando el fósforo	* Aumento de la población genera mayor carga contaminante * Recursos económicos que atentan los desarrollos en los municipios	* el interés particular en cuanto a rendimientos económicos	* El interés de la población riverense para llevar a cabo el plan estratégico

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Calidad del Recurso hídrico

Interés Estratégico	Control de vertimientos industria manufacturera	Control de vertimientos industria minera <u>¿Cómo debería ser?</u>	Soluciones de tratamiento de aguas residuales domésticas. <u>¿Cómo debería ser?</u>	Contaminación difusa en el sector agropecuario <u>¿Cómo debería ser?</u>	Otros Intereses Estratégicos
<u>¿Cómo debería ser?</u>	<ul style="list-style-type: none"> *Incentivos de reducción de vertimientos * Aumento en tasas retributivas *Prohibición de vertimientos de metales pesados *Aumentar los porcentajes de remoción en la industria *trampas de grasa *Disposición adecuada de residuos sólidos 	<ul style="list-style-type: none"> *Implementación de tasas retributivas en otros parámetros *Inversión adicional para construcción de infraestructura y posiblemente sustancias más costosas en los procesos 			<ul style="list-style-type: none"> * Apoyar a los pescadores para un desarrollo sostenible con el ecosistema acuífero
<u>¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?</u>	<ul style="list-style-type: none"> *Tener más herramientas para el manejo y control de los recursos 		<ul style="list-style-type: none"> *Ser más restrictivo 		<ul style="list-style-type: none"> * Seguimiento y control a los vertimientos delos sectores productivos
<u>¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?</u>					<ul style="list-style-type: none"> *Hacer cumplir los parámetros y las normas
Subzonas Prioritarias					
<u>¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?</u>		<ul style="list-style-type: none"> * Tener un trabajo conjunto con el Gobierno Nacional 	<ul style="list-style-type: none"> *Reglamentar los patógenos *Objetivos de calidad 		
<u>¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?</u>		<ul style="list-style-type: none"> *Falta de personal *Falta de información 	<ul style="list-style-type: none"> *No hay claridad en las normas de vertimientos 		

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Riesgo asociado al agua

Interés Estratégico	Planeación para la localización de los asentamientos humanos.	Cobertura Natural de las rondas hídricas y de las áreas activas de inundación.	Regulación hidráulica en embalses, reservorios, etc.	Otros Intereses Estratégicos	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	<ul style="list-style-type: none"> *Reglamentar criterios para la protección y medidas de la capa forestal protectora. *Reclamar cuáles son los derechos obtenidos en la tierra y el uso de ésta 	<ul style="list-style-type: none"> *Definir las rondas hídricas y criterios claros sobre la responsabilidad y prohibiciones *Reglamentarla distancia mínima de la franja forestal protectora. 			
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	<ul style="list-style-type: none"> *Positivo: Se organiza y se controla a la población y se aprovecha los recursos 	<ul style="list-style-type: none"> *Tener herramientas claras *Que se defina claramente el área a proteger y no prestar para varias interpretaciones 			
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	<ul style="list-style-type: none"> * Por parte del instituto no se aporta mucho al respecto 	<ul style="list-style-type: none"> *Seguimiento y control 			
Subzonas Prioritarias					
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	<ul style="list-style-type: none"> * legislar en el tema de protección y preservación tanto a la población como al recurso * Planeación y ejecución de medidas para la prevención de riesgos en la localización de asentamientos 	<ul style="list-style-type: none"> *que todas las fuentes hídricas cuenten con protección forestal o boscosa * La restitución de las rondas de protección y minimización de las áreas activas de inundación 			
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	<ul style="list-style-type: none"> * La falta de normas claras y de controles *Falta de recurso económico para la implementación de los planes de localización 	<ul style="list-style-type: none"> * Lo ambiguo de la norma en el tema de licencias *Que los propietarios no respeten la zona forestal protectora de las fuentes hídricas 			

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Riesgo asociado al agua

Interés Estratégico	Planeación para la localización de los asentamientos humanos.	Cobertura Natural de las rondas hídricas y de las áreas activas de inundación.	Regulación hidráulica en embalses, reservorios, etc.	Otros Intereses Estratégicos	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	*Definir el tamaño de los asentamientos y el número máximo de habitantes, teniendo en cuenta la oferta del agua *Fortalecimiento de una política que controle asentamientos subnormales en zonas de riesgo por inundación y deslizamiento	* Definir los derechos adquiridos *Segregar estas áreas en efectivas *Restitución y recuperación de rondas hídricas			
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	*Después de establecido el asentamiento, crezca sin control *La no existencia de estudios de planificación enfocados a la identificación de zonas de riesgo	*los municipios son permisivos en la invasión de las rondas hídricas por falta de control			
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	*no existe una articulación de las administraciones locales para actuaciones frente al espacio	*No hay procesos de reubicación que determinen la ocupación de cauces			
Subzonas Prioritarias	2319 – río Lebrija	2319 – río Lebrija			
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	*disponibilidad de áreas en Colombia para localizar nuevos asentamientos humanos *				
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	*Que las personas tiendan siempre a ir hacia los grandes centros urbanos *	* Legalización de las rondas hídricas en los procesos de urbanismo			

LISTA DE PARTICIPANTES



FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA Y CARIBE
TALLER DE ANÁLISIS ESTRATÉGICO MACROCUENCA MAGDALENA CAUCA
 Septiembre 26/2013 – Bucaramanga – Hotel Chicamocha

PDP

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
1. Carlos Vargas	Alcaldía de Bucaramanga	Subsecretario de Amb y Des. Sostenible	carlos.vargas.cala@gmail.com	3107786107	
2. Vivian Andrea Lago	Ecopetrol	Profesional Viabilidad Ambiental	vivian.lago@gmail.com	3115920972	
3. Leonardo Losada Saavedra	Secretaría de Agricultura	Profesional Universitario	losadasaavedra@yahoo.com	3138898426	
4. Juan Manuel Rivera Cruz	Programa Desarrollo para la Paz	Consultor	juanm.rivera03@gmail.com	3128431231	
5. Claudia Inés Gutiérrez S.	Acueducto Metrop. Bucaram.	Prof. Apoyo Gerencia	cigutierrez@amb.com.co	7 6320220 ext 705	
6. Jorge Lizcano	Acueducto Metrop. Bucaram.	Tecnología Forestal	jlizcano@amb.com.co	7 6320220 ext 710	
7. Oscar Tossé	Ministerio. Dpto Recurso hídrico.	Profesional especializado	otosse@minambiente.gov.co	3108660849	
8. Juan Manuel Pintón	ECOPETROL	Profesional Viabilidad Ambiental	juan.pinton@ecopetrol.com.co	3204288741	
9. Fabian Fantecha	Cámara de Comercio	Coordinador de Infraestructura	Fabian.Fantecha@camara-directa.com	305775089	
10. Ely Perucha	AVNAP	Directora Barranca	ely.perucha@avnapp.gov.co	3152840486	

Unión Temporal Plan Estratégico de las Macrocuencas Magdalena, Cauca y Caribe

Valoración Económica Ambiental S.A.S.



LISTA DE PARTICIPANTES



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**



**FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA Y CARIBE
TALLER DE ANÁLISIS ESTRATÉGICO MACROCUENCA MAGDALENA CAUCA
Septiembre 26/2013 – Bucaramanga – Hotel Chicamocha**

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
1. Nelson Abimeleq.	AMB	Ing. contratista.	nabimeleq@gmail.com	3107538392	
2. OSCAR Piscioth	AMB	ING. AMBIENTAL	oscar.piscioth@amb.gov.co	307403736	
3. TOMAS TORRES CAMACHO FADREJO	AMB.	Ing. Ambiental.	tomas.torres@omb.gov.co	3192128260	
4. Antonio Maruliz	FCCO/PCA	Presidente	FCCO1000@yahoo.com	345899000	
5. Rodolfo Sarria	CAS	coordinador línea de acción ambiental	vsicas@hotmail.com	3114920450	
6. Humberto Sandoval	COMB.	Profesional confesiones	humberto.sandoval@comb.gov.co	3106893842	
7. Carlos Pedraza Cortés	AUNAP.	contratista.	carlospedraza@hotmil.com	3177228169	
8. Ana Mª Peraza	UT Macrocuencas	Asistente	anamariaperaza@valdacionambiental.com	1 8059416	
9. Harold Jaime Rueda	UT Macrocuencas	Experto	haroldojr@valdacionambiental.com	3213433031	
10. Lina Matyza R	UT Macrocuencas	Asistente	lina.matyza@macrocuencas.com	3015718043	Lina M.

Unión Temporal Plan Estratégico de las Macrocuencas Magdalena, Cauca y Caribe

Valoración Económica Ambiental S.A.S.



MEMORIA FOTOGRÁFICA



MEMORIA FOTOGRÁFICA



MEMORIAS DE LA SEGUNDA RONDA DE TALLERES FASE ANÁLISIS ESTRATÉGICO: Bogotá, 30 de septiembre de 2013

Introducción y Presentación para Motivar el Ejercicio de las Mesas de Trabajo

En este momento se contextualiza a los asistentes al taller en el proceso de formulación del plan estratégico, se hace énfasis en las fases del proceso y los espacios de disertación y construcción de consensos en las regiones y a nivel central. Se aclaran las reglas de juego para el desarrollo del taller y se motiva la realización de las mesas de trabajo presentando el proceso de modelación y los resultados del mismo. La presentación tiene por objeto aclarar el origen de la información sobre escenarios de desarrollo que se someterá a discusión en las mesas de trabajo.

ENTIDADES	ENTIDADES	OBJETIVOS DEL TALLER	AGENDA DEL TALLER
<ul style="list-style-type: none"> • 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 Río Grande de la Magdalena - CORMAGDALENA • Corporación Autónoma Regional del Tolima – CORTOLIMA • CRA • Parques Nacionales 	<ul style="list-style-type: none"> • MADS • Secretaría de Ambiente • Acueducto del Tolima • UPME • Aguas del Huila • Superintendencia de Servicios Públicos • UPRA • CAEM • EMGESA • Ministerio de Vivienda • Gobernación del Tolima • Gobernación de Cundinamarca • Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres • WWF • The Nature Conservancy- TNC 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Desarrollar un análisis temático orientado a priorizar y precisar temas que sirvan para la construcción de los lineamientos estratégicos, teniendo en cuenta: <ul style="list-style-type: none"> • El desarrollo deseado de la Macrocuena • La priorización de subzonas para objetivos de calidad en los principales ríos o cuerpos de agua, que permitan alcanzar el desarrollo deseado de la Macrocuena. • Los principales usos y criterios de calidad, cantidad y disponibilidad de agua (caudal ambiental) en los grandes tramos de los ríos Magdalena y Cauca. ➤ Identificar las agendas de los actores claves en cada temática. ➤ Analizar la percepción del impacto que pueden tener las acciones de otros actores sobre sus propios objetivos. 	<p style="text-align: center;">Ruta Crítica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plan Hídrico Nacional y Socialización de la Conformación de los Consejos Ambientales Regionales de Macrocuencas – CARMAC. • Escenarios de desarrollo de la Macrocuena y temáticas de trabajo. • Desarrollo de Mesas de trabajo • Plenaria de conclusiones

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Oferta hídrica

Interés Estratégico	Productividad por unidad de área agrícola y pecuaria.	Expansión de la frontera agrícola y pecuaria.	Cambio de cobertura natural de las subzonas estratégicas.	Prioridades de conservación de los servicios ecosistémicos (Biodiversidad, Pesca, etc.).	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	*Incorporar las determinantes de los TLC	*No se debe privilegiar la expansión de la frontera agrícola. Se debe buscar mejora las áreas abiertas y cambiar pastos a agricultura	*Respetando las coberturas naturales y en especial a los páramos y humedales	*Tomar el mapa de conflictos de uso del territorio del IGAC que tiene las capas ecosistémicas	
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?					
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?					
Subzonas Prioritarias					
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?					
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?					

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Demanda hídrica

Interés Estratégico	Reducción de pérdidas técnicas en los sistemas de abastecimiento.	Uso eficiente en el sector industrial, doméstico y agropecuario.	Soluciones de Abastecimiento (Almacenamiento, trasvase, etc)	Localización de la actividad agrícola y pecuaria	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	*La CRA propone otro indicador para medir y seguir pérdidas técnicas y comerciales de los sistemas PUF (resolución 6325 de 2013) *Acompañamiento y formulación de mínimos ambientales PUEAA	*Uso industrial eficiente del agua en procesos de explotación de recursos mineros – hidrocarburos *Reuso y recirculación del agua *Usuarios deben tener estructura	*Cada sistema debe ser autosostenible y debe ser multipropósito		*Generación eléctrica *Producción de hidrocarburos no convencionales Magdalena medio/bajo *Distribución de las demandas de forma ordenada en función del caudal ambiental de cada cuenca
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	*La señal de pérdidas hace más eficientes los sistemas y permitir ser cada vez más exigente con esa señal	*Restricciones para el uso y tratamiento/disposición del recurso *Dinamiza el sector, lo vuelve más eficiente y debería verse reflejado en las tarifas			*La falta de priorización del uso del recurso hídrico no permite la explotación adecuada de los recursos
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	*Dinamiza el sector, lo vuelve más eficiente y debería verse reflejado en las tarifas	*Ejecución planes de gestión ambiental y cierre de proyecto (abandono) *Señal regulatoria que incentive el uso eficiente del agua			* Conocimiento real de la demanda de agua para producción de hidrocarburos no convencionales
Subzonas Prioritarias	2120,2701,2630,2904	2403,2502			2506,2626,2319,2805,2802,2081
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	*Aplicación tecnológica en la medición y reducción de pérdidas *Interés de los prestadores	*Normatividad			*Convencidos de PAEUA
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	*No formulación de planes de reducción de pérdidas por parte de los prestadores *Pocos recursos económicos y técnicos destinados a la reducción de pérdidas	*La falta de información clara, falta de caracterización de los impactos del recurso hídrico en la explotación de recursos mineros e hidrocarburos			*Hoy falta la información

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Demanda hídrica

Interés Estratégico	Reducción de pérdidas técnicas en los sistemas de abastecimiento.	Uso eficiente en el sector industrial, doméstico y agropecuario.	Soluciones de Abastecimiento (Almacenamiento, trasvase, etc)	Localización de la actividad agrícola y pecuaria	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	*Mejoramiento de las redes menores y optimización	*Aplicación de proceso que sean más eficientes y consuman menos recurso	*Formulación y ejecución de planes maestro de acueducto	*No se debería permitir el desarrollo de estas actividades en cuencas productoras/abastecedoras de agua.	*Distribución del recurso de forma ordenada basada en el caudal ambiental de cada zona hidrográfica *Desarrollo de proyectos hidroeléctricos (optimización potencial) *Asegurar la oferta de agua para los diferentes usos
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	*Incremento del IANC	*Habría una disminución de la presión sobre el recurso hídrico y la oferta aumenta	*Desabastecimiento de agua potable *Afecta los aportes y la disponibilidad del recurso para la generación de energía	*disponibilidad, deterioro en la calidad del recurso	
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	*Con la falta de información de faltantes en los municipios del departamento	*Cambios en los intervalos de cobro *El sector realiza un uso no consuntivo (energía)		*Definición de zonas de amenaza	
Subzonas Prioritarias	2121				
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	* Ejecutando las actividades propuestas en el PUEAA	*Campañas educativas *Señales regulatorias *Gestión de autoridades ambientales *Reducción en el costo por uso	*Inversión en la elaboración de estudios y diseños de los planes por municipio *Priorización de los usos	*Definición de zonas de ronda, de reserva, ecosistemas estratégicos, áreas de SINAP, etc.	*Priorización de los usos coordinación con MME, UPME para asegurar un aprovechamiento óptimo
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	*La no ejecución de proyectos de infraestructura	*Falta de conocimiento de los consumos y procesos *Falta de incentivos y regulación	*El proceso de selección y aprobación de recurso para la ejecución de proyectos *Conflictos por el uso del recurso	*Conflicto armado, la ampliación de la frontera agrícola, sobreexplotación	*Conflictos de uso de agua y suelo

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Calidad del Recurso hídrico

Interés Estratégico	Control de vertimientos industria manufacturera	Control de vertimientos industria minera	Soluciones de tratamiento de aguas residuales domésticas.	Contaminación difusa en el sector agropecuario	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	Unificar criterios y competencias entre las corporaciones y los entes territoriales	Que la minería respete y reconozca la importancia de la conservación del recurso hídrico			Ordenamiento y planificación minera ligada al ordenamiento territorial
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	Aumenta la efectividad en el control	Efectividad en el control de la contaminación por minería			*Falta visión integral en lo relacionado con la gestión del subsuelo *Conflicto entre autoridades ambientales , mineros y entidades territoriales *Viabilidad territorial, seguridad alimentaria y disponibilidad en cantidad y calidad del recurso hídrico * Se otorga el titulo minero antes que la licencia ambiental
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	Mejoramiento en la calidad del recurso				* Articulación entre zonificaciones ambientales *Indefinición entre determinante ambiental y asunto ambiental y la demora en reglamentación como en temas de riesgo *Traslapes y contradicciones normativos entre sectores
Subzonas Prioritarias					
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	La gestión ambiental (Comunicación y eficiencia en la cobertura)				*Política ordenamiento territorial *Evaluación ambiental estratégica para priorizar viabilidad ambiental antes de la licencia ambiental. *Sistemas de información actualizados a escala adecuada y disponible para toma de decisiones
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?	*Intereses políticos regionales y locales *Equipos técnicos en las alcaldías no especializados				*Falta articulación sectorial * Conflicto de intereses, no existe voluntad política *Minería ilegal de actores armados *Fortalecimiento de autoridades ambientales para ejercer autoridad seguimiento y control

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Calidad del Recurso hídrico

Interés Estratégico	Control de vertimientos industria manufacturera	Control de vertimientos industria minera	Soluciones de tratamiento de aguas residuales domésticas.	Contaminación difusa en el sector agropecuario	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?				Incluir restricciones económicas por países importadores de materia prima	Ordenamiento y planificación minera ligada al ordenamiento territorial
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?				Auto sostenibilidad alimentaria	*Sedimentación
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?				A través del ordenamiento por vocación de uso Incentivos para la conservación	*Delimitación de páramos y humedales *Falta posicionar visión integral del ordenamiento del territorio *Insuficiente coordinación entre diferentes actores públicos en un mismo territorio
Subzonas Prioritarias					
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?				Entender que los campesinos y las agroindustrias tienen diferentes intereses y sus instrumentos deben ser diferentes. Priorizar áreas para la reforestación	Primero exigir la licencia ambiental antes que otorgar el título minero
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?				La falta de coordinación en el ordenamiento territorial No hay incentivos para la conservación ni uso responsable del territorio.	*Legalización de minería artesanal, fortalecimiento capacidades y educación *Falta concientización masiva se impactos *No seguimiento al cumplimiento y obligaciones por parte de la minería

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Riesgo asociado al agua

Interés Estratégico	Planeación para la localización de los asentamientos humanos.	Cobertura Natural de las rondas hídricas y de las áreas activas de inundación	Regulación hidráulica en embalses, reservorios, etc.	Otros Intereses Estratégicos	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	Planeación territorial para regulación de usos del suelo, incorporando la variable riesgo	Ampliación de cobertura vegetal para zonas activas de inundación y para áreas susceptibles a desastres	Identificación y priorización de medidas estructurales y/o no estructurales para la regulación hidráulica	Articulación de instrumentos de planeación territorial que permitan coherencia en temas de riesgo	Fortalecimiento de capacidad institucional para enfrentar riesgos naturales
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?					
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?					
Subzonas Prioritarias	Toda la macrocuenca	Toda la macrocuenca		Toda la macrocuenca	
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?					
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?					

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Riesgo asociado al agua

Interés Estratégico	Planeación para la localización de los asentamientos humanos.	Cobertura Natural de las rondas hídricas y de las áreas activas de inundación	Regulación hidráulica en embalses, reservorios, etc.	Otros Intereses Estratégicos	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	Inclusión de decisiones a partir de conocimientos del riesgo en el territorio como determinante de superior jerarquía, el POMCA y posteriormente el POT	Lineamientos para recuperación de zonas de ciénagas y humedales a desarrollar por POMCA	Lineamientos para obligatoriedad de definición de zonas de ronda hídrica		
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?	Disminución de áreas afectadas y que el fenómeno natural desencadene un desastre				
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?	Articulación interinstitucional, apoyo en la zonificación de amenaza y riesgo a nivel de POT				
Subzonas Prioritarias	2502- Bajo San Jorge-La Mojana				
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	*Sensibilización a gobernaciones y entes territoriales, para la incorporación del riesgo en los POT * Desarticulación interinstitucional.				
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?			Falta de fortalecimiento de capacidad institucional para enfrentar riesgos naturales		

Mesas de trabajo y Plenaria de conclusiones

Los participantes organizados en grupos analizan las temáticas. Se exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las mesas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. Las conclusiones son validadas por los participantes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión quedan plasmados en los formatos de análisis.

Riesgo asociado al agua

Interés Estratégico	Planeación para la localización de los asentamientos humanos.	Cobertura Natural de las rondas hídricas y de las áreas activas de inundación	Regulación hidráulica en embalses, reservorios, etc.	Otros Intereses Estratégicos	Otros Intereses Estratégicos
¿Cómo debería ser?	En los planes de ordenamiento territorial POT se debe tener en cuenta los determinantes ambientales sobre la gestión de riesgo que se definan en los POMCA	*Lineamiento para recuperación de ciénagas y humedales desarrollados por el POMCA. *Obligatoriedad de definición de las zonas de ronda	Fortalecimiento de capacidades institucional para afrontar a riesgos naturales		
¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico?					
¿Cómo afecta el alcance del interés estratégico?					
Subzonas Prioritarias					
¿Qué facilita el alcance del interés estratégico?	Lineamientos claves que desde la macrocuenca se definan a los POMCA.				
¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?					

LISTA DE PARTICIPANTES



FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA Y CARIBE
TALLER DE ANÁLISIS ESTRATÉGICO MACROCUENCA MAGDALENA CAUCA
Septiembre 30/2013 – Bogotá – CAR

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
1. Ismael Gómet	ASOCARS	Asesor Regional	ismael.gomet@asocars.org.co	311414433	
2. David Ojeda	ASOCARS	Asesor Regional	david.ojeda02@hotmail.com	3152904644	
3. Sabina Tolero	UPME	Prof. Especializado	sabina.tolero@upme.gov.co	3204495420	
4. Eduardo Rodríguez	Gov del Tolima	Sec. de Ambiente	eduardorodriguezorjuel@hotmail.com	3132916760	
5. Juan Felipe Canojal	MinAmbiente	Contratista	jcanojal@minambiente.gov.co	3323400	
6. Jose Luis Góthlo	ASOCARS	Contratista	jose.novoa@asocars.org	3203396229	
7. Agustín Herrera	UT	director	aherrera005@yahoo.com	3107633284	
8. Javier Herrera	Superservicios	Prof. Especializado	jherrera@superservicios.gov.co	300210628	
9. Julio del Valle	UT	Infraestructura	juliodelvalle.rueda@gmail.com	3214472588	
10. Sandra Leyva	UPME	Prof. Especializado	sandra.leyva@upme.gov.co	3133236548	

Unión Temporal Plan Estratégico de las Macrocuencas Magdalena, Cauca y Caribe

Valoración Económica Ambiental S.A.S.

ECconcept

P.P.T.M.

LISTA DE PARTICIPANTES



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente,
Urbanismo y Sostenibilidad

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**



FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA Y CARIBE
TALLER DE ANÁLISIS ESTRATÉGICO MACROCUENCA MAGDALENA CAUCA
Septiembre 30/2013 – Bogotá – CAR

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
1. Javier Belancur	Min Vivienda	Prof. gestión de riesgos	jbelaucur@minvivienda.gov.co	317 416 2658	
2. Monw-Andrés Durán	Corpachivivir	Técnico apoyo recibo técnico	andresduranmatos@wotmat.com	3208056340	
3. Magda Lucéret	CAR	Prof. PONCAJ	mluceret@car.gov.co	3144744817	
4. Maryony Cordeallo	CAR	Tecn. PONCAJ	mcardeallo@car.gov.co	3123753574	
5. Ana María Pérez	ENGEIA	Prof. Regulación Ambiental	aperez@engesa.com.co	3203026160	
6. Nestor Lozano	EDAT Tolima	COORDINADOR	nestor_lozano_29@telecom	3123783888	
7. Saul Usma	WWF	Coordinador Agua dulce	jsusma@wwf.org.co	31346597	
8. Marcela Jerez	SSPD	Coordinadora Grupo Sectorial	mj.jerez@superintendencia.gov.co	6713007 2922	
9. Marcela Guerrero	UNEPD-SCR	Profesional Especializado	marcela.guerrero@gestiondelriesgo.gov.co	3003672072	
10. Andrés Escobar	UT Macrocuenca Magd-Cauca y Caribe	Especialista Económico	andres_escobar@conceptos.com	675-8300	

Unión Temporal Plan Estratégico de las Macrocuenca Magdalena,
Cauca y Caribe

Valoración Económica Ambiental S.A.S.



LISTA DE PARTICIPANTES



MinAmbiente
Ministerio del Ambiente
y Desarrollo Sostenible

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**



FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA Y CARIBE
TALLER DE ANÁLISIS ESTRATÉGICO MACROCUENCA MAGDALENA CAUCA
Septiembre 30/2013 – Bogotá – CAR

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
1. Ramón Leal	Asocars	Director	ramon.leal2@asocars.org.co	1 3172111	
2. Camilo Melo	Asocars	Asesor	camilo.melo@asocars.org.co	1 3172888	
3. Edith Carrieno	Asocars	Asesora Regional	edith.carrieno@asocars.org.co	317561428	
4. Mauricio Bayona	Min. Ambiente	Asesor	maubayona@yahoo.com	316690071	
5. Jhon Jairo Trujillo	Aguas del Huila	Gerente	gerencia@aguasdelhuila.gov.co	315852390	
6. Federico Gonzalez	CRA	Contratista	fgonzalez@cra.gov.co	4873820	
7. Julio Cesar Skinner <small>(Cooperación Ambiental)</small>	CAEM empresarial	Ing. Ambiental	julioskinner1@gmail.com	318852537	
8. Zorairo Cueva	UPRA	Profesional	zorairo.cueva@upra.gov.co	31026702	
9. Hector Herrera	UPME	Profesional Espe.	hector.herrera@upme.gov.co	311879073	
10. Julian Serna	Asocars	Asesor	jserna1@hotmail.com	3174371719	

Unión Temporal Plan Estratégico de las Macrocuencas Magdalena,
Cauca y Caribe

Valoración Económica Ambiental S.A.S.



LISTA DE PARTICIPANTES



FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUCIENNA MAGDALENA-CAUCA Y CARIBE
TALLER DE ANÁLISIS ESTRATÉGICO MACROCUCIENNA MAGDALENA CAUCA
Septiembre 30/2013 – Bogotá – CAR

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
1. Carlos Alberto Franco	Asocars	Contratista	carlos.franco@asocars.org.co	3173820806	<i>[Signature]</i>
2. Ana Castellanos	UPRA	Contratista	ana.castellanos@upra.gov.co	3142206916	<i>[Signature]</i>
3. Carmen Condeño	WWF	Directora Conservación	cconde@wwf.org.co	3137659829	<i>[Signature]</i>
4. Alejandra Forero	CAR	Técnico Administrativo	aforero@car.gov.co	32091000 ext 1340	<i>[Signature]</i>
5. Javier Gonzalez	Emgosa	Profesional PMA	jgonzalez@emgosa.com.co	2190330	<i>[Signature]</i>
6. Oscar Bernal	Corpoboyaca	Profesional especial	obernal@corpoboyaca.gov.co	3006697321	<i>[Signature]</i>
7. Jose Yonis	TNC	Representante	jyonis@tnc.org	3178309159	<i>[Signature]</i>
8. <i>[Signature]</i>	US	Consultor	<i>[Handwritten email]</i>	3158218	<i>[Signature]</i>
9. Josen Geronimo Arias Cubides	CORTOLIMA	Prof. Univ. of. Planeación	josen.arias@cortolima.gov.co	3108071671	<i>[Signature]</i>
10. <i>[Signature]</i>	EPAT SA - Abasco Tolima	Contratista de	lili.arias@egmait.com	3124359706	<i>[Signature]</i>

Unión Temporal Plan Estratégico de las Macrocuenas Magdalena, Cauca y Caribe

Valoración Económica Ambiental S.A.S.

EC oncept

PPTM

LISTA DE PARTICIPANTES



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente,
Territorio y Desarrollo

PROSPERIDAD
PARA TODOS



FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA Y CARIBE
TALLER DE ANÁLISIS ESTRATÉGICO MACROCUENCA MAGDALENA CAUCA
Septiembre 30/2013 – Bogotá – CAR

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
1. Alejandro Basotia	Gobernación de Cauca	Profesional	subgotha@cuca.gov.co	7491431	[Firma]
2. Gisela Pareces	Parques Nacionales	Profesional Proj. Territorial	gisela.pareces@parquesnacionales.gov.co	3002441303	[Firma]
3. Lince Montoya	UT	Profesional Proyectos	lincomontoya@macrocuencas.com	3013718843	Lino M
4. Natalia Torres	UT	Profesional Proyectos	metalaforas@valoracionambiental.com	3118562024	Natalia T
5. Ana M ^a Perota D.	UT	Profesional en Proyectos	anamaperota@valoracionambiental.com	3005463005	[Firma]
6. Edisney Silva	CATM	Jefe Oficina Planeación	esilva@cam.gov.co	3138865482	[Firma]
7. Diana Y. Vargas R.	Comagdalena	Asesora	diana.vargas@comagdalena.gov.co	3002691932	[Firma]
8. William Henao	UPME	Ing. Civil	whenao@gmail.com	3108137353	[Firma]
9. Cristina Barragan	MADS	Prof. Especializado	mcbarra@madmambiente.gov.co	3323406 ext 1132	[Firma]
10. Anita Bello	Secretaría de Ambiente	Prof. Especializado	anita.bello@ambientebogota.gov.co	3778854	[Firma]

Unión Temporal Plan Estratégico de las Macrocuenca Magdalena, Cauca y Caribe

Valoración Económica Ambiental S.A.S.



MEMORIA FOTOGRÁFICA



MEMORIA FOTOGRÁFICA



MEMORIA FOTOGRÁFICA



3.11 ANEXO 2. MANUAL DEL MODELO INTEGRADO.

3.11.1 Descripción y fundamentos teóricos que soportan el modelo

DINÁMICA DE SISTEMAS:

La dinámica de sistemas es un acercamiento al análisis y diseño de políticas mediante el uso de computadores y paquetes de software especializados (Society, 1999/2011). Este campo es aplicado a problemas dinámicos que surgen en sistemas complejos sociales, económicos y ecológicos, o cualquier sistema en donde sus elementos se caracterizan por tener interdependencia, interacciones mutuas, retroalimentación de información y causalidades circulares (Richardson, 1999). Este enfoque experimental basado en simulación fue creado por el ingeniero Jay W. Forrester y definido en su libro *Industrial Dynamics* como el estudio de las características de la realimentación de información en la actividad industrial para mostrar cómo la estructura organizacional, la amplificación en políticas, y las demoras de tiempos en decisiones y acciones, interactúan para influenciar el éxito de una empresa (Forrester, *Industrial Dynamics*, 1961).

Frente a lo anterior emerge la complejidad dinámica, cuyo surgimiento es atribuido a las tipologías de un sistema (Sterman, 2000). El profesor John Sterman resalta que en los sistemas dinámicos, gobernados por realimentación, caracterizados por acumulaciones e intercambios, contraintuitivos y no lineales (los efectos no son proporcionales a las causas) se evidencia la complejidad dinámica, y esto permite el uso del campo de la Dinámica de Sistemas para analizarlos.

Para empezar el acercamiento de Dinámica de Sistemas a un problema se debe tener en cuenta ciertos aspectos y conceptos fundamentales como las reglas generales del juego, la retroalimentación, la dominación de ciclos, el punto de vista endógeno, los niveles y flujos (Richardson, 1999). A continuación, se habla de las reglas generales del juego para implementar la dinámica de sistemas:

- Definir los problemas dinámicamente, en términos de variables y su evolución.
- Tener un enfoque endógeno, donde el comportamiento del sistema es afectado por los elementos que lo componen y no por su entorno.
- Identificar la frontera del modelo.
- Considerar todos los conceptos como cantidades interrelacionadas en ciclos de información con causalidades circulares.
- Identificar las acumulaciones (niveles) y los respectivos flujos que los afectan.
- Formular modelos expresados como ecuaciones diferenciales no lineales utilizando simuladores computacionales.
- Cumplir con la propiedad de equilibrio o de estado estable en un modelo continuo.

Dado lo anterior, es imperativo entrar a detallar los conceptos fundamentales de este campo para poder comprender adecuadamente su implementación. Primero, se define la realimentación de las variables. Los diagramas de ciclos causales son la herramienta utilizada por la dinámica de sistemas para conceptualizar la estructura de un sistema complejo (Sterman, 2000).

Un ciclo de realimentación existe cuando información resultante de un evento recorre el sistema y vuelve a su originador influenciando futuros eventos (Richardson, 1999). Existen dos tipos de ciclos donde el signo del ciclo determina su polaridad (Sterman, 2000):

- Ciclos de Refuerzo (R: Ciclo Positivo): Cuando un ciclo robustece el evento inicial, es decir, aumenta o disminuye significativamente una variable determinada. Éstos son fuentes de crecimiento acelerado o colapso, amplifican las desviaciones y refuerzan el cambio.
- Ciclos de Balance (B: Ciclo Negativo): Cuando un ciclo se opone al evento inicial, es decir, balancea el valor de una variable determinada. Estos son fuente de balance y equilibrio.

Los procesos causales de realimentación de refuerzo y balance son desequilibrantes y desestabilizantes, y combinados son los que forman los patrones de la dinámica de sistemas (Richardson, 1999). La dominación de los ciclos mencionados no sólo es explicada por su polaridad, sino por la estructura activa y la capacidad del sistema complejo de cambiar en el tiempo. Esta propiedad viene del sistema de ecuaciones no lineales, y esto amplifica el dominio de la realimentación en este campo. Sólo este tipo de modelos puede alterar endógenamente la estructura de un sistema y otorgar un poder explicativo a los ciclos causales (Richardson, 1999). Desde esta perspectiva, la habilidad de las ecuaciones no lineales para generar cambios en la dominación de los ciclos y capturar la naturaleza cambiante de la realidad es la razón fundamental para modelar con esta herramienta el comportamiento de sistemas sociales (Richardson, 1999).

- Diagrama Causal: Un diagrama causal es una herramienta para mostrar la estructura y las relaciones causales de un sistema para entender sus mecanismos de realimentación en una escala temporal.

Los elementos básicos son las variables y los enlaces o flechas.

Una variable es una condición, una situación, una acción o una decisión que puede influir en, o puede ser influida por, otras variables. Una de los puntos fuertes de los Diagramas Causales es su capacidad de incorporar variables cualitativas, también llamadas variables soft.

El segundo elemento de los Diagramas Causales son las flechas o enlaces que expresan una relación de causalidad o de influencia entre dos variables, de forma que una variación en el origen de la flecha produce un cambio en la variable destino.

Origen —————> Destino

Flechas, relaciones causales o relaciones de influencia.

Existen dos tipos de influencias: positiva y negativa. El carácter de la relación se expresa asociando un signo a la flecha. En la siguiente figura se representa una relación de influencia positiva. Ello significa que ambas variables cambian en el mismo sentido: si la variable A aumenta (o disminuye), la variable B también aumenta (o disminuye).

A —————> B
+

Relación de influencia positiva.

En la figura a continuación, se representa una relación de influencia negativa. El signo negativo indica que las variables de los dos extremos de la flecha varían en sentido opuesto: si la variable A aumenta (o disminuye), entonces la variable B disminuye (o aumenta).



Relación de influencia negativa.

Otro aspecto fundamental de la Dinámica de Sistemas es tener un punto de vista endógeno en la estructura del modelo. Esto dicta que los eventos exógenos a lo sumo son detonantes del comportamiento del sistema, pero las causas que generan los cambios relevantes provienen de la estructura misma y sólo ellos determinan el comportamiento (Richardson, 1999). Al tomar este punto de vista se exponen las tendencias de compensación de los sistemas sociales y se encuentra que las fuentes de dichos comportamientos son resultados de la interacción de los elementos del sistema y no de variables extremas (Society, 1999/2011).

Los aspectos mencionados anteriormente se condensan bajo los conceptos de niveles y flujos. Los niveles representan acumulaciones (*stocks*). Los flujos son las tasas de cambio, los cuales llenan o desocupan los niveles, y pueden ser de entrada (*inflow*) o de salida (*outflow*). Adicionalmente se cuenta con variables auxiliares o convertidores, los cuales modifican los flujos. Estos son útiles para desagregar y romper en detalles la lógica del modelo, calcular relaciones algebraicas, o ser constantes utilizadas para calcular el valor de un flujo (Olaya, 2005). Al contrario de los niveles, los convertidores no acumulan nada. Por último se tienen los conectores, los cuales pasan información de niveles a convertidores, de niveles a reguladores de flujos, de reguladores de flujos a reguladores de flujos, de reguladores de flujos a convertidores, de convertidores a reguladores de flujos y de convertidores a otros convertidores (Olaya, 2005).

Para sintetizar los conceptos anteriores se puede decir que los niveles y flujos se apoyan en la continuidad del modelo para demostrar que el comportamiento del sistema es determinado por la estructura de éste, la cual es completamente endógena y proviene de él mismo. Esto implica que los problemas que surgen de sistemas sociales no se derivan de las personas que toman las decisiones sino de las interacciones que los elementos de dicho sistema tienen.

Manteniendo presente lo anterior, se continúa por examinar los diferentes comportamientos genéricos en la modelación de dinámica de sistemas. Primero, Forrester crea un marco de referencia para la estructuración de un sistema, de acuerdo a una jerarquía, de tal forma que captura la esencia de la dinámica de sistemas (Forrester, Urban Dynamics, 1969):

- Frontera cerrada de su entorno
 1. Niveles
 2. Flujos
 - a. Objetivos
 - b. Condiciones observadas
 - c. Discrepancias entre valores reales y observados

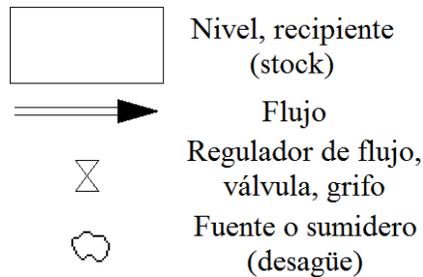
d. Acciones correctivas

- Diagramas de Forrester: Una de las características distintivas de la Dinámica de Sistemas son los Diagramas de niveles y flujos, más conocidos como Diagramas de Forrester. Junto con la realimentación, los conceptos fundamentales de la Dinámica de Sistemas son los recipientes (stocks), llamados niveles, y los flujos.



Diagrama de Forrester elemental.

Esta convención de niveles y flujos fue creada por el propio Jay Forrester basándose en una metáfora hidrodinámica: el flujo de entrada y salida de agua en una bañera o recipiente. De forma que la cantidad o nivel de agua de la bañera es la acumulación de agua que entra a través del grifo menos el agua que sale por el desagüe. En la anterior se representa esta analogía según la notación propia de los Diagramas de Forrester que se muestra a continuación:



Notación básica de los Diagramas de Forrester.

Un Diagrama de Forrester que compone de diferentes elementos que pueden tener distinta naturaleza según el comportamiento que representen, son cuantitativos porque poseen un valor numérico en una determinada magnitud y pueden ser internos o exógenos al sistema. Estos elementos pueden ser variables o parámetros (o coeficientes).

- Representación matemática:

Detrás de esa metáfora hidrodinámica se esconde una estructura matemática precisa e inequívoca. Justamente el mérito de Jay Forrester ha sido enmascarar el aparato matemático del cálculo diferencial propio de los sistemas de control para facilitar la comprensión y manejo de los modelos de simulación dinámica.

Los niveles acumulan sus flujos, por tanto, un nivel será la integral de sus flujos. Si tomamos como referencia la variable Nivel mostrada en el Diagrama de Forrester elemental, tenemos que:

$$Nivel(t) = \int_{t_0}^t [Entrada(t) - Salida(t)]dt + Nivel(t_0)$$

En consecuencia, la variación neta de un nivel será la derivada con respecto al tiempo:

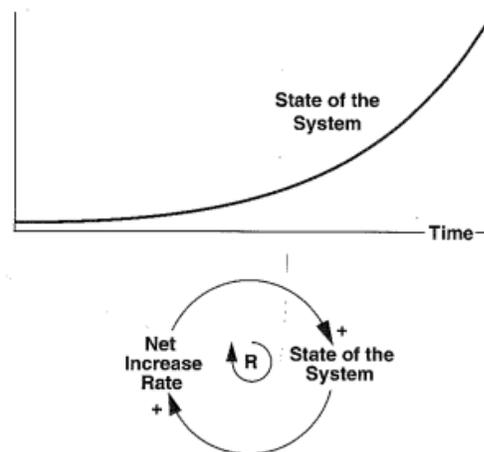
$$\frac{d[Nivel(t)]}{dt} = Entrada(t) - Salida(t)$$

En general, los flujos son función del propio y/o de otros niveles ajustados con coeficientes o parámetros.

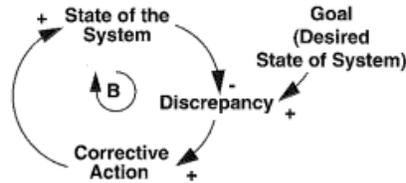
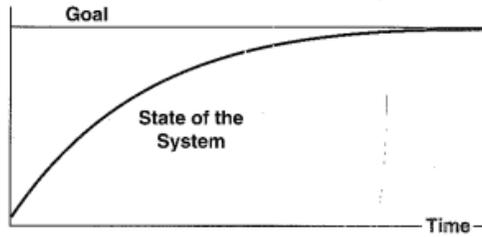
En definitiva, el modelo matemático encerrado en un Diagrama de Forrester es un sistema de ecuaciones diferenciales que generalmente no se puede solucionar analíticamente, por ello para generar el comportamiento del sistema a lo largo del tiempo se utilizan métodos computacionales de simulación.

Ahora de acuerdo con la estructura de Forrester, Sterman define seis diferentes comportamientos genéricos que se pueden evidenciar en los sistemas modelados: Comportamiento Exponencial, Comportamiento Regulado, Crecimiento en forma de "S", Oscilación, Crecimiento en forma de "S" con rebosamiento, Rebosamiento y Colapso.

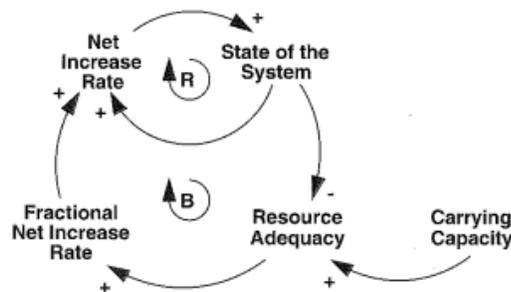
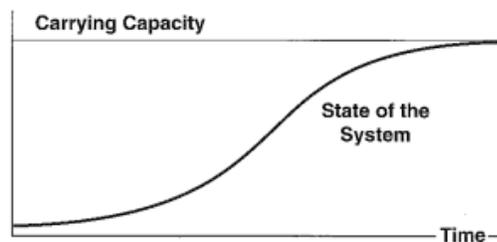
- Comportamiento Exponencial: Este comportamiento emerge de un ciclo de realimentación de refuerzo en donde mientras más aumenta el estado del sistema, más aumenta el cambio neto, conllevando a un crecimiento acelerado, esto implica que el cambio neto depende de la acumulación actual del sistema. Igualmente, este comportamiento puede ser negativo, en donde el sistema decrece exponencialmente con el mismo ciclo de refuerzo (Sterman, 2000).



- Comportamiento regulado: Este comportamiento es dominado por un ciclo de balance, el cual busca balance y equilibrio. El ciclo actúa de tal forma que dirige al sistema a un estado deseado, o a un objetivo. Por una parte, se tiene un comportamiento regulado, el cual crece o decrece cada vez menos, dependiendo del estado del sistema. Por otra parte, el sistema es continuamente comparado con un objetivo, y si existe alguna discrepancia (la diferencia entre el objetivo y el estado actual), el sistema aplica una acción correctiva para acercarlo a éste (Sterman, 2000).

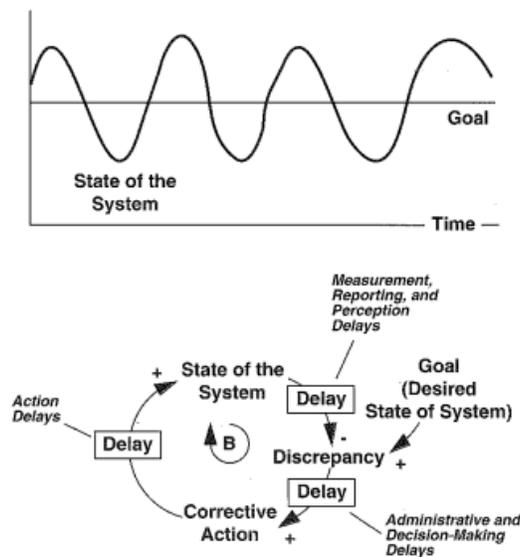


- Crecimiento en forma de "S": Ninguna cantidad real puede crecer (o decrecer) para siempre, con el tiempo una o más restricciones, detienen el crecimiento. Un modo de comportamiento comúnmente observado en sistemas dinámicos es el crecimiento en forma de "S". Este crecimiento es exponencial al principio, pero luego disminuye gradualmente hasta que el estado del sistema alcanza un nivel de equilibrio. La forma de la curva asemeja una "S" estirada. Para comprender la estructura subyacente del crecimiento en forma de "S", es útil usar el concepto ecológico de *capacidad de carga*. La capacidad de carga de cualquier hábitat es el número de organismos de un tipo particular que puede soportar y es determinada por los recursos disponibles en el medio ambiente y las necesidades de recursos de la población. Como la capacidad de carga es el límite superior al que puede extenderse una población, los recursos per cápita disminuyen reduciendo así la tasa de crecimiento fraccional neta hasta que hay suficientes recursos per cápita para equilibrar los nacimientos y las muertes, en este punto, la tasa de crecimiento neto es cero y la población alcanza el equilibrio (Sterman, 2000).

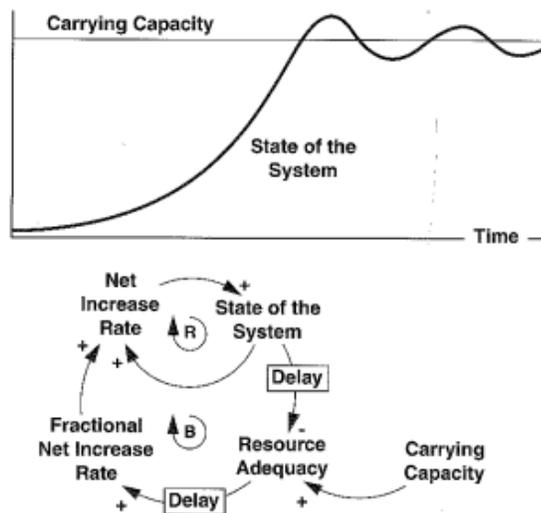


- Oscilación: Este comportamiento se encuentra persiguiendo una meta, con la diferencia que éste tiene unas demoras asociadas. Constantemente el estado del sistema es comparado

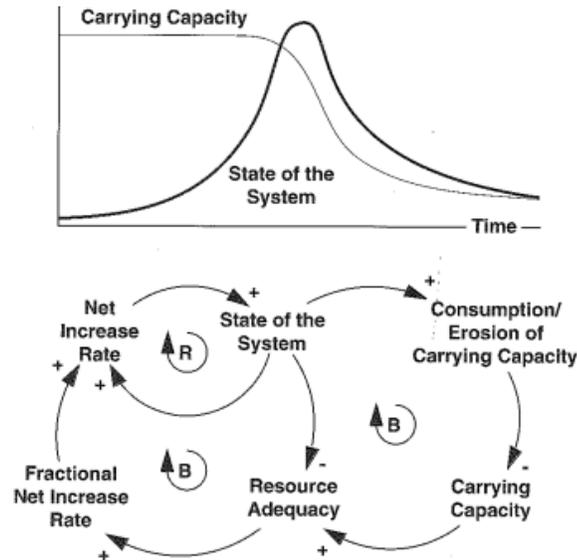
con una meta o estado deseado y la discrepancia entre estos genera una acción correctiva para igualarlos. Sin embargo, las demoras asociadas, como lo es el tiempo asociado para medir la situación o el tiempo que transcurre para tomar una decisión, generan un rebosamiento y colapso continuo que se refleja en una oscilación del estado del sistema. Este comportamiento es explicado por la presencia de demoras en el ciclo, el cual permite que la acción correctiva continúe, incluso luego que el estado ya haya alcanzado su meta, ocasionando un rebosamiento, lo cual lleva a un colapso, y así sucesivamente (Sterman, 2000).



- Crecimiento en forma de "S" con rebosamiento: El crecimiento en forma de "S" requiere realimentaciones negativas que limiten el crecimiento rápido a medida que se aproxime a la capacidad de carga. A menudo, sin embargo, hay demoras de tiempo significativas en esos ciclos negativos. Las demoras en los ciclos negativos conducen a la posibilidad de que el estado del sistema pueda rebosarse y oscilar alrededor de la capacidad de carga (Sterman, 2000).



- Rebosamiento y colapso: Para este caso, se tiene un comportamiento con las mismas características del crecimiento en S, pero difiere en la medida que la capacidad de carga es consumida por el estado del sistema. Es decir, mientras más aumenten las variables, más disminuye la capacidad de carga, este consumo genera un segundo ciclo de balance que afecta al disponibilidad de los recursos, de tal forma que el estado aumenta exponencialmente hasta que la capacidad de carga lo permite, y luego este colapsa debido a la escases de recursos (Sterman, 2000).



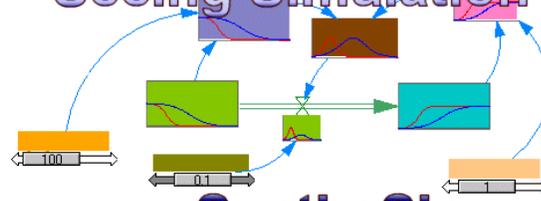
3.11.2 Requerimientos técnicos y tecnológicos para usar el modelo

El software de simulación empleado para la modelación de Dinámica de Sistemas fue Vensim® PLE PLUS for Windows Version 6.2 (x32). La selección de este software se basó en el fácil acceso al programa y en la interfaz amigable que permitieron el práctico desarrollo del modelo de simulación.

Para acceder al software se debe ingresar a la página: <http://vensim.com/> la cual mostrará la página de inicio de Vensim®:

Seeing Simulation with SyntheSim

Industrial strength simulation software for improving the performance of real systems. Vensim's rich feature set emphasizes model quality, connections to data, flexible distribution, and advanced algorithms. Configurations for everyone from students to professionals. [Read More](#)

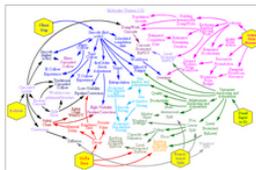


PURCHASE

DOWNLOAD

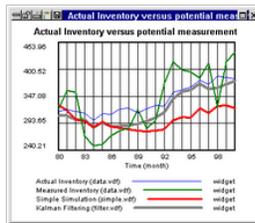
Real Dynamics

Fourteen reasons to move up from spreadsheets [Read More](#)



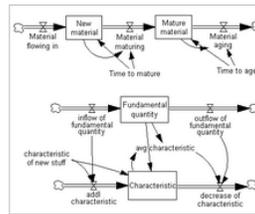
Applications

Vensim can be used to solve a variety of problems. [Read More](#)



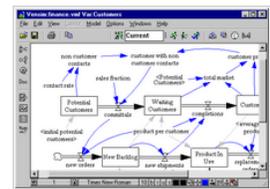
Courses

Ventana offers courses in system dynamics and Vensim. [Read More](#)



Resources

Browse our list of resources related to system dynamics and Vensim. [Read More](#)



Una vez en la página principal de Vensim® se debe dar clic en el botón *Download* el cual remitirá a la página de descargas: <http://vensim.com/download/>

Download Vensim® Software

[Home](#) \ [Download Vensim® Software](#)

SEARCH

Contents

- [1. Current Version: 6.2](#)
- [2. Documentation](#)

Current Version: 6.2

All Vensim configurations are available by download and can be upgraded online. New purchases of Vensim Professional and DSS are available by contacting [Ventana Systems](#), using the order links below, or from our [international distributors](#). [Pricing for Vensim](#), [Installation instructions](#).

Download Licensed software

If you have already purchased Vensim, you can download from here. Enter the registration code you were sent by email or that appears the back of your CD dust jacket. You will be offered the most current software you qualify for. You will be told if you need to upgrade or extend your maintenance to receive the newest version. If you have previously updated be sure to enter the most recent registration code you have.

Free Downloads

Vensim PLE (Evaluation or Educational), Vensim Model Reader, Molecules

Site Map

- [Allocation by Priority](#)
- [Applications of Vensim](#)
- [Causal Tracing™](#)
- [Comparison Chart for Vensim Configurations](#)
- [Contact Us](#)
- [Courses](#)
- [Documentation](#)
- [Download Vensim® Software](#)
- [FAQ](#)
- [Fourteen reasons to trade in your spreadsheet](#)
- [Free Downloads](#)
- [Home](#)
- [Literature](#)
- [Modeling with Molecules 2.02](#)
- [Molecules Copyright and License](#)
- [News](#)
- [Optimization](#)
- [Portuguese Documentation](#)
- [Privacy Policy](#)

En esta página, se debe dar clic sobre el botón *Download Licensed software*, el cual habilitará la descarga de Vensim® PLE PLUS, toda vez que se haya comprado la licencia y se tenga el código de registro que Vensim envía por correo electrónico.

En caso de no haber comprado la licencia, Vensim® también permite realizar la descarga gratuita de una versión académica de su software durante un tiempo de uso limitado de 60 días. Para acceder a dicha versión, se debe dar clic sobre el botón *Free Downloads*, el cual redireccionará a la página de descargas de la versión libre:

Free Downloads

[Home](#) \ Free Downloads

SEARCH >

Contents

1. [Current version: 6.2](#)
2. [Return to the McGraw-Hill Business Dynamics page \(if you came from there!\)](#)

Current version: 6.2

- Vensim PLE is free for personal or educational use and for limited time evaluation. [Commercial or government use requires purchase of a license.](#)
- The Vensim Model Reader may be distributed for free with your models (including commercial use).
- **When you're done downloading, check out our new getting-started videos, [Building a Simple Vensim Model](#) and [Running models with Vensim PLE and the Model Reader](#).**

Choose a Product and Platform:

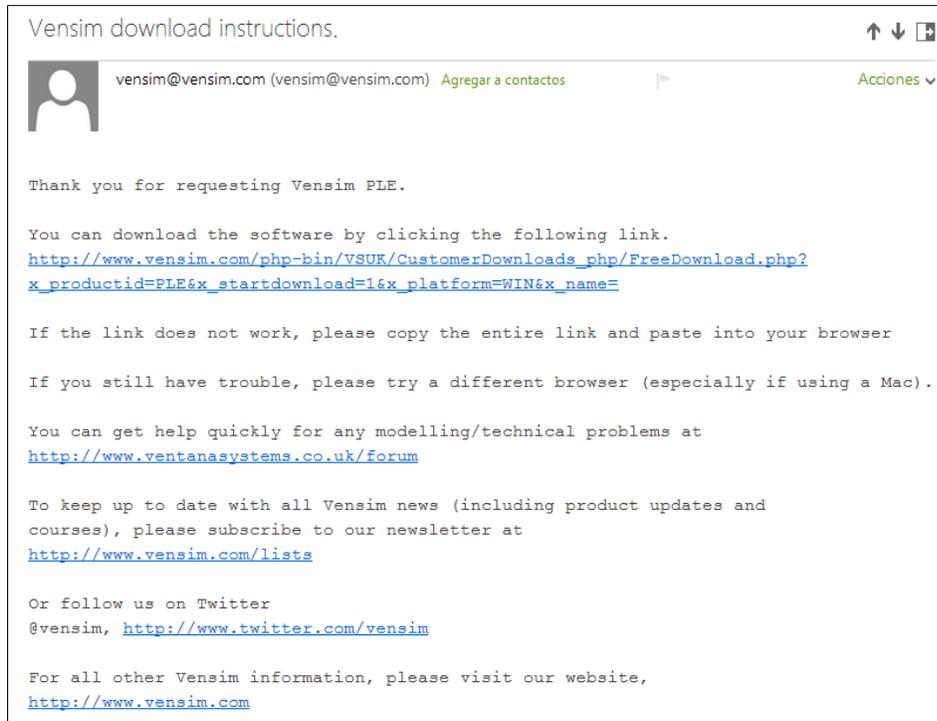
Anti-spam	<input type="checkbox"/>	Please tick this box
Product	<input checked="" type="radio"/> Vensim PLE 6.2 <input type="radio"/> Vensim PLE 5.11A <input type="radio"/> Model Reader	
Platform	<input checked="" type="radio"/> Windows (XP/Vista/7) <input type="radio"/> Macintosh OSX (10.4+)	
Vensim newsletter	<input checked="" type="checkbox"/> Subscribe Name <input type="text"/> PLEASE NOTE: DOWNLOAD INSTRUCTIONS WILL BE EMAILED TO YOU, A FAKE EMAIL ADDRESS HERE WILL NOT WORK. Email address <input type="text"/> Retype email address <input type="text"/> The Vensim newsletter is used for announcements of software updates, courses, and related information. Frequency is low – typically quarterly – and addresses are never shared.	

Download software

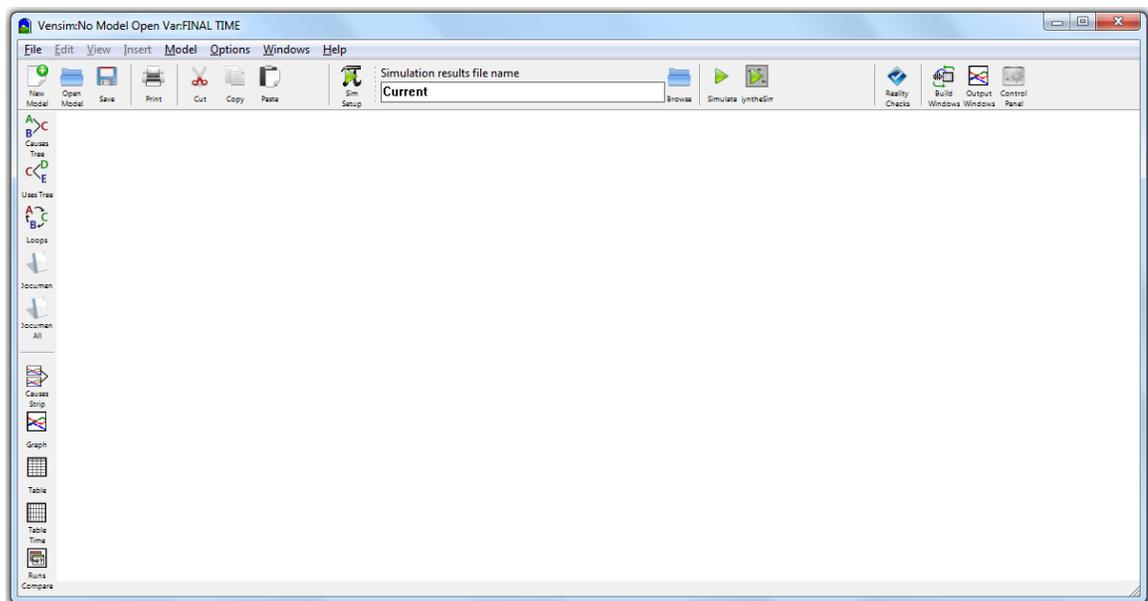
Site Map

- [Allocation by Priority](#)
- [Applications of Vensim](#)
- [Causal Tracing™](#)
- [Comparison Chart for Vensim Configurations](#)
- [Contact Us](#)
- [Courses](#)
- [Documentation](#)
- [Download Vensim® Software](#)
- [FAQ](#)
- [Fourteen reasons to trade in your spreadsheet](#)
- [Free Downloads](#)
- [Home](#)
- [Literature](#)
- [Modeling with Molecules 2.02](#)
- [Molecules Copyright and License](#)
- [News](#)
- [Optimization](#)
- [Portuguese Documentation](#)
- [Privacy Policy](#)
- [Purchase Vensim®](#)
- [Resources](#)
- [Spanish Documentation](#)
- [Subscribing](#)
- [Support](#)
- [The Workbench](#)
- [Vensim Model Reader](#)
- [Vensim PLE — Survey Form](#)
- [Vensim Software](#)
- [Vensim Video Library](#)
- [Vensim® Year 2000 Compliance Statement](#)
- [Vensim® Applications](#)
- [Vensim® Brochure](#)
- [Vensim® History](#)

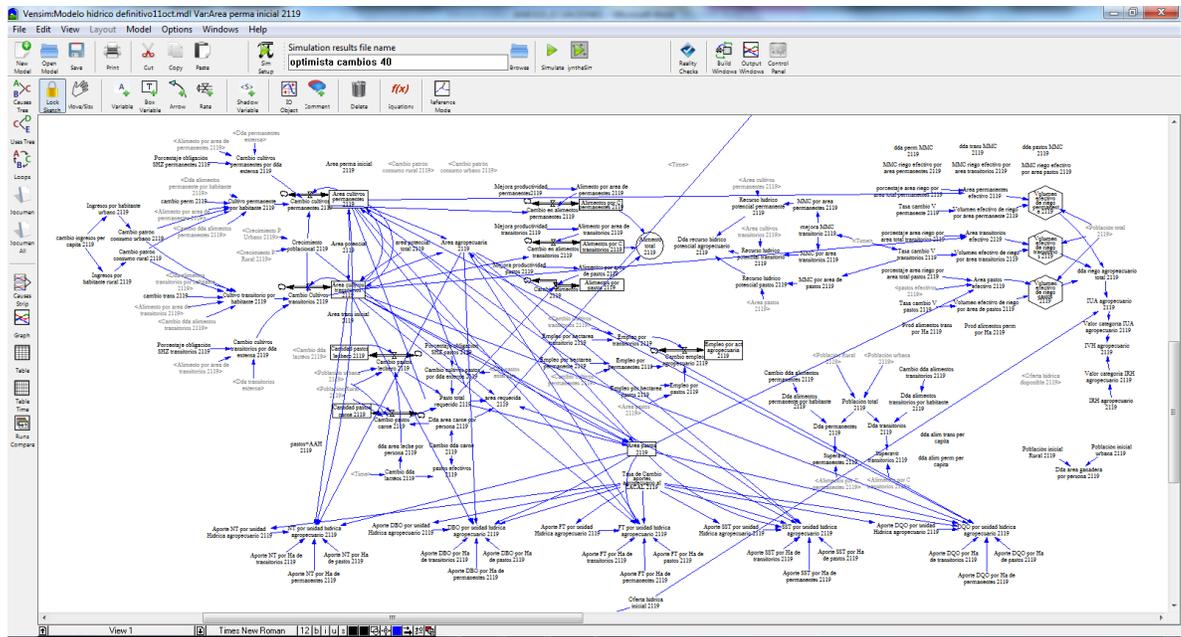
Para realizar la descarga de una manera exitosa el usuario debe suscribirse a Vensim® ingresando su nombre y su dirección de correo electrónico. Una vez realizada la suscripción, Vensim® envía al email ingresado las instrucciones de descarga en un correo como el que se muestra a continuación:



El procedimiento anterior permite el acceso al software de simulación en mención, cuya interfaz de usuario se muestra a continuación:



Por medio de este software se podrá tener acceso al modelo de Dinámica de Sistemas que se encuentra en un archivo con extensión .2mdl y cuyo nombre es: [Modelo Hídrico Final](#).

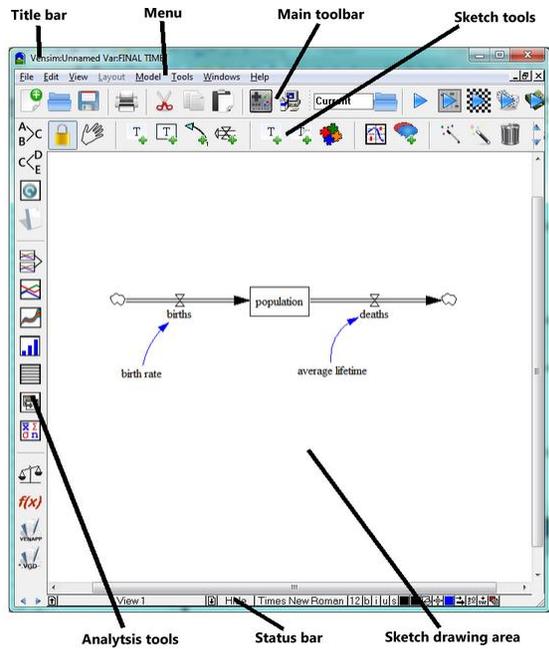


Nota: Cabe señalar que la simulación del actual modelo de dinámica de sistemas sólo puede ser corrida en Vensim® PLE PLUS (versión licenciada) debido a la gran cantidad de información de cada Macrocuenca y de sus respectivas subzonas hidrográficas.

3.11.3 Protocolos de uso e interpretación del modelo

Interfaz de usuario:

El Vensim® tiene un conjunto de herramientas que permiten construir, ejecutar y analizar los modelos. La ventana principal de Vensim® siempre incluye: Barra de título, Menú, Barra de herramientas, y Herramientas de análisis y cuando el programa tiene un modelo abierto aparecen Herramientas de dibujo y Barra de estado.



Las herramientas de dibujo son:



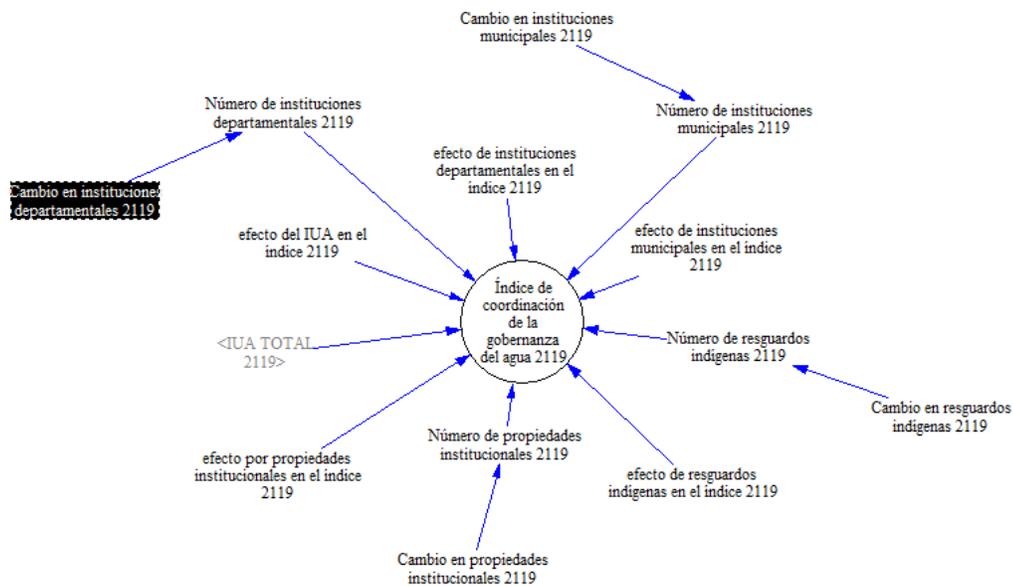
Para construir y/o editar un modelo, primero se selecciona alguna de las 14 herramientas, dando clic con el ratón sobre el correspondiente botón que se desea emplear.

1. Lock-Sketch (Bloquear-Modelo):



Activar este botón permite bloquear el modelo, de tal manera que se puedan seleccionar los objetos del modelo con el puntero, pero no se puedan mover.

Como se muestra a continuación, en el Submodelo Socio-Político se puede seleccionar la variable 'Cambio en instituciones departamentales', la cual aparece resaltada en un recuadro negro con letras blancas.



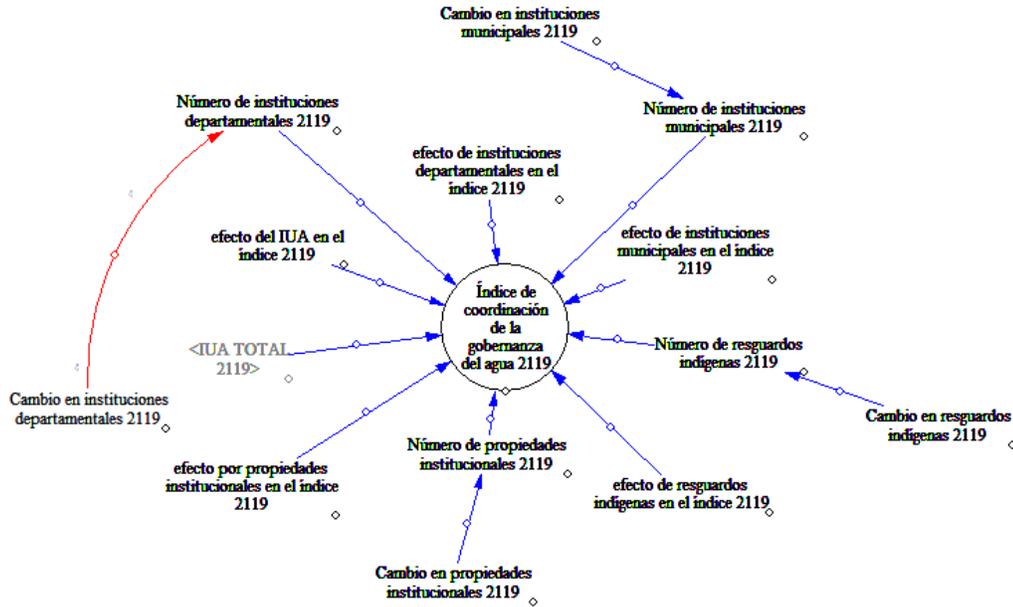
2. Move/Size (Mover/Tamaño):



Este botón permite seleccionar, mover y editar tamaños de los objetos del modelo: variables, flechas, etc.

Como se puede ver en la siguiente imagen, habilitando el botón *Move/Size* se puede trasladar una variable de un lugar a otro, al igual que se puede editar la conexión (flecha) que une variables.

En el ejemplo, la variable 'Cambio en instituciones departamentales' se desplazó a una posición inferior a la que inicialmente se encontraba y la flecha que la relacionaba con la variable 'Número de instituciones departamentales' se curvó, extendió y pintó de rojo para facilitar la identificación de la edición realizada.



3. Variable:

de  Con este botón se crean las variables del modelo (Constantes, Auxiliares y datos).
 Al seleccionar este botón y luego dar clic en cualquier parte del modelo, aparece un recuadro blanco en el cual se debe escribir el nombre de la nueva variable a ingresar:

Nueva Variable

El diseño de esta clase de variable en Vensim® es el siguiente:

Nueva Variable

4. Box Variable (Caja Variable):

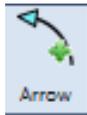
 Permite crear variables en forma de caja (se emplea para Niveles o Acciones).
 Una vez se da clic en el modelo, previa activación del botón, aparece un recuadro blanco en el cual se digita el nombre de la variable de tipo nivel que se desea integrar dentro del modelo:

Nuevo Nivel

El diseño de este tipo de variable en Vensim® se muestra a continuación:

Nuevo Nivel

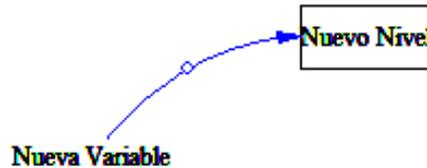
5. Arrow (Flecha):



Crea flechas rectas o curvas que unen variables y a su vez establece la causalidad entre las mismas.

Una vez activado este botón, se debe dar un clic en cada una de las dos variables entre las cuales se pretende establecer una relación causal.

La apariencia de dicha relación se podrá observar de la siguiente manera dentro del modelo:



6. Rate (Cambio):



Permite construir los flujos de los niveles, consta de flechas perpendiculares, una válvula y, si es necesario, las fuentes y los sumideros (nubes).

Primero se debe determinar si es un flujo de entrada o de salida que se le piensa asociar a la variable de tipo nivel y dependiendo del tipo de flujo se procede de cualquiera de estas dos maneras:

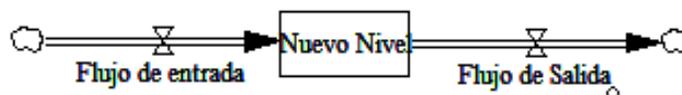
Flujo de entrada: Primero se debe dar clic en el lugar donde se va a ubicar el sumidero del flujo y luego se debe dar clic en la variable de nivel.



Flujo de salida: Primero se debe dar clic en la variable de nivel y luego en el lugar donde va a quedar el sumidero del flujo.



La apariencia de dichos flujos en Vensim®, de manera simplificada se muestra a continuación:



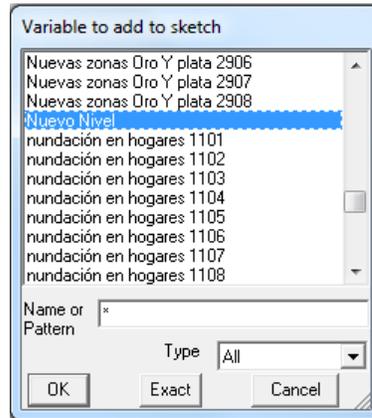
7. Shadow Variable (Variable Sombra):



Agrega una variable del modelo existente como una variable sombra, sin añadir sus causas.

Dando continuidad al ejemplo anterior, se va a crear una variable sombra del nivel llamado 'Nuevo Nivel'. Primero se habilita el botón *Shadow Variable* y luego se da clic

en el lugar del modelo donde se desea ubicar dicha variable sombra, esto hará que en seguida se despliegue la ventana mostrada a continuación:



En dicha ventana aparece la lista de todas las variables existentes en el modelo actual, en esta lista se busca y selecciona la variable de interés y luego se da clic en el botón *OK*. De esta manera, aparece la variable sombra deseada con la apariencia que se muestra en seguida:

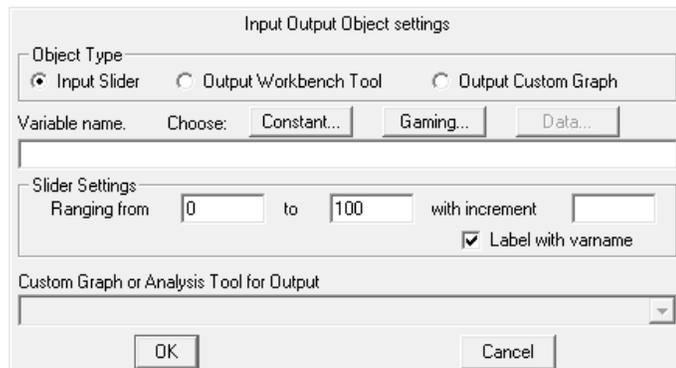


8. Input Output Object (Objetos de Entrada y Salida):



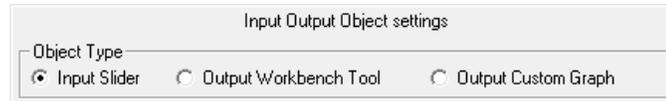
Añade las tablas de entrada, así como los gráficos y las tablas de salida del modelo.

Una vez se ha activado este botón y se ha dado clic en cualquier lugar del modelo, aparece el cuadro de diálogo que se muestra a continuación:



En este cuadro de diálogo se debe seleccionar el *Tipo de objeto (Object Type)* ya sea una entrada (*Input Slider*) o una salida (*Output Workbench Tool* u *Output Custom Graph*).

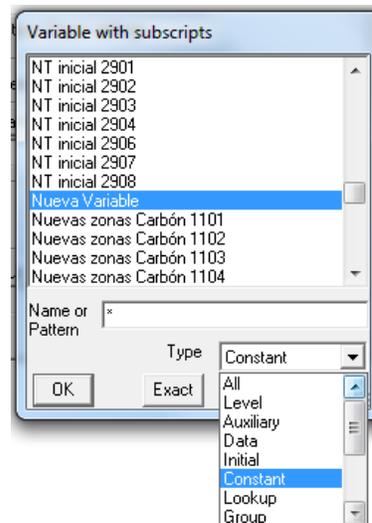
a. *Input Slider*:



Posterior a la elección del tipo de objeto, se debe elegir la clase de variable que se quiere graficar dando clic en el botón *Constant*:

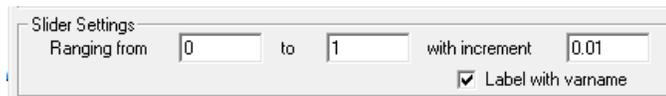


Este botón desplegará la ventana que se muestra en seguida:

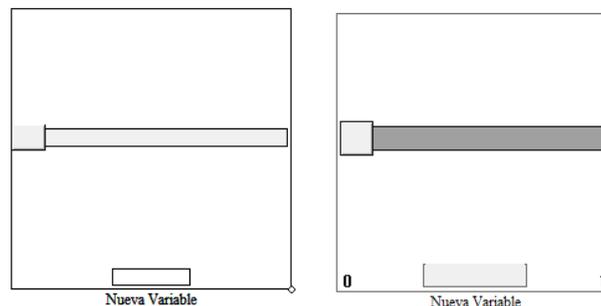


Dicha ventana permitirá elegir la variable deseada de la lista total de variables contenida en el modelo.

Finalmente, en el sector de *Ajuste de control (Slider Settings)* se hace precisión de la cota inferior y la cota superior que determina el rango de la variable deseada, así como el incremento de la misma:



Luego de efectuado el procedimiento en mención, la apariencia de la gráfica en Vensim® será:



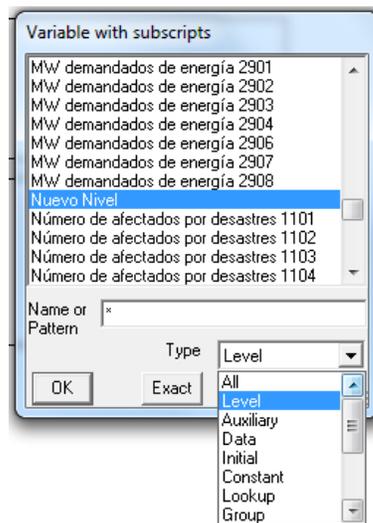
b. *Output Workbench Tool:*



Posterior a la elección del tipo de objeto, se debe elegir la clase de variable que se quiere graficar dando clic en el botón *Level*:

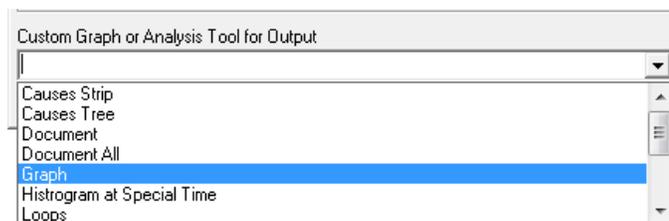


Este botón desplegará la siguiente ventana:

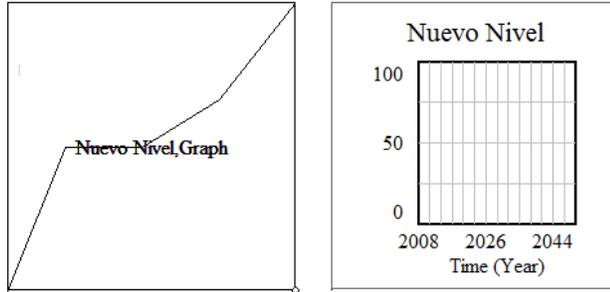


Dicha ventana permitirá elegir la variable deseada de la lista total de variables contenida en el modelo.

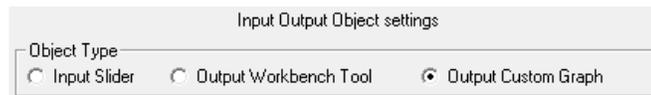
Finalmente, en el sector de *Personalización de la gráfica o herramientas de análisis de salida (Custom Graph or Analysis Tool for Output)* se hace precisión del tipo de gráfica que se quiere obtener:



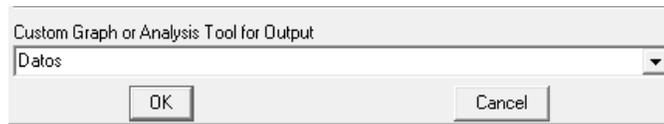
Luego de efectuado el procedimiento en mención, la apariencia de la gráfica en Vensim® será:



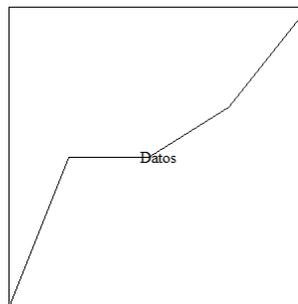
c. *Output Custom Graph:*



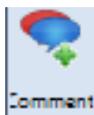
Luego de haber seleccionado el tipo de objeto, en el sector de *Personalización de la gráfica o herramientas de análisis de salida (Custom Graph or Analysis Tool for Output)* se designa el nombre del objeto de salida de interés:



Después de esta sucesión de pasos la gráfica aparece en vensim con la siguiente apariencia:



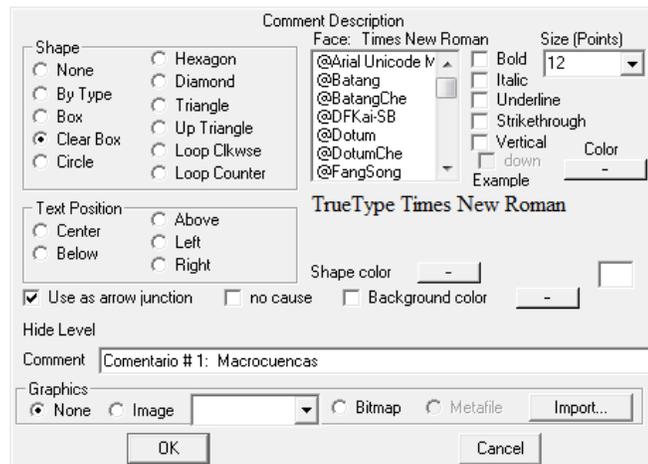
9. Comment (Comentario):



Permite introducir comentarios y fotos al modelo.

Una vez habilitado este botón y luego de dar clic sobre el lugar en donde se va a visualizar el comentario, se despliega el siguiente cuadro de diálogo llamado *Descripción de comentario (Comment Description)* en donde se digita la información

que se quiere mostrar dentro del modelo. Esto se hace en la sección en blanco que aparece al costado derecho de la palabra *Comment*:



De este modo, el comentario ingresado se visualiza dentro del modelo con la apariencia que sigue:

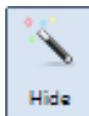
Comentario # 1:
Macrocuencas

10. Unhide (Hacer visible):



Este botón deja visibles las variables que se encuentran ocultas en el modelo.

11. Hide



Este botón se encarga de ocultar las variables que se cliqueeen, impidiendo su visibilidad dentro del modelo.

12. Delete (Eliminar):



Botón encargado de eliminar variables, variables sombra, flujos, flechas, comentarios, gráficos y en general, cualquier tipo de estructura dentro del modelo. Una vez se activa el botón y se da clic sobre la estructura de interés, esta desaparece del modelo.

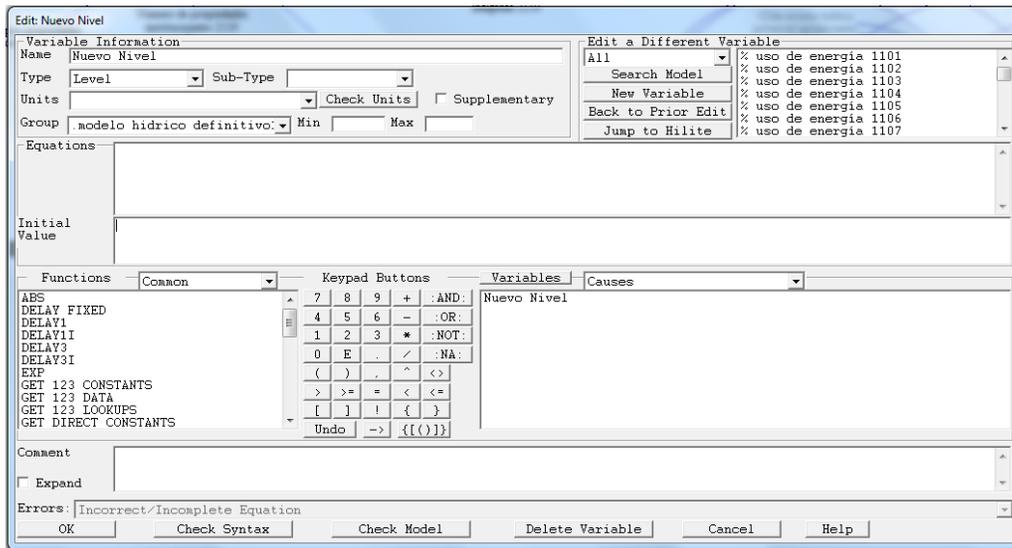
13. Equations (Ecuaciones):

Al

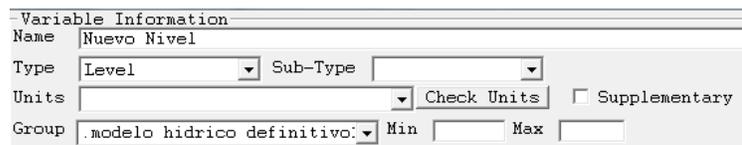


Crea y edita las ecuaciones en Vensim® se emplea el Editor de Ecuaciones. cual se accede, primero, dando clic sobre el botón de *Ecuaciones* y segundo, cliqueando sobre la variable o flujo de interés, cuya ecuación se desea definir y/o modificar.

Una vez efectuado el procedimiento anterior, se despliega la ventana del *Editor de Ecuaciones* que se muestra a continuación:



Variable Information:

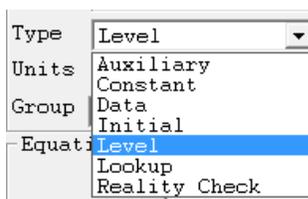


a. Name (Nombre):

Las variables deben tener nombres únicos dentro del modelo dado que Vensim® no distingue entre mayúsculas y minúsculas. De este modo, es posible introducir cualquier combinación de mayúsculas y minúsculas a la hora de designar el nombre de una variable.

b. Type (Tipo de variable):

La explicación de las variables se realiza haciendo referencia a las ecuaciones, no obstante, antes de un recuento detallado de cada ecuación, se especifican las convenciones y se hace una categorización de las variables empleadas. Cabe señalar que el modelo actual de dinámica de sistemas cuenta con cuatro de los siete tipos de variables utilizados en Vensim®. La descripción de estos cuatro tipos se hace a continuación:



- **Auxiliar:** Es una variable dinámica cuyo cálculo se realiza a partir de la expresión de otras variables dentro de su ecuación. Es el tipo de variable más numeroso dentro del modelo.

- Constante: Sus ecuaciones son representadas como números o también pueden ser definidas al emplear la función GET CONSTANTES XLS. Es una variable cuyo valor se mantiene a los largo del tiempo, aunque puede ser modificada de manera temporal antes de ejecutar la simulación del modelo.
- Inicial: Es igual que una variable constante, sólo que se obtiene a partir de la combinación de diferentes variables en tiempo de inicialización. Son variables cuya ecuación empieza con INICIAL o REINITIAL.
- Nivel: Son las variables dinámicas dentro del modelo y representan acumulaciones que se modifican por medio de flujos. Las ecuaciones de los niveles contienen la función INTEG.

c. Unidades:

de las  Describen información adicional variables y son útiles para comprobar la consistencia dimensional del modelo en general. Son introducidas como una expresión en el campo llamado *Units* que se ubica en la sección de *Variable Information* en la ventana del *Editor de ecuaciones*.

Ecuaciones:

Es necesario emplear un conjunto de ecuaciones que describen cada relación entre variables con el fin de llevar a cabo la simulación del modelo. Así pues, unas variables conectadas causalmente definen una variable en términos de expresiones algebraicas sencillas.

14. Reference Mode (Modos de referencia):

Se  emplea para dibujar y editar los modos de referencia.

3.11.4 Formatos para ingresar la información al modelo

Para importar y manipular datos y constantes dentro del modelo de Dinámica de Sistemas se han empleado dos funciones de datos que ofrece Vensim® para tales fines. Dichas funciones se describen a continuación:

- GET XLS CONSTANTS('file','tab','cell')
- GET CONSTANTS from XLS

Devuelve un número, vector o matriz de dos dimensiones con los valores constantes consultando en Microsoft Excel para la obtención de los valores. Los valores presentados se determinan con los subíndices que aparecen al lado derecho de la función, donde:

'file', hace referencia al nombre del archivo con la respectiva extensión donde se encuentra la información.

'tab', representa la hoja de cálculo que contiene las constantes.

'cell', es la celda donde se encuentra el primer valor de la constante.

Cabe señalar que todos los argumentos contenidos dentro de la función GET CONSTANTES XLS deben estar encerrados entre comillas simples (').

Nota: Con relación a la sintaxis dentro del software de simulación, esta función debe aparecer inmediatamente después del signo igual (=) y no debe ser seguida por ninguna otra cosa.

Para mayor información con relación a esta función en Vensim® se puede acceder a: http://www.vensim.com/documentation/index.html?fn_get_xls_constants.htm

- GET XLS DATA('file','tab','time row or col','cell')
GET DATA from XLS

Retorna datos de series temporales de Microsoft Excel para una variable de datos o un vector de variables de datos. Los valores presentados se determinan con los subíndices que aparecen al lado derecho de la función, donde:

'file', hace referencia al nombre del archivo con la respectiva extensión a leer.

'tab', representa la hoja de cálculo que contiene los datos.

'time row or col' referencia el número de la fila que contiene los valores de tiempo (tiempo de corrida transversal) o la letra de la columna que contiene los valores de tiempo (tiempo de corrida vertical). Es pertinente tener en cuenta que el archivo que contiene la hoja de cálculo debe contener los valores de tiempo y estos valores deben ser valores de tiempo fijo y no los de una base de tiempo alternativo.

'cell', es la celda donde se encuentra el primer valor de la constante. Cabe señalar que todos los argumentos contenidos dentro de la función GET CONSTANTES XLS deben estar encerrados entre comillas simples (').

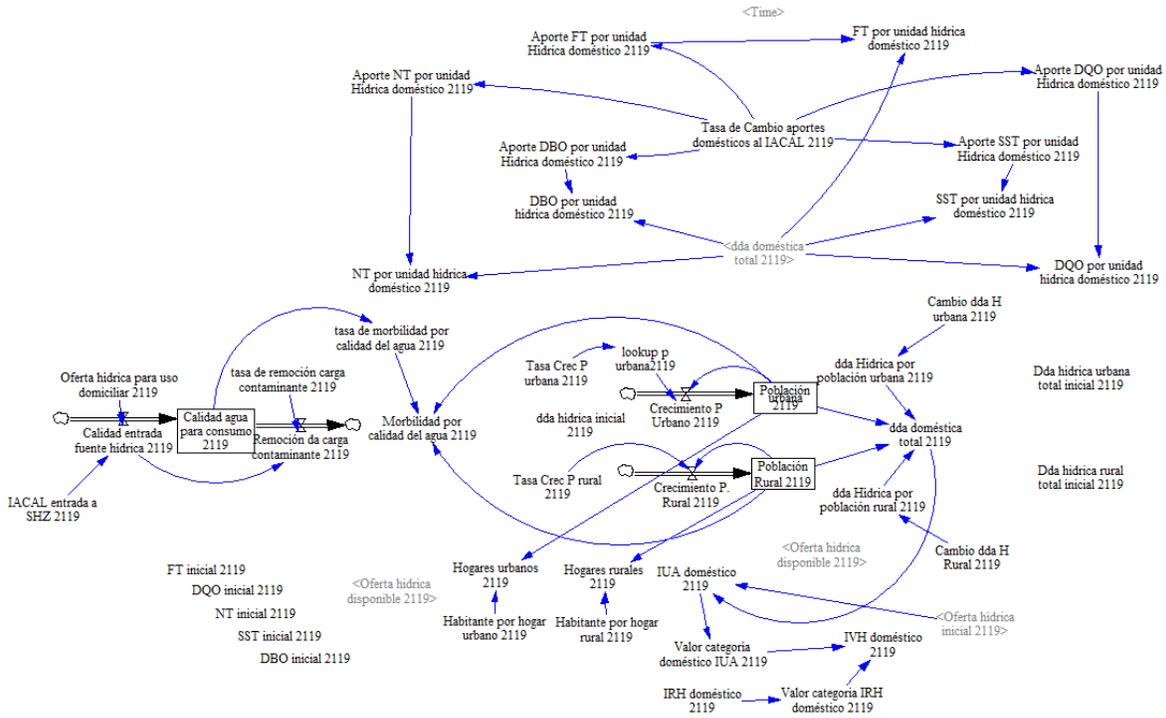
Nota: Con relación a la sintaxis dentro del software de simulación, esta función debe aparecer inmediatamente después del signo igual (=) y no debe ser seguida por ninguna otra cosa.

Para mayor información con relación a esta función en Vensim® se puede acceder a: https://www.vensim.com/documentation/index.html?fn_get_xls_data.htm

3.12 ANEXO 3. MEMORIA TÉCNICA.

3.12.1 Ecuaciones de los Subsistemas

3.12.1.1 Subsistema Doméstico:



A continuación se muestran las diferentes ecuaciones que exhiben la interacción entre variables dentro del Subsistema Doméstico:

1. Variables Auxiliares:

- Dónde: X_i : Sustancia contaminante i inicial en la SZH
 $cell_i$: Referencia de celda para i
 $i = NT, DBO, FT, SST, DBO$

$$X_i = \text{GET XLS CONSTANTS}('datos_SHZ.xlsx', 'datos', 'cell_i') \quad [Ec 1.1.1]$$

- Oferta hídrica inicial en la SZH = $\text{GET XLS CONSTANTS}('datos_SHZ.xlsx', 'datos', 'X60')$ [Ec 1.1.2]

- Demanda hídrica inicial en la SZH = $\text{GET XLS CONSTANTS}('datos_SHZ.xlsx', 'datos', 'H60')$ [Ec 1.1.3]

- Dónde: X_i : Habitante por hogar i en la SZH
 $cell_i$: Referencia de celda para i
 $i = \text{Rural, Urbano}$

$$X_i = \text{GET XLS CONSTANTS}('datos_SHZ.xlsx', 'datos', 'cell_i') \quad [Ec 1.1.4]$$

- Dónde: X_i : Demanda hídrica total inicial i en la SZH
 $cell_i$: Referencia de celda para i
i = Rural, Urbana

$$X_i = \text{GET XLS CONSTANTS}('datos_SHZ.xlsx', 'datos', 'cell_i') \quad [Ec 1.1.5]$$

- Dónde: X_i : Aporte de la sustancia contaminante i por unidad hídrica doméstica en la SZH
 Y_i : Sustancia contaminante i inicial en la SZH
 K_i : Valor constante para i
i = NT, DBO, FT, SST, DBO

$$X_i = \frac{(Y_i \times K_i)}{\text{Demanda hídrica inicial en la SZH}} \times \text{Tasa de recuperación domiciliar en la SZH} + \int_0^{37} (X_i \times \text{Tasa de cambio de aportes domésticos al IACAL en la SZH}) dt \quad [Ec 1.1.6]$$

- Dónde: X_i : Sustancia contaminante i por unidad hídrica doméstica en la SZH
 Y_i : Aporte de la sustancia contaminante i por unidad hídrica doméstica en la SZH
i = NT, DBO, FT, SST, DBO

$$X_i = Y_i \times \text{Demanda doméstica total de la SZH} \quad [Ec 1.1.7]$$

- Demanda doméstica total en la SZH =
(Demanda hídrica por población urbana en la SZH \times Población urbana en la SZH) +
(Demanda hídrica por población rural en la SZH \times Población rural en la SZH) $[Ec 1.1.8]$
- Morbilidad por calidad del agua en la SZH = (Población rural en la SZH +
Población urbana en la SZH) \times Tasa de morbilidad por calidad del agua en la SZH
 $[Ec 1.1.9]$

- Lookup de la población urbana en la SZH =
Tasa de crecimiento de la población urbana en la SZH $[Ec 1.1.10]$

- Dónde: X_i : Hogares i en la SZH
 Y_i : Población i en la SZH
 Z_i : Habitante por hogar i en la SZH
i = Rural, Urbano(a)

$$X_i = \frac{Y_i}{Z_i} \quad [Ec 1.1.11]$$

- IUA doméstico en la SZH = $\left(\frac{\text{Demanda doméstica total en la SZH}}{\text{Oferta hídrica inicial en la SZH}} \right) \times 100 \quad [Ec 1.1.12]$

- IRH doméstico en la SZH = $\left(\frac{64}{100} \right) \quad [Ec 1.1.13]$

- Dónde: X : IUA doméstico en la SZH

- Población urbana en la SZH = Población inicial urbana en la SZH + $\int_0^{37} (\text{Crecimiento de la población urbana en la SZH})dt$ [Ec 1.3.4]

$$\text{Crecimiento de la población urbana en la SZH} = \text{Población urbana en la SZH} \times \text{Lookup de la población urbana en la SZH} \quad [Ec 1.3.5]$$

- Población rural en la SZH = Población inicial rural en la SZH + $\int_0^{37} (\text{Crecimiento de la población rural en la SZH})dt$ [Ec 1.3.6]

$$\text{Crecimiento de la población rural en la SZH} = \text{Población rural en la SZH} \times \text{Tasa de crecimiento de la población rural en la SZH} \quad [Ec 1.3.7]$$

- Tasa de morbilidad por calidad del agua en la SZH = 0 + $\int_0^{37} (\text{Tasa de morbilidad por calidad del agua en la SZH} \times \text{Calidad del agua para consumo en la SZH})dt$ [Ec 1.3.8]

- Oferta hídrica disponible en la SZH = Oferta hídrica inicial en la SZH + $\int_0^{37} (\text{Flujo de recuperación de la SZH} + \text{Flujo externo de la SZH} - \text{Flujo de uso de la SZH})dt$ [Ec 1.3.9]

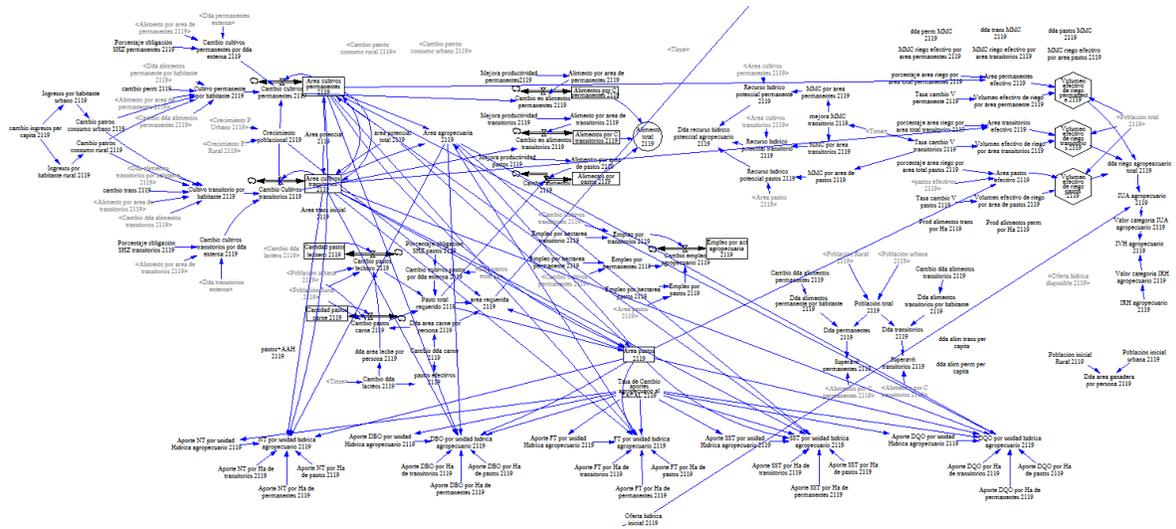
- Dónde: \mathcal{X} : Demanda hídrica por población urbana en la SZH
 \mathcal{Y} : Población inicial urbana en la SZH
 \mathcal{Z} : Demanda hídrica urbana total inicial en la SZH
 \mathcal{W} : Cambio de la demanda hídrica urbana en la SZH

$$\mathcal{X} = \text{IF}[(\mathcal{Y} = 0) \text{ THEN}(0) \text{ ELSE} \left((\mathcal{Z}/\mathcal{Y}) + \int_0^{37} (\mathcal{X} \times \mathcal{W})dt \right)] \quad [Ec 1.3.10]$$

- Dónde: \mathcal{X} : Demanda hídrica por población rural en la SZH
 \mathcal{Y} : Población inicial rural en la SZH
 \mathcal{Z} : Demanda hídrica rural total inicial en la SZH
 \mathcal{W} : Cambio de la demanda hídrica rural en la SZH

$$\mathcal{X} = (\mathcal{Z}/\mathcal{Y}) + \int_0^{37} (\mathcal{X} \times \mathcal{W})dt \quad [Ec 1.3.11]$$

3.12.1.2 Subsistema Agropecuario:



A continuación se muestran las diferentes ecuaciones que exhiben la interacción entre variables dentro del Subsistema Agropecuario:

- Área potencial total en la SZH = "Pastos+AAH en la SZH" + Área inicial de cultivos transitorios en la SZH + Área inicial de cultivos permanentes en la SZH + Área potencial en la SZH [Ec 2.0.1]

- Cambio de cultivos permanentes en la SZH: = GET XLS DATA('datos_SHZ.xlsx', 'cambio perm', '1', 'B60') [Ec 2.0.2]

- Cambio de cultivos transitorios en la SZH: = GET XLS DATA('datos_SHZ.xlsx', 'cambio transi', '1', 'B60') [Ec 2.0.3]

- Dónde: X_i : Porcentaje de obligación de cultivos i en la SZH
 $cell_i$: Referencia de celda para i i = Permanentes, Transitorios

$$X_i = GET XLS CONSTANTS('datos_SHZ.xlsx', 'datos', 'cell_i') \quad [Ec 2.0.4]$$

- Dónde: X_i : Aporte de NT por Ha de cultivos i en la SZH
 $cell_i$: Referencia de celda para i i = Permanentes, Transitorios, pastos

$$X_i = GET XLS CONSTANTS('datos_SHZ.xlsx', 'datos', 'cell_i') \quad [Ec 2.0.5]$$

- Dónde: X_i : Aporte de DBO por Ha de cultivos i en la SZH
 $cell_i$: Referencia de celda para i i = Perm antes,

$$X_i = GET XLS CONSTANTS('datos_SHZ.xlsx', 'datos', 'cell_i') \quad [Ec 2.0.6]$$

- Dónde: X_i : Aporte de FT por Ha de cultivos i en la SZH

- Tasa de cambio de aportes agropecuarios al IACAL SZH: INTERPOLATE: :=
GET XLS DATA('datos_SHZ.xlsx', 'camb ptar agr', '1', 'B60') [Ec 2.0.16]
- Cambio de la demanda de carne en la SZH: INTERPOLATE: :=
GET XLS DATA('datos_SHZ.xlsx', 'cambio pastos', '1', 'B60') [Ec 2.0.17]
- Porcentaje del área de riego por área total de cultivos transitorios en la SZH: INTERPOLATE: :=
GET XLS DATA('datos_SHZ.xlsx', 'porc area riego trans', '1', 'B60') [Ec 2.0.18]
- Dónde: X_i : Porcentaje del área de riego por área total de cultivos i en la SZH
cell_i : Referencia de celda para i i = Permanentes, Pastos
- $X_i = \text{GET XLS CONSTANTS}('datos_SHZ.xlsx', 'datos', 'cell_i')$ [Ec 2.0.19]
- Mejora en MMC de cultivos transitorios en la SZH = WITH LOOKUP([(2008, -0.25) –
(2050,0)], (2008,0), (2050, -0)) [Ec 2.0.20]
- Cambio de la demanda de lácteos en la SZH = WITH LOOKUP([(2008, -0.25) –
(2050,0)], (2008,0), (2050, -0)) [Ec 2.0.21]
- Tasa de cambio de V transitorios en la SZH = WITH LOOKUP([(2008, -0.25) –
(2050,0)], (2008,0), (2050, -0)) [Ec 2.0.22]

1. Variables Auxiliares:

- Área de pastos en la SZH =
("Pastos+AAH en la SZH") +
IF [(Área potencial total en la SZH-Área de cultivos permanentes en la SZH-Área de cultivos
transitorios en la SZH<0)
THEN(0)
ELSE (IF [(Área de cultivos permanentes en la SZH+Área de cultivos transitorios en la SZH+
Pasto total requerido en la SZH)>Área potencial total en la SZH)
THEN(Área potencial total en la SZH-Área de cultivos permanentes en la SZH-
Área de cultivos transitorios en la SZH)
ELSE(Pasto total requerido en la SZH)]] [Ec 2.1.1]
- Alimento total en la SZH = Alimentos por cultivos transitorios en la SZH +
Alimentos por cultivos permanentes en la SZH +
Alimentos por pastos en la SZH [Ec 2.1.2]
- Volumen efectivo de riego de cultivos permanentes en la SZH =
Área efectiva de cultivos permanentes en la SZH ×
Volumen efectivo de riego por área de cultivos permanentes en la SZH ×
 $\frac{\text{Población total en la SZH}}{\text{Población total en la SZH}}$ [Ec 2.1.3]

- $$\frac{\text{Volumen efectivo de riego de cultivos transitorios en la SZH}}{\text{Volumen efectivo de riego por \u00e1rea de cultivos transitorios en la SZH}} = \frac{\text{Poblaci\u00f3n total en la SZH} \times \frac{\text{\u00c1rea efectiva de cultivos transitorios en la SZH}}{\text{Poblaci\u00f3n total en la SZH}}}{\text{Poblaci\u00f3n total en la SZH}} \quad [\text{Ec 2.1.4}]$$

- $$\frac{\text{Volumen efectivo de riego de pastos en la SZH}}{\text{Poblaci\u00f3n total en la SZH}} = \left(\frac{\text{\u00c1rea efectiva de pastos en la SZH}}{\text{Poblaci\u00f3n total en la SZH}} \right) \times \frac{\text{Volumen efectivo de riego por \u00e1rea de pastos en la SZH}}{\text{Poblaci\u00f3n total en la SZH}} \quad [\text{Ec 2.1.5}]$$

Dda transitorios externa= -(IF THEN ELSE(Superavit transitorios 2625<>0,Superavit transitorios 2625,0)...

[Ec 2.1.6]

Dda permanentes externa=

IF THEN ELSE(-(IF THEN ELSE(Superavit permanentes 2625<>0,Superavit permanentes 2625,0)...

[Ec 2.1.7]

- D\u00f3nde: X_i : Cambio de cultivos i en la SZH
 Y_i : Cultivos i por habitante en la SZH
 Z_i : \u00c1rea de cultivos i en la SZH
 W_i : Cambio de cultivos i por demanda externa en la SZH
 i = Permanentes, Transitorios

$$X_i = (Y_i \times \text{Crecimiento poblacional en la SZH}) - (Z_i \times 0) + W_i \quad [\text{Ec 2.1.8}]$$

- $$\text{Crecimiento poblacional en la SZH} = \text{Crecimiento poblacional urbano en la SZH} + \text{Crecimiento poblacional rural en la SZH} \quad [\text{Ec 2.1.9}]$$

- $$\text{Pastos efectivos en la SZH} = \text{Cambio de la demanda de lact\u00e9os en la SZH} \times 0.064 + \text{Cambio de la demanda de carne en la SZH} \times (1 - 0.064) \quad [\text{Ec 2.1.10}]$$

- $$\text{Poblaci\u00f3n total en la SZH} = \text{Poblaci\u00f3n rural en la SZH} + \text{Poblaci\u00f3n urbana en la SZH} \quad [\text{Ec 2.1.11}]$$

- D\u00f3nde: X_i : Cambio de patr\u00f3n de consumo i en la SZH
 Y_i : Ingreso por habitante i en la SZH
 K_i : Valor constante para i en la SZH
 i = Rural y Urbano

$$X_i = \left(\frac{Y_i}{K_i} \right) \times 0 \quad [\text{Ec 2.1.12}]$$

- D\u00f3nde: X_i : Empleo por cultivos i en la SZH
 Y_i : Empleo por hect\u00e1rea de cultivos i en la SZH
 Z_i : Cambio de cultivos i en la SZH
 i = Permanentes, Transitorios

$$X_i = Y_i \times Z_i \quad [\text{Ec 2.1.13}]$$

- $$\text{Empleo por pastos en la SZH} = \text{Empleo por hect\u00e1rea de pastos en la SZH} \times \text{\u00c1rea de pastos en la SZH} \quad [\text{Ec 2.1.14}]$$

- Empleo por hectárea de cultivos permanentes en la SZH = 0.7427 [Ec 2.1.15]

- Dónde: X_i : Cambio de cultivos i por demanda externa en la SZH
 Y_i : Alimento por área de cultivos i en la SZH
 Z_i : Demanda externa de cultivos i
 W_i : Porcentaje de obligación de cultivos i en la SZH
i = Permanentes, Transitorios

$$X_i = \text{IF} \left[(Y_i = 0) \text{ THEN}(0) \text{ ELSE} \left(\frac{Z_i}{Y_i} \times W_i \right) \right] \quad [Ec 2.1.16]$$

- Cambio de pastos por demanda externa en la SZH = Demanda externa de pastos \times Porcentaje de obligación de pastos en la SZH [Ec 2.1.17]

- Dónde: X_i : Sustancia contaminante i por unidad hídrica agropecuaria en la SZH
 Y_i : Aporte de la sustancia contaminante i por unidad hídrica agropecuaria en la SZH
 Z_i : Aporte de la sustancia contaminante i por Ha de pastos en la SZH
 W_i : Aporte de la sustancia contaminante i por Ha de cultivos permanentes en la SZH
 V_i : Aporte de la sustancia contaminante i por Ha de cultivos transitorios en la SZH
i = NT, DBO, FT, SST y DBO

$$X_i = (Y_i \times \text{Área agropecuaria en la SZH} \times 0) + (Z_i \times \text{Área de pastos en la SZH}) + (W_i \times \text{Área de cultivos permanentes en la SZH}) + (V_i \times \text{Área de cultivos transitorios en la SZH}) \quad [Ec 2.1.18]$$

Para los casos específicos de los contaminantes: FT y SST, la ecuación anterior se multiplica por la: Tasa de cambio de aportes agropecuarios al IACAL SZH.

Mientras que para los casos específicos de los contaminantes: DBO y DBO, la ecuación anterior se multiplica por la: Tasa de cambio de aportes agropecuarios al IACAL SZH²

- Área agropecuaria en la SZH = Área de pastos en la SZH + Área de cultivos transitorios en la SZH + Área de cultivos permanentes en la SZH [Ec 2.1.19]

- Demanda potencial del recurso hídrico agropecuario en la SZH = Recurso hídrico potencial de pastos en la SZH + Recurso hídrico potencial de cultivos permanentes en la SZH + Recurso hídrico potencial de cultivos transitorios en la SZH [Ec 2.1.20]

- Dónde: X_i : Recurso hídrico potencial de i en la SZH
 Y_i : Área de i en la SZH
 Z_i : MMC por área de i en la SZH
i = Cultivos permanentes, Cultivos transitorios, Pastos

$$X_i = Y_i \times Z_i \quad [Ec 2.1.21]$$

- Dónde: X_i : Área efectiva de i en la SZH
 Y_i : Área de i en la SZH
 Z_i : Porcentaje de área de riego por área total de i en la SZH
i = Cultivos permanentes, Cultivos transitorios, Pastos

$$X_i = Y_i \times Z_i \quad [Ec 2.1.22]$$

Para el caso específico de los Pastos a la ecuación anterior se le suma:
Pastos efectivos en la SZH $\times 0$

- Pastos efectivos en la SZH = Cambio de la demanda de lácteos en la SZH $\times 0.064$ +
Cambio de la demanda de carne en la SZH $\times (1 - 0.064)$ [Ec 2.1.23]

- Área requerida en la SZH =
IF[(Área de pastos en la SZH-Pasto total requerido en la SZH ≥ 0)
THEN(0)
ELSE (-(Crecimiento poblacional en la SZH \times Demanda de área carne por persona en la SZH
))] [Ec 2.1.24]

- Pasto total requerido en la SZH = (Cambio de pastos carne en la SZH +
Cambio de pastos lechero en la SZH) +
Cambio de cultivos pastos por demanda externa en la SZH [Ec 2.1.25]

- Demanda de área ganadera por persona en la SZH = $0.88 \times$
(Población inicial rural en la SZH + Población inicial urbana en la SZH) [Ec 2.1.26]

- Dónde: X_i : Demanda de cultivos i en la SZH
 Y_i : Demanda de alimentos i por habitante en la SZH
i = Permanentes, Transitorios

$$X_i = Y_i \times \text{Población total en la SZH} \quad [Ec 2.1.27]$$

- Demanda total de riego agropecuario en la SZH =
Volumen efectivo de riego de pastos en la SZH +
Volumen efectivo de riego de cultivos permanentes en la SZH +
Volumen efectivo de riego de cultivos transitorios en la SZH [Ec 2.1.28]

- Dónde: X_i : Superávit de cultivos i en la SZH
 Y_i : Alimentos por cultivos i en la SZH
 Z_i : Demanda de cultivos i en la SZH
i = Permanentes, Transitorios

$$X_i = (Y_i - Z_i) \times 0.062493 \quad [Ec 2.1.29]$$

- IUA agropecuario en la SZH =
 $\left(\frac{\text{Demanda total de riego agropecuario en la SZH}}{\text{Oferta hídrica inicial en la SZH}} \right) \times 100$ [Ec 2.1.30]

- Mejora en la productividad de cultivos permanentes en la SZH = 0 [Ec 2.2.9]
- Mejora en la productividad de pastos en la SZH = 0 [Ec 2.2.10]
- Tasa de cambio de V permanente en la SZH = 0 [Ec 2.2.11]
- Tasa d cambio de V pastos en la SZH = 0 [Ec 2.2.12]

3. Variables de Nivel y sus Flujos:

- Dónde: X_i : Cantidad de pastos i en la SZH
 Y_i : Cambio de pastos i en la SZH
 Z_i : Cantidad de pastos i en la SZH
 K_i : Valor constante de i en la SZH
 W_i : Demanda de área i por persona en la SZH
i = Lechero, Carne

$$X_i = (\text{Demanda de área ganadera por persona en la SZH} \times K_i) + \int_0^{37} (Y_i - Z_i) dt \quad [Ec 2.3.1]$$

$$Y_i = [(\text{Población rural en la SZH} + \text{Población urbana en la SZH}) \times W_i] - (Z_i \times 0) \quad [Ec 2.3.2]$$

- Empleo por actividad agropecuaria en la SZH = (801.758 + 7496) + $\int_0^{37} (\text{Cambio de empleo agropecuario en la SZH}) dt$ [Ec 2.3.3]

$$\begin{aligned} &\text{Cambio de empleo agropecuario en la SZH} = \text{Empleo por pastos en la SZH} + \\ &\text{Empleo por cultivos permanentes en la SZH} + \\ &\text{Empleo por cultivos transitorios en la SZH} \end{aligned} \quad [Ec 2.3.4]$$

- Dónde: X_i : Área de cultivos i en la SZH
 Y_i : Área inicial de cultivos i en la SZH
 Z_i : Cambio de cultivos i en la SZH
 W_i : Cultivo i por habitante en la SZH
 V_i : Cambio de cultivos i por demanda externa en la SZH
i = Permanentes, Transitorios

$$\begin{aligned} X_i &= Y_i + \\ &\int_0^{37} [IF[(\text{Área de cultivos transitorios en la SZH} + \\ &\text{Área de cultivos permanentes en la SZH}) > \text{Área potencial total en la SZH}) \\ &\quad THEN(0) \\ &\quad ELSE(Z_i)] \\ &\times \left(\frac{\text{Área potencial SZH}}{\text{Área potencial SZH}} \right) dt \end{aligned} \quad [Ec 2.3.5]$$

$$Z_i = (\text{Crecimiento poblacional SZH} \times W_i) - (X_i \times 0) + V_i \quad [Ec 2.3.6]$$

- Alimentos por pastos en la SZH = ("Pastos + AAH en la SZH") × Alimentos por área de pastos en la SZH + $\int_0^{37} (\text{Cambio de alimentos en la SZH})dt$
[Ec 2.3.7]

$$\text{Cambio de alimentos en la SZH} = \text{Alimentos por área de pastos en la SZH} \times \text{Pasto total requerido en la SZH} \quad [Ec 2.3.8]$$

- Dónde: X_i : Alimentos por cultivos i en la SZH
 Y_i : Cambio en alimentos i en la SZH
 Z_i : Alimento por área de cultivos i en la SZH
 W_i : Cambio de cultivos i en la SZH
 K_i : Valor constante para cultivos i
i = Permanentes, Transitorios

$$X_i = K_i + \int_0^{37} (Y_i)dt \quad [Ec 2.3.9]$$

$$Y_i = Z_i \times W_i \quad [Ec 2.3.10]$$

- Dónde: X_i : Alimento por área de i en la SZH
 Y_i : Producción de alimentos i por Ha en la SZH
 Z_i : Mejora de productividad de i en la SZH
i = Cultivos permanentes, Cultivos transitorios, Pastos

$$Y_i = 0.023 \text{ cuando } i = \text{Pastos}$$

$$X_i = Y_i + \int_0^{37} (X_i \times Z_i)dt \quad [Ec 2.3.11]$$

- Dónde: X_i : Demanda de alimentos i por habitante en la SZH
 Y_i : Demanda de alimentos i per cápita
 Z_i : Cambio de demanda de alimentos i en la SZH
i = Permanentes, Transitorios

$$X_i = \text{dda alim "X" per capita} + \int_0^{37} (Y_i \times Z_i)dt \quad [Ec 2.3.12]$$

- Dónde: X_i : Aporte de la sustancia contaminante i por unidad hídrica agropecuaria en la SZH
 Y_i : Sustancia contaminante i inicial en la SZH
 K_i : Valor constante para i
i = NT, DBO, FT, SST, DBO

$$X_i = \frac{(Y_i \times K_i)}{\text{Área inicial de cultivos transitorios en la SZH} + \text{Área inicial de cultivos permanentes en la SZH} + \text{"Pastos+AAH SZH"} + \int_0^{37} (X_i \times \text{Tasa de cambio de aportes agropecuarios al IACAL en la SZH})dt} \quad [Ec 2.3.13]$$

- Dónde: X_i : Ingresos por habitante i en la SZH
 K_i : Valor constante para i

i = Rural, Urbano

$$X_i = K_i + \int_0^{37} (X_i \times \text{Cambio de ingresos per cápita en la SZH}) dt \quad [Ec 2.3.14]$$

- Dónde: X_i : Cultivos i por habitante en la SZH
 Y_i : Área de cultivos i en la SZH
 Z_i : Cambio de cultivos i en la SZH
 W_i : Cambio de demanda de alimentos i en la SZH
 V_i : Demanda de alimentos i por habitante en la SZH
 U_i : Alimentos por área de cultivos i en la SZH
i = Permanentes, Transitorios

$$X_i = \frac{Y_i}{\text{Población total en la SZH}} + \int_0^{37} (X_i \times (\text{Cambio de patrón de consumo rural en la SZH} + \text{Cambio de patrón de consumo urbano en la SZH} + Z_i) + \text{IF}[(W_i=0) \text{ THEN}(0) \text{ ELSE} (\frac{V_i}{U_i})]) dt \quad [Ec 2.3.15]$$

- Dónde: X_i : MMC por área de cultivos i en la SZH
 Y_i : Demanda de cultivos i en MMC en la SZH
 Z_i : Área de cultivos i en la SZH
i = Permanentes, Transitorios

$$X_i = \frac{Y_i}{Z_i} + \int_0^{37} (X_i \times \text{Mejora de MMC cultivos transitorios en la SZH}) dt \quad [Ec 2.3.16]$$

- MMC por área de pastos en la SZH = $\frac{\text{Demanda de pastos MMC en la SZH}}{\text{Área de pastos en la SZH}} + \int_0^{37} (\text{MMC por área de pastos en la SZH} \times \text{Tasa de cambio V transitorios en la SZH}) dt \quad [Ec 2.3.17]$

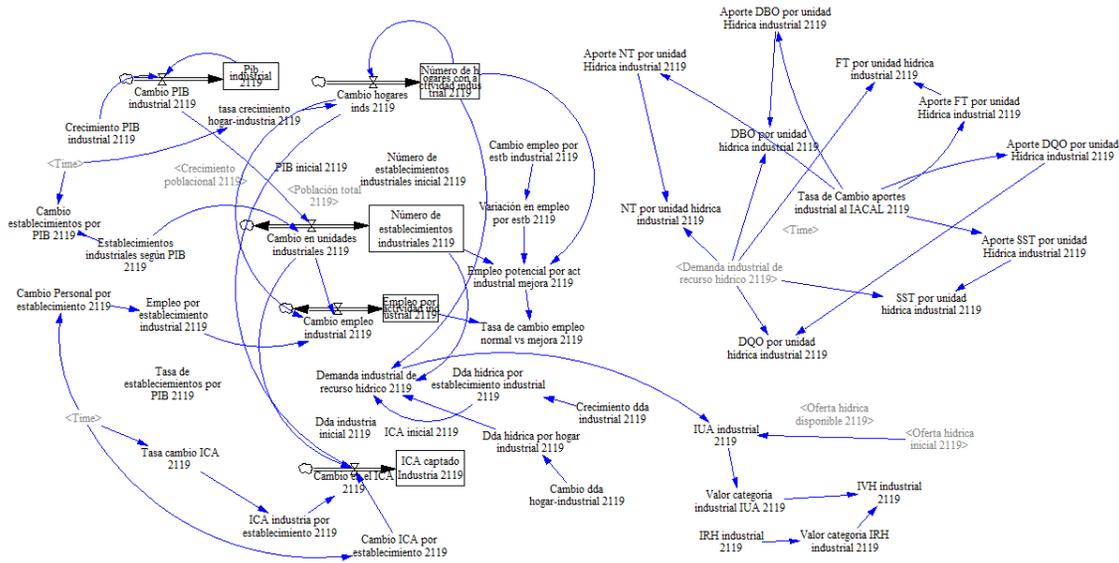
- Dónde: X_i : Demanda de área i por persona en la SZH
 Y_i : Cambio de demanda i en la SZH
 K_i : Valor constante para i
i = Leche, Carne

$$X_i = \frac{K_i \times \text{"Pastos+AAH en la SZH"}}{\text{Población total en la SZH}} + \int_0^{37} (X_i \times Y_i) dt \quad [Ec 2.3.18]$$

- Dónde: X_i : Volumen efectivo de riego por área i en la SZH
 Y_i : MMC riego efectivo por área de i en la SZH
 W_i : Tasa de cambio V i en la SZH
i = Cultivos permanentes, Cultivos transitorios, Pastos

$$X_i = Y_i + \int_0^{37} (X_i \times W_i) dt \quad [Ec 2.3.19]$$

3.12.1.3 Subsistema Industria Manufacturera:



A continuación se muestran las diferentes ecuaciones que exhiben la interacción entre variables dentro del Subsistema Industria Manufacturera:

- Crecimiento del PIB industrial en la SZH: $INTERPOLATE:: = GET XLS DATA('datos_SHZ.xlsx', 'crecimiento pib inn', '1', 'B60')$ [Ec 3.0.1]
- Número inicial de establecimientos industriales en la SZH = $INITIAL(\text{Establecimientos industriales según PIB SZH} \times \text{Pib industrial SZH})$ [Ec 3.0.2]
- Crecimiento de la demanda industrial en la SZH: $INTERPOLATE:: = GET XLS DATA('datos_SHZ.xlsx', 'crecimiento ind', '1', 'B60')$ [Ec 3.0.3]
- Tasa de cambio de aportes industriales al IACAL en la SZH: $INTERPOLATE:: = GET XLS DATA('datos_SHZ.xlsx', 'cambios ptar', '1', 'B60')$ [Ec 3.0.4]

1. Variables Auxiliares:

- Tasa de establecimientos por PIB en la SZH = $GET XLS CONSTANTS('datos_SHZ.xlsx', 'datos', 'AK60')$ [Ec 3.1.1]
- Demanda industrial inicial en la SZH = $GET XLS CONSTANTS('datos_SHZ.xlsx', 'datos', 'T60')$ [Ec 3.1.2]
- PIB inicial en la SZH = $GET XLS CONSTANTS('datos_SHZ.xlsx', 'datos', 'W60')$ [Ec 3.1.3]
- Oferta hídrica inicial en la SZH = $GET XLS CONSTANTS('datos_SHZ.xlsx', 'datos', 'X60')$ [Ec 3.1.4]
- Establecimientos industriales según PIB en la SZH = $1 + ACTIVE INITIAL(\text{Cambio de establecimientos por PIB en la SZH})$ [Ec 3.1.5]

- Cambio de establecimientos por PIB en la SZH = WITH LOOKUP[[(0,0) – (3000,10)], (2008,0), (2009,0), (2010,0), (2011,0), (2025,0), (2050,0)] [Ec 3.1.6]

- Tasa de cambio del ICA en la SZH = WITH LOOKUP[[(2008, –0.03) – (2050,0.5)], (2008, –0.07225), (2009,0.1272), (2010,0.149), (2011,0.0811), (2012,0.07506), (2013,0.0698), (2014,0.0653), (2015.06,0.0699561), (2016.22,0.065307), (2019.17,0.0606579), (2020.33,0.0536842), (2025.21,0.0467105), (2030.48,0.044386), (2035.49,0.0374123), (2039.72,0.0350877), (2044.99,0.028114), (2050,0.0199)] [Ec 3.1.7]

- "Tasa de crecimiento de hogar industrial en la SZH" = WITH LOOKUP[[(2008,0) – (2052,0.05)], (2008,0.0188), (2010,0.0181), (2014,0.0174), (2016.75,0.0188596), (2018.5,0.0230263), (2020.51,0.0267544), (2023.61,0.0296053), (2026.57,0.0247807), (2028.45,0.0166667), (2030.47,0.010307), (2033,0.0084), (2037,0.0071), (2040,0.0062), (2046,0.0049), (2050,0.0045)] [Ec 3.1.8]

- Cambio del ICA por establecimiento en la SZH = WITH LOOKUP [[(2008, –0.03) – (2050,0.5)], (2008,0.067225), (2009,0.0218), (2010,1.123), (2011,1.0146), (2012,1.00078), (2013,0.00347), (2014,0.00721), (2015,0.01049), (2016,0.01344), (2019,0.0206066), (2020,0.0226), (2025,0.0302), (2030,0.0355), (2035,0.0394123), (2039,0.0418), (2044,0.0443), (2050,0.0462)] [Ec 3.1.9]

- Empleo por establecimiento industrial en la SZH =
Cambio de personal por establecimiento en la SZH [Ec 3.1.10]

- Cambio de personal por establecimiento en la SZH = WITH LOOKUP[[(2008,0) – (2050,90)], (2008,82.2545), (2009,70.0834), (2010,66.786), (2011,69.6274), (2050,69.63)] [Ec 3.1.11]

- Empleo potencial por actividad industrial mejora en la SZH =
(Número de hogares con actividad industrial en la SZH × 1) +
(Número de establecimientos industriales en la SZH) ×
Variación en empleo por establecimientos en la SZH [Ec 3.1.12]

- Tasa de cambio del empleo normal vs mejora en la SZH =
$$\frac{(\text{Empleo potencial por actividad industrial mejora en la SZH} - \text{Empleo por actividad industrial en la SZH})}{\text{Empleo por actividad industrial en la SZH}}$$
 [Ec 3.1.13]

- Demanda industrial de recurso hídrico en la SZH =
Número de establecimientos industriales en la SZH ×
Demanda hídrica por establecimiento industrial en la SZH +
Demanda hídrica por hogar industrial en la SZH ×
Número de hogares con actividad industrial en la SZH [Ec 3.1.14]

- IUA industrial en la SZH = $\left(\frac{\text{Demanda industrial de recurso hídrico en la SZH}}{\text{Oferta hídrica inicial en la SZH}} \right) \times 100$ [Ec 3.1.15]

- IRH industrial en la SZH = $\frac{64}{100}$ [Ec 3.1.16]

- NT por unidad hídrica industrial en la SZH =
Aporte NT por unidad hídrica industrial en la SZH ×
Demanda industrial de recurso hídrico en la SZH [Ec 3.1.17]

- Dónde: \mathcal{X} : IUA industrial en la SZH

Valor categoría industrial IUA SZH =

```
IF[( $\mathcal{X}$ >50)
  THEN(5)
  ELSE(IF[( $\mathcal{X}$ >20.01)&(  $\mathcal{X}$ ≤50)
    THEN(4)
    ELSE(IF[( $\mathcal{X}$ >10.01)&(  $\mathcal{X}$ ≤20)
      THEN(4)
      ELSE(IF[( $\mathcal{X}$ >1)&(  $\mathcal{X}$ ≤10)
        THEN(2)
        ELSE(IF[( $\mathcal{X}$ ≤1)
          THEN(1)
          ELSE(0) ] ) ] ) ] ) ] ] ]
```

[Ec 3.1.18]

- Dónde: \mathcal{X} : IRH industrial en la SZH

Valor categoria IRH industrial SZH =

```
IF[( $\mathcal{X}$ >0.85)
  THEN(5)
  ELSE(IF[( $\mathcal{X}$ >0.75)&(  $\mathcal{X}$ ≤0.85)
    THEN(4)
    ELSE(IF[( $\mathcal{X}$  >0.65)&(  $\mathcal{X}$ ≤0.75)
      THEN(4)
      ELSE(IF[( $\mathcal{X}$ >0.5)&(  $\mathcal{X}$ ≤0.65)
        THEN(2)
        ELSE(IF[( $\mathcal{X}$ ≤0.5)
          THEN(1)
          ELSE(0) ] ) ] ) ] ) ] ] ]
```

[Ec 3.1.19]

- Dónde: \mathcal{X} : Valor categoría del IUA industrial en la SZH
 \mathcal{Y} : Valor categoría del IRH industrial en la SZH

IVH industrial SZH=

```
IF[( $\mathcal{X}$  =1)&(  $\mathcal{Y}$  =4)
  THEN(1)
  ELSE(IF[( $\mathcal{X}$  =1)&(  $\mathcal{Y}$  =3)
    THEN(2)
    ELSE(IF[( $\mathcal{X}$  =1)&(  $\mathcal{Y}$  =2)
      THEN(3)
      ELSE(IF[( $\mathcal{X}$  =1)&(  $\mathcal{Y}$  =1)
        THEN(3)
```


- Número de hogares con actividad industrial en la SZH =
 Cambio de hogares industriales en la SZH +
 $\int_0^{37} (\text{Cambio de hogares industriales en la SZH})dt$ [Ec 3.3.3]

Cambio de hogares industriales en la SZH =
 Número de hogares con actividad industrial en la SZH ×
 (Tasa de crecimiento hogar industrial en la SZH) [Ec 3.3.4]
- Número de establecimientos industriales en la SZH =
 Número de establecimientos industriales inicial en la SZH +
 $\int_0^{37} (\text{Cambio en unidades industriales en la SZH})dt$ [Ec 3.3.5]

Cambio en unidades industriales en la SZH = Cambio del PIB industrial en la SZH ×
 Establecimientos industriales según PIB en la SZH [Ec 3.3.6]
- Empleo por actividad industrial en la SZH =
 (Empleo por establecimiento industrial en la SZH ×
 Número de establecimientos industriales en la SZH) +
 $\int_0^{37} (\text{Cambio de empleo industrial en la SZH})dt$ [Ec 3.3.7]

Cambio de empleo industrial en la SZH = (Cambio de hogares industriales en la SZH +
 Cambio en unidades industriales en la SZH) ×
 Empleo por establecimiento industrial en la SZH [Ec 3.3.8]
- ICA captado por industria en la SZH = ICA inicial en la SZH +
 $\int_0^{37} (\text{Cambio en el ICA en la SZH})dt$ [Ec 3.3.9]

Cambio en el ICA en la SZH = ICA industria por establecimiento en la SZH ×
 (Cambio en unidades industriales en la SZH) ×
 Cambio del ICA por establecimiento en la SZH +
 Cambio de hogares industriales en la SZH ×
 ICA industria por establecimiento en la SZH × 0.1 [Ec 3.3.10]
- ...

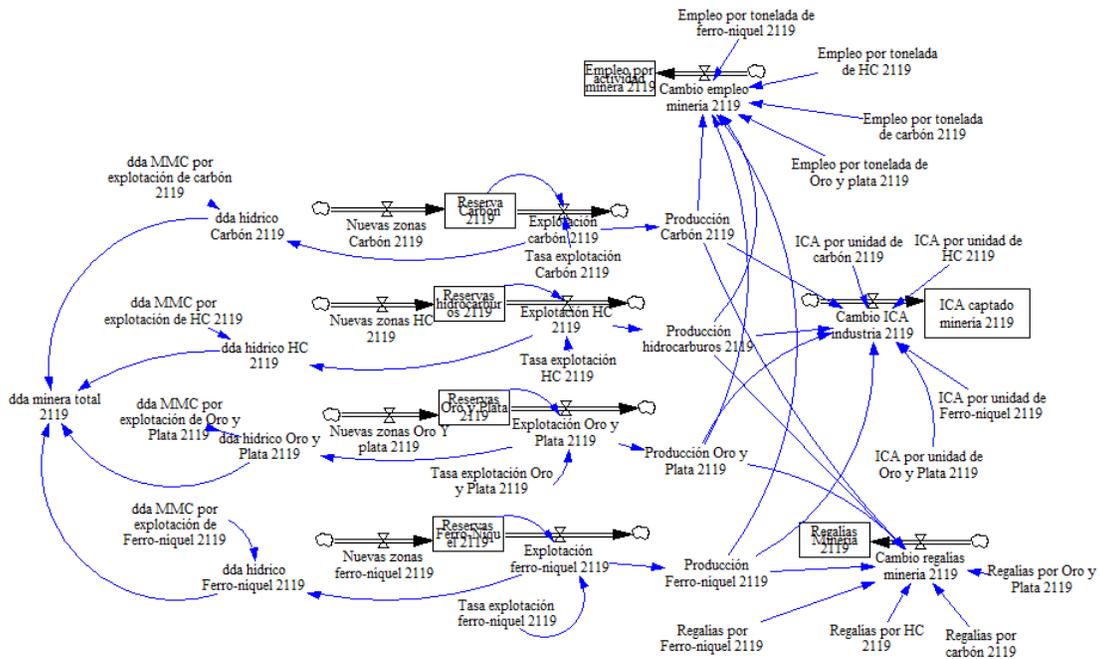
▪ Variación en empleo por establecimientos en la SZH =
 Empleo por establecimiento industrial en la SZH +
 $\int_0^{37} (\text{Variación en empleo por establecimientos en la SZH} \times$
 Cambio de empleo por establecimiento industrial en la SZH)dt [Ec 3.3.11]
- Demanda hídrica por establecimiento industrial en la SZH =
 $\frac{\text{Demanda inicial industria en la SZH}}{\text{Número inicial de establecimientos industriales en la SZH}} +$
 $\int_0^{37} (\text{Crecimiento de demanda industrial en la SZH} \times$
 Demanda hídrica por establecimiento industrial en la SZH)dt [Ec 3.3.12]

- Demanda hídrica por hogar industrial en la SZH = $(0.000724048 \times 0.06) + \int_0^{37} (\text{Demanda hídrica por hogar industrial en la SZH} \times \text{Cambio de demanda hogar industrial en la SZH})dt$ [Ec 3.3.13]

- ICA industria por establecimiento en laSZH = $\frac{\text{ICA inicial SZH}}{\text{Número de establecimientos industriales inicial SZH}} + \int_0^{37} (\text{ICA industria por establecimiento en la SZH} \times (\text{Tasa de cambio del ICA en la SZH}))dt$ [Ec 3.3.14]

- Aporte de NT por unidad hídrica industrial en la SZH = $\text{Concentración inicial de NT industrial en la SZH} \times \text{Tasa de recuperación industrial en la SZH} + \int_0^{37} (\text{Aporte de NT por unidad hídrica industrial en la SZH} \times \text{Tasa de cambio de aportes industriales al IACAL en la SZH})dt$ [Ec 3.3.15]

3.12.1.4 Subsistema Industrial Minero:



A continuación se muestran las diferentes ecuaciones que exhiben la interacción entre variables dentro del Subsistema Industrial Minero:

1. Variables Auxiliares:

- Demanda minera total en la SZH = Demanda hídrica de Carbón en la SZH + Demanda hídrica de HC en la SZH + Demanda hídrica de Oro y Plata en la SZH + Demanda hídrica de Ferro_níquel en la SZH

[Ec 4.0.1]

- Dónde: X_i : Demanda hídrica de i en la SZH
 Y_i : Demanda MMC por explotación de i en la SZH
 Z_i : Explotación de i en la SZH
i = Carbón, HC, Oro y Plata, Ferro_níquel

$$X_i = Y_i \times Z_i$$

[Ec 4.0.2]

- Dónde: X_i : Producción de i en la SZH
 Y_i : Explotación de i en la SZH
i = Carbón, HC, Oro y Plata, Ferro_níquel

$$X_i = Y_i$$

[Ec 4.0.3]

1. Variables Constantes:

- Dónde: X_i : Demanda MMC por explotación de i en la SZH

$$X_i = 0 \quad i = \text{Carbón, HC, Oro y Plata, Ferro_níquel} \quad [Ec 4.1.1]$$

▪ Dónde: X_i : Tasa de explotación de i en la SZH
 $X_i = 0$ $i = \text{Carbón, HC, Oro y Plata, Ferro_níquel}$ [Ec 4.1.2]

▪ Dónde: X_i : Empleo por tonelada de i en la SZH
 $X_i = 0$ $i = \text{Carbón, HC, Oro y Plata, Ferro_níquel}$ [Ec 4.1.3]

▪ Dónde: X_i : Regalías por i en la SZH
 $X_i = 0$ $i = \text{Carbón, HC, Oro y Plata, Ferro_níquel}$ [Ec 4.1.4]

▪ Dónde: X_i : ICA por unidad de i en la SZH
 $X_i = 0$ $i = \text{Carbón, HC, Oro y Plata, Ferro_níquel}$ [Ec 4.1.5]

2. Variables de Nivel y sus Flujos:

▪ Empleo por actividad minera en la SZH = $0 + \int_0^{37} (\text{Cambio de empleo minería en la SZH})dt$ [Ec 4.2.1]

$$\begin{aligned} \text{Cambio de empleo minería en la SZH} = & (\text{Empleo por tonelada de carbón} \times \\ & \text{Producción Carbón}) + (\text{Empleo por tonelada de HC} \times \text{Producción hidrocarburos}) + \\ & (\text{Empleo por tonelada de Oro y plata} \times \text{Producción Oro y Plata}) + \\ & (\text{Empleo por tonelada de Ferro_níquel} \times \text{Producción Ferro_níquel}) \end{aligned} \quad [Ec 4.2.2]$$

▪ ICA captado por minería en la SZH = $0 + \int_0^{37} (\text{Cambio del ICA industria en la SZH})dt$ [Ec 4.2.3]

$$\begin{aligned} \text{Cambio del ICA industria en la SZH} = & (\text{ICA por unidad de carbón en la SZH} \times \\ & \text{Producción Carbón en la SZH}) + (\text{ICA por unidad de HC en la SZH} \times \\ & \text{Producción hidrocarburos en la SZH}) + (\text{ICA por unidad de Oro y Plata en la SZH} \times \\ & \text{Producción Oro y Plata en la SZH}) + (\text{ICA por unidad de Ferro_níquel en la SZH} \times \\ & \text{Producción Ferro_níquel en la SZH}) \end{aligned} \quad [Ec 4.2.4]$$

▪ Regalías por minería en la SZH = $0 + \int_0^{37} (\text{Cambio de regalías minería en la SZH})dt$ [Ec 4.2.5]

$$\begin{aligned} \text{Cambio de regalías minería en la SZH} = & (\text{Regalías por Carbón en la SZH} \times \\ & \text{Producción de Carbón en la SZH}) + (\text{Regalías por HC en la SZH} \times \\ & \text{Producción de Hidrocarburos en la SZH}) + (\text{Regalías por Oro y Plata en la SZH} \times \\ & \text{Producción de Oro y Plata en la SZH}) + (\text{Regalías por Ferro_níquel en la SZH} \times \\ & \text{Producción de Ferro_níquel en la SZH}) \end{aligned} \quad [Ec 4.2.6]$$

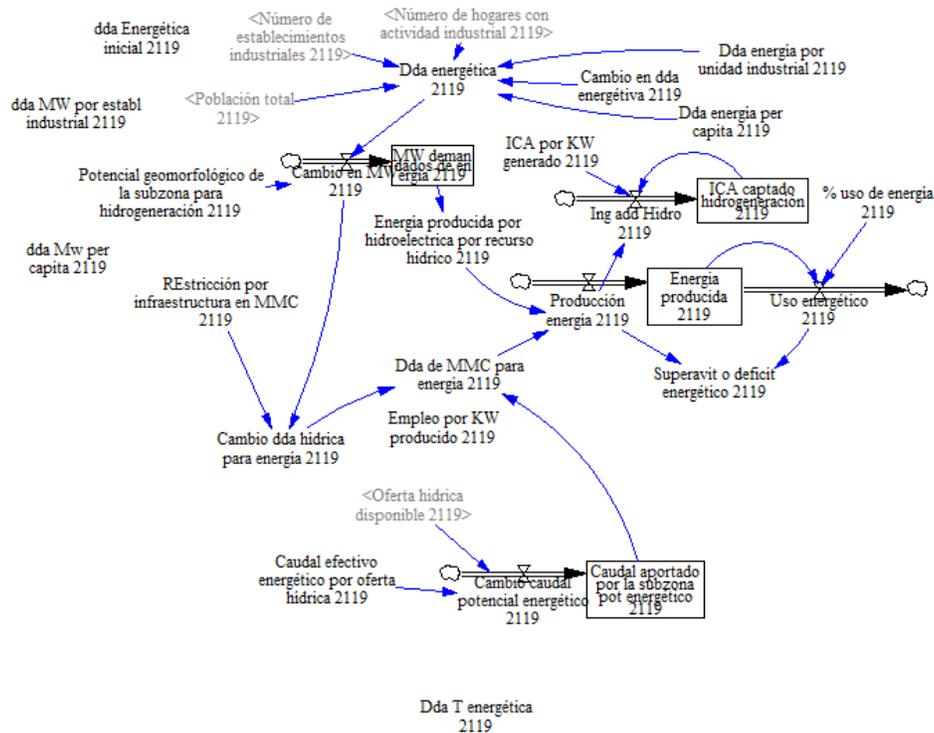
- Dónde: X_i : Reservas de i en la SZH
 Y_i : Nuevas zonas de i en la SZH
 Z_i : Explotación de i en la SZH
 W_i : Tasa de explotación i en la SZH
i = Carbón, HC, Oro y Plata, Ferro_níquel

$$X_i = 0 + \int_0^{37} (Y_i - Z_i) dt \quad [Ec 4.2.7]$$

$$Y_i = 0 \quad [Ec 4.2.8]$$

$$Z_i = X_i \times W_i \quad [Ec 4.2.9]$$

3.12.1.5 Subsistema Hidrogeneración:



A continuación se muestran las diferentes ecuaciones que exhiben la interacción entre variables dentro del Subsistema Hidrogeneración:

- Demanda energética inicial en la SZH =
INITIAL((Número inicial de establecimientos industriales en la SZH ×
Demanda de MW por establecimiento industrial en la SHZ) +
(Población inicial urbana en la SZH × Demanda de MW per cápita en la SZH) +
(Número de hogares con actividad industrial en la SZH ×
Demanda de MW per cápita en la SZH × 1.1)) [Ec 5.0.1]

1. Variables Auxiliares:

- Demanda de MW por establecimiento industrial en la SHZ =
GET XLS CONSTANTS('datos_SHZ.xlsx', 'datos', 'V2') [Ec 5.1.1]
- Demanda de MW per cápita en la SZH =
GET XLS CONSTANTS('datos_SHZ.xlsx', 'datos', 'U2') [Ec 5.1.2]
- Demanda de energía por unidad industrial en la SZH =
GET XLS CONSTANTS('datos_SHZ.xlsx', 'datos', 'V60') [Ec 5.1.3]
- Demanda de energía per cápita en la SZH =
GET XLS CONSTANTS('datos_SHZ.xlsx', 'datos', 'U60') [Ec 5.1.4]
- Cambio de demanda hídrica para energía en la SZH =
Restricción por infraestructura en MMC en la SZH × Cambio en MW en la SZH [Ec 5.1.5]
- Demanda de MMC para energía en la SZH =
Cambio de demanda hídrica para energía en la SZH ×
Caudal aportado por la subzona potencial energético SZH [Ec 5.1.6]
- Energía producida por hidroeléctrica por recurso hídrico en la SZH = 0 ×
MW demandados de energía en la SZH [Ec 5.1.7]
- Superávit o déficit energético en la SZH = Producción de energía en la SZH ×
Uso energético en la SZH [Ec 5.1.8]
- Demanda energética en la SZH = Cambio en demanda energética en la SZH +
(Número de establecimientos industriales en la SZH ×
Demanda de energía por unidad industrial en la SZH + Población total en la SZH ×
Demanda de energía per cápita en la SZH +
Número de hogares con actividad industrial en la SZH ×
Demanda de energía per cápita en la SZH [Ec 5.1.9]

2. Variables Constantes:

- Potencial geomorfológico de la subzona para hidrogenación SZH = 1 [Ec 5.2.1]
- Restricción por infraestructura en MMC en la SZH = 0 [Ec 5.2.2]
- Empleo por KW producido en la SZH = 0 [Ec 5.2.3]
- Caudal efectivo energético por oferta hídrica en la SZH = 0 [Ec 5.2.4]
- ICA por KW generado en la SZH = 0 [Ec 5.2.5]
- Porcentaje de uso de energía en la SZH = 0 [Ec 5.2.6]

▪ Cambio en demanda energética en la SZH = 0.029 [Ec 5.2.7]

▪ Demanda T energética en la SZH = 0 [Ec 5.2.8]

3. Variables de Nivel y sus Flujos:

▪ MW demandados de energía en la SZH = $0 + \int_0^{37} (\text{Cambio en MW en la SZH}) dt$ [Ec 5.3.1]

Cambio en MW en la SZH = Demanda energética en la SZH ×
Potencial geomorfológico de la subzona para hidrogenación SZH [Ec 5.3.2]

▪ ICA captado por hidrogenación en la SZH = $0 + \int_0^{37} (\text{Ingreso adicional por hidrogenación en la SZH}) dt$ [Ec 5.3.3]

Ingreso adicional por hidrogenación en la SZH =
ICA captado por hidrogenación en la SZH × ICA por KW generado en la SZH ×
Producción de energía en la SZH [Ec 5.3.4]

▪ Energía producida en la SZH = $1 + \int_0^{37} (\text{Producción de energía en la SZH} - \text{Uso energético en la SZH}) dt$ [Ec 5.3.5]

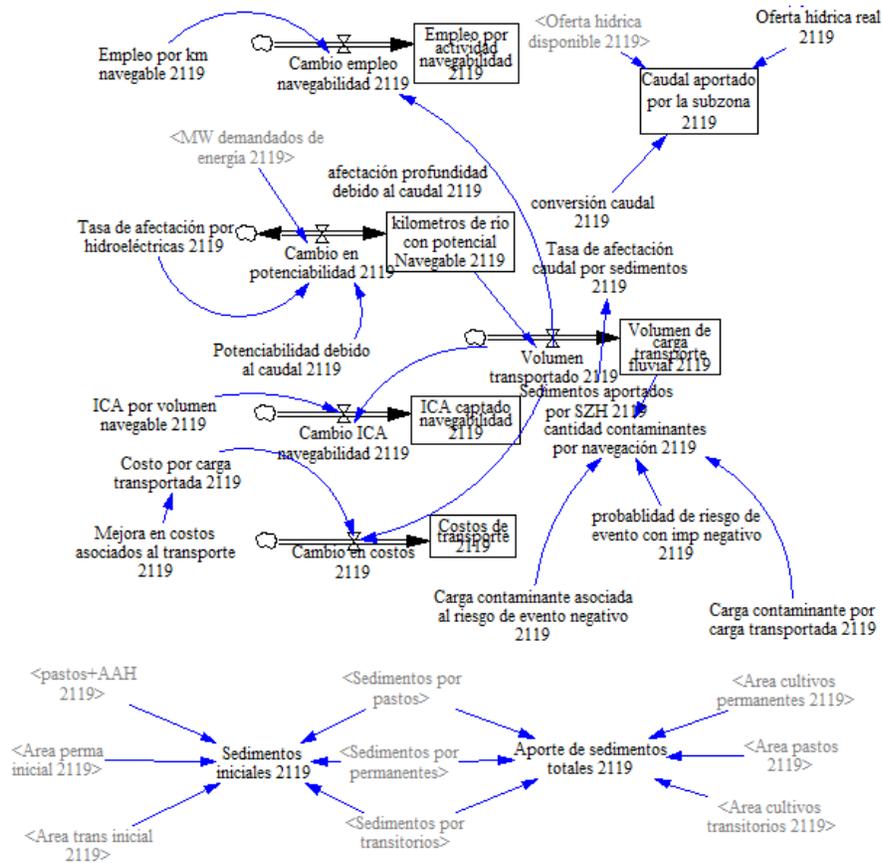
Producción de energía en la SZH = Demanda de MMC para energía en la SZH ×
Energía producida por hidroeléctrica por recurso hídrico en la SZH [Ec 5.3.6]

Uso energético en la SZH = (Porcentaje de uso de energía en la SZH) ×
Energía producida en la SZH [Ec 5.3.7]

▪ Caudal aportado por la subzona potencial energético en la SZH = $0 + \int_0^{37} (\text{Cambio de caudal potencial energético en la SZH}) dt$ [Ec 5.3.8]

Cambio de caudal potencial energético en la SZH =
Oferta hídrica disponible en la SZH ×
Caudal efectivo energético por oferta hídrica en la SZH × 0 [Ec 5.3.9]

3.12.1.6 Subsistema Navegabilidad:



A continuación se muestran las diferentes ecuaciones que exhiben la interacción entre variables dentro del Subsistema Navegabilidad:

1. Variables Auxiliares:

- Área inicial cultivos permanentes en la SZH =
GET XLS CONSTANTS('datos_SHZ.xlsx', 'datos', 'Q60') [Ec 6.1.1]
- Área inicial cultivos transitorios en la SZH =
GET XLS CONSTANTS('datos_SHZ.xlsx', 'datos', 'P60') [Ec 6.1.2]
- Sedimentos por pastos =
GET XLS CONSTANTS('datos_SHZ.xlsx', 'datos', 'Y2') [Ec 6.1.3]
- Sedimentos por cultivos permanentes =
GET XLS CONSTANTS('datos_SHZ.xlsx', 'datos', 'Z2') [Ec 6.1.4]
- Sedimentos por cultivos transitorios =
GET XLS CONSTANTS('datos_SHZ.xlsx', 'datos', 'AA2') [Ec 6.1.5]
- Conversión caudal en la SZH = $1e + 006/3.1536e + 007$ [Ec 6.1.6]

- Tasa de afectación caudal por sedimentos en la SZH =
Sedimentos aportados por SZH [Ec 6.1.7]

- Cantidad de contaminantes por navegación en la SZH =
Probabilidad de riesgo de evento con impacto negativo en la SZH ×
Carga contaminante asociada al riesgo de evento negativo en la SZH +
Carga contaminante por carga transportada en la SZH ×
Volumen de carga transporte fluvial en la SZH [Ec 6.1.8]

- Sedimentos iniciales en la SZH = (Área inicial cultivos permanentes en la SZH ×
Sedimentos por cultivos permanentes) + (Área inicial cultivos transitorios en la SZH ×
Sedimentos por cultivos transitorios) + ("Pastos + AAH en la SZH" ×
Sedimentos por pastos) [Ec 6.1.9]

- Aporte de sedimentos totales en la SZH = (Área de cultivos permanentes en la SZH ×
Sedimentos por permanentes) + (Área de cultivos transitorios en la SZH ×
Sedimentos por transitorios) + (Área de pastos en la SZH × Sedimentos por pastos)
[Ec 6.1.10]

- 2. Variables Constantes:
 - Empleo por km navegable en la SZH = 0 [Ec 6.2.1]
 - Afectación profundidad debido al caudal en la SZH = 0 [Ec 6.2.2]
 - Tasa de afectación por hidroeléctricas en la SZH = 0 [Ec 6.2.3]
 - Sedimentos aportados por SZH = 0 [Ec 6.2.4]
 - Potenciabilidad debido al caudal en la SZH = 0 [Ec 6.2.5]
 - ICA por volumen navegable en la SZH = 0 [Ec 6.2.6]
 - Mejora en costos asociados al transporte en la SZH = 0 [Ec 6.2.7]
 - Carga contaminante asociada al riesgo de evento negativo en la SZH = 0 [Ec 6.2.8]
 - Carga contaminante por carga transportada en la SZH = 0 [Ec 6.2.9]
 - Probabilidad de riesgo de evento con impacto negativo en la SZH = 0 [Ec 6.2.10]

- 3. Variables de Nivel y sus Flujos:
 - Empleo por actividad navegabilidad en la SZH = 0 +
 $\int_0^{37} (\text{Cambio de empleo navegabilidad en la SZH}) dt$ [Ec 6.3.1]

Cambio de empleo navegabilidad en la SZH = Empleo por km navegable en la SZH ×
Volumen transportado en la SZH [Ec 6.3.2]

- Kilómetros de río con potencial navegable en la SZH = 0 +
 $\int_0^{37} (\text{Cambio en potenciabilidad en la SZH}) dt$ [Ec 6.3.3]

Cambio en potenciabilidad en la SZH = (MW demandados de energía en la SZH ×
Tasa de afectación por hidroeléctricas en la SZH +
Potenciabilidad debido al caudal en la SZH) [Ec 6.3.4]

- ICA captado por navegabilidad en la SZH = 0 +
 $\int_0^{37} (\text{Cambio del ICA por navegabilidad en la SZH}) dt$ [Ec 6.3.5]

Cambio del ICA por navegabilidad en la SZH = ICA por volumen navegable en la SZH ×
Volumen transportado en la SZH [Ec 6.3.6]

- Costos de transporte en la SZH = 0 + $\int_0^{37} (\text{Cambio en costos en la SZH}) dt$ [Ec 6.3.7]

Cambio en costos en la ZH = Costo por carga transportada en la SZH ×
Volumen transportado en la SZH [Ec 6.3.8]

- Caudal aportado por la subzona SZH = Conversión caudal en la SZH ×
Oferta hídrica disponible en la SZH × $\frac{\text{Oferta hídrica real en la SZH}}{\text{Oferta hídrica disponible en la SZH}}$
[Ec 6.3.9]

- Volumen de carga transporte fluvial en la SZH = 0 +
 $\int_0^{37} (\text{Volumen transportado en la SZH}) dt$ [Ec 6.3.10]

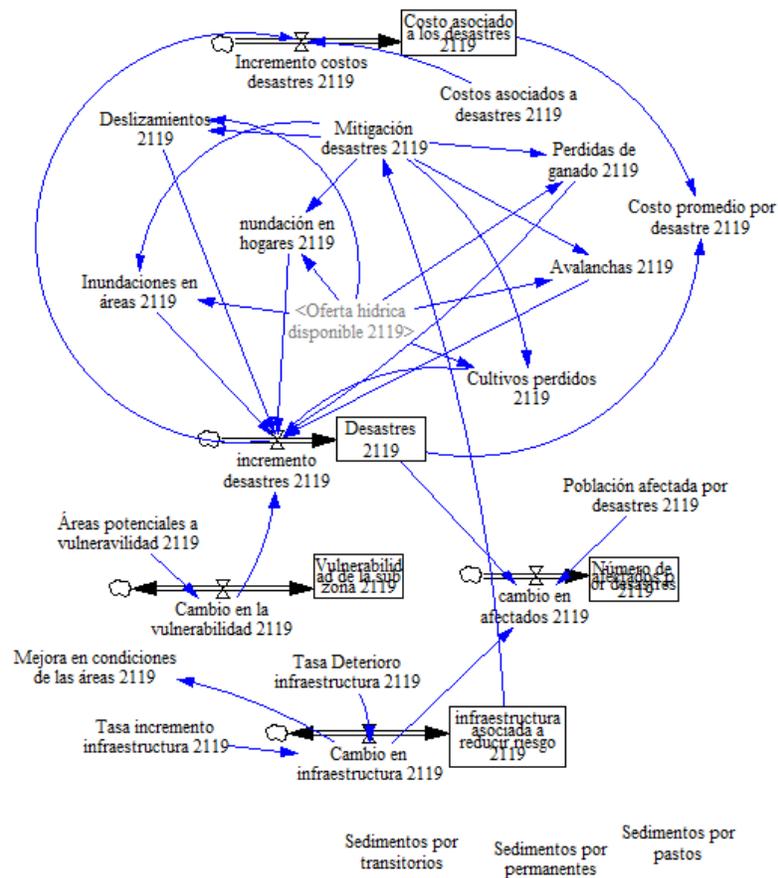
Volumen transportado en la SZH =
Kilómetros de río con potencial navegable en la SZH [Ec 6.3.11]

- Oferta hídrica disponible en la SZH = Oferta hídrica inicial en la SZH +
 $\int_0^{37} (\text{Flujo de recuperación en la SZH} + \text{Flujo externo a SZH} -$
 $\text{Flujo de uso en la SZH}) dt$ [Ec 6.3.12]

- MW demandados de energía en la SZH = 0 +
 $\int_0^{37} (\text{Cambio en MW en la SZH}) dt$ [Ec 6.3.13]

- Costo por carga transportada en la SZH = 0 +
 $\int_0^{37} (\text{Costo por carga transportada en la SZH} \times$
 $\text{Mejora en costos asociados al transporte en la SZH}) dt$ [Ec 6.3.14]

3.12.1.7 Subsistema Riesgo:



A continuación se muestran las diferentes ecuaciones que exhiben la interacción entre variables dentro del Subsistema Riesgo:

1. Variables Auxiliares:

- Deslizamientos en la SZH =
 IF [(Mitigación de desastres en la SZH<Oferta hídrica disponible en la SZH)
 THEN(0)
 ELSE(1)] [Ec 7.1.1]
- Mitigación de desastres en la SZH = $1 \times$
 Infraestructura asociada a reducir riesgo en la SZH [Ec 7.1.2]
- Pérdidas de ganado en la SZH =
 IF [(Mitigación de desastres en la SZH<Oferta hídrica disponible en la SZH)
 THEN(0)
 ELSE(1)] [Ec 7.1.3]
- Inundación en hogares en la SZH =
 IF [(Mitigación de desastres en la SZH<Oferta hídrica disponible en la SZH)
 THEN(0)

ELSE(1)] [Ec 7.1.4]

- Avalanchas en la SZH =
IF [(Mitigación de desastres en la SZH < Oferta hídrica disponible en la SZH)
THEN(0)
ELSE(1)] [Ec 7.1.5]

- Costo promedio por desastre en la SZH = Desastres en la SZH ×
Costo asociado a los desastres en la SZH [Ec 7.1.6]

- Inundaciones en áreas en la SZH =
IF [(Mitigación de desastres en la SZH < Oferta hídrica disponible en la SZH)
THEN(0)
ELSE(1)] [Ec 7.1.7]

- Cultivos perdidos en la SZH =
IF [(Mitigación de desastres en la SZH < Oferta hídrica disponible en la SZH)
THEN(0)
ELSE(1)] [Ec 7.1.8]

- Mejora en condiciones de las áreas en las SZH = 0 ×
Cambio en infraestructura en la SZH [Ec 7.1.9]

2. Variables Constantes:

- Costos asociados a desastres en la SZH = 1 [Ec 7.2.1]
- Áreas potenciales a vulnerabilidad en la SZH = 0 [Ec 7.2.2]
- Tasa de incremento de infraestructura en la SZH = 0 [Ec 7.2.3]
- Tasa de deterioro de infraestructura en la SZH = 0 [Ec 7.2.4]
- Población afectada por desastres en la SZH = 0 [Ec 7.2.5]

3. Variables de Nivel y sus Flujos:

- Costo asociado a los desastres en la SZH = 2 +
 $\int_0^{37} (\text{Incremento de costos por desastres en la SZH}) dt$ [Ec 7.3.1]

Incremento de costos por desastres en la SZH =
Costos asociados a desastres en la SZH × Incremento de desastres en la SZH [Ec 7.3.2]

- Desastres en la SZH = 1000 + $\int_0^{37} (\text{Incremento de desastres en la SZH}) dt$ [Ec 7.3.3]

Incremento de desastres en la SZH = Avalanchas en la SZH +
Cultivos perdidos en la SZH + Deslizamientos en la SZH +

Inundaciones en áreas en las SZH + Inundación en hogares en las SZH + Pérdidas de ganado en la SZH + Cambio en la vulnerabilidad en la SZH [Ec 7.3.4]

- Vulnerabilidad de la subzona SZH = $0 + \int_0^{37} (\text{Cambio en la vulnerabilidad en la SZH}) dt$ [Ec 7.3.5]

Cambio en la vulnerabilidad en la SZH = Áreas potenciales a vulnerabilidad en la SZH [Ec 7.3.6]

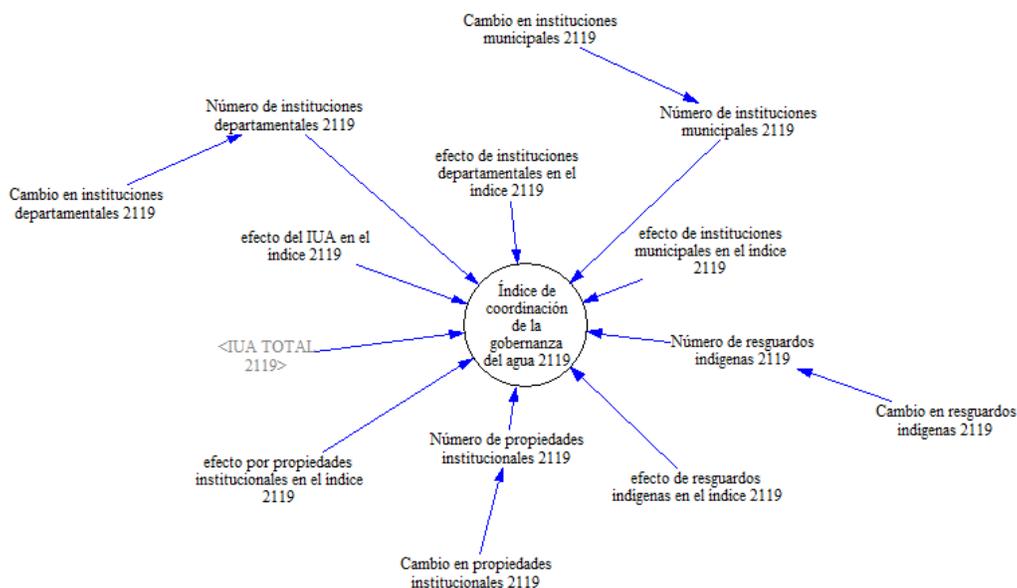
- Número de afectados por desastres en la SZH = $0 + \int_0^{37} (\text{Cambio en afectados en la SZH}) dt$ [Ec 7.3.7]

Cambio en afectados en la SZH = Cambio en infraestructura en la SZH × Población afectada por desastres en la SZH × Desastres en la SZH [Ec 7.3.8]

- Infraestructura asociada a reducir riesgo en la SZH = $1 + \int_0^{37} (\text{Cambio en infraestructura en la SZH}) dt$ [Ec 7.3.9]

Cambio en infraestructura en la SZH = Tasa de deterioro de infraestructura en la SZH × Tasa de incremento de infraestructura en la SZH [Ec 7.3.10]

3.12.1.8 Subsistema Socio Político:



A continuación se muestran las diferentes ecuaciones que exhiben la interacción entre variables dentro del Subsistema Socio Político:

1. Variables Auxiliares:

- Índice de coordinación de la gobernanza del agua en la SZH =
 (Efecto de instituciones departamentales en el índice en la SZH ×
 Número de instituciones departamentales en la SZH) +
 (Efecto de instituciones municipales en el índice en la SZH ×
 Número de instituciones municipales en la SZH) +
 (Efecto de resguardos indígenas en el índice en la SZH ×
 Número de resguardos indígenas en la SZH) + (Efecto del IUA en el índice en la SZH ×
 IUA total en la SZH) + (Efecto por propiedades institucionales en el índice en la SZH ×
 Número de propiedades institucionales en la SZH) [Ec 8.1.1]

- IUA total en la SZH = IUA agropecuario en la SZH + IUA doméstico en la SZH +
 IUA industrial en la SZH [Ec 8.1.2]

2. Variables tratadas como Constantes en las primeras versiones del modelo:

- Cambio en instituciones departamentales en la SZH = 0 [Ec 8.2.1]

- Cambio en resguardos indígenas en la SZH = 0 [Ec 8.2.2]

- Cambio en instituciones municipales en la SZH = 0 [Ec 8.2.3]

- Cambio en propiedades institucionales en la SZH = 0 [Ec 8.2.4]

- Efecto de instituciones departamentales en el índice en la SZH = 0 [Ec 8.2.5]

- Efecto del IUA en el índice en la SZH = 0 [Ec 8.2.6]

- Efecto por propiedades institucionales en el índice en la SZH = 0 [Ec 8.2.7]

- Efecto de instituciones municipales en el índice en la SZH = 0 [Ec 8.2.8]

- Efecto de resguardos indígenas en el índice en la SZH = 0 [Ec 8.2.9]

3. Variables de Nivel y sus Flujos:

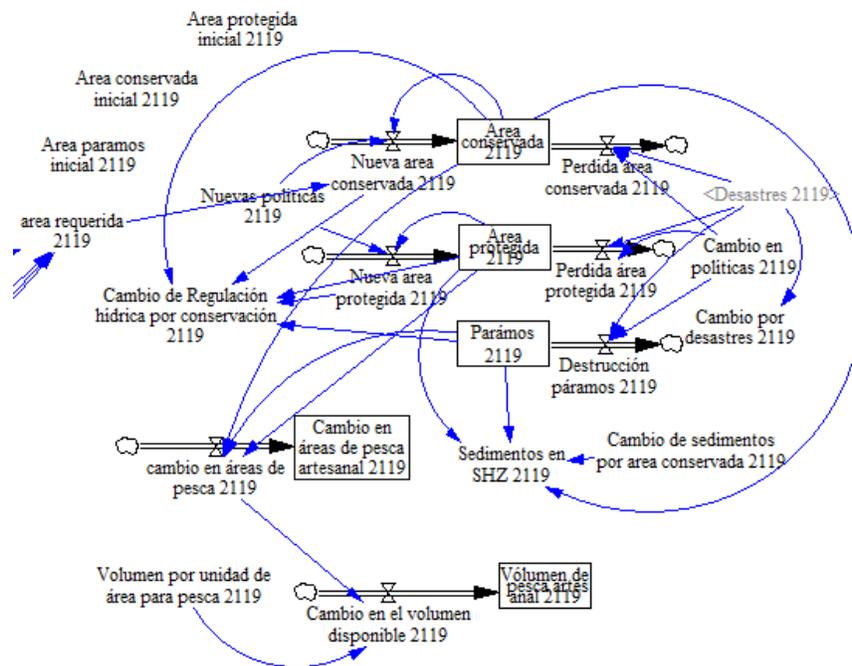
- Número de instituciones departamentales en la SZH = 0 + \int_0^{37} (Número de instituciones departamentales en la SZH × Cambio en instituciones departamentales en la SZH) dt [Ec 8.3.10]

- Número de resguardos indígenas en la SZH = 0 + \int_0^{37} (Número de resguardos indígenas en la SZH × Cambio en resguardos indígenas en la SZH) dt [Ec 8.3.11]

- Número de instituciones municipales en la SZH = 0 + \int_0^{37} (Número de instituciones municipales en la SZH × Cambio en instituciones municipales en la SZH) dt [Ec 8.3.12]

- Número de propiedades institucionales en la SZH = 0 + \int_0^{37} (Número de propiedades institucionales en la SZH × Cambio en propiedades institucionales en la SZH) dt [Ec 8.3.13]

3.12.1.9 **Subsistema Conservación:**



A continuación se muestran las diferentes ecuaciones que exhiben la interacción entre variables dentro del Subsistema Conservación:

- Nuevas políticas en la SZH: INTERPOLATE: :=
GET XLS DATA('datos_SHZ.xlsx', 'cambio cobertura', '1', 'B60') [Ec 9.0.1]

- 1. Variables Auxiliares:
 - Área protegida inicial en la SZH =
GET XLS CONSTANTS('datos_SHZ.xlsx', 'datos', 'AC60') [Ec 9.1.1]

 - Área conservada inicial en la SZH =
GET XLS CONSTANTS('datos_SHZ.xlsx', 'datos', 'AB60') [Ec 9.1.2]

 - Área páramos inicial en la SZH =
GET XLS CONSTANTS('datos_SHZ.xlsx', 'datos', 'AD60') [Ec 9.1.3]

 - Sedimentos en la SHZ = (Área conservada en la SZH + Área protegida en la SZH +
Parámos en la SZH) × Cambio de sedimentos por área conservada en la SZH [Ec 9.1.4]

 - Área requerida en la SZH =
IF [(Área de pastos en las SZH - Pasto total requerido en la SZH ≥ 0)
THEN(0)
ELSE(-(Crecimiento poblacional en la SZH × Demanda de área carne por persona en la SZH
))] [Ec 9.1.5]

 - Cambio de regulación hídrica por conservación en la SZH =

IF [(Área conservada en la SZH = 0) & (Área protegida en la SZH = 0))
THEN(0)
ELSE(IF[(Área conservada en la SZH = 0) & (Área protegida en la SZH ≠ 0))
THEN (0 + ($\frac{\text{Nueva área protegida en la SZH}}{\text{Área protegida en la SZH}}$) + Parámos en la SZH × 0)
ELSE(IF[(Área conservada en la SZH ≠ 0) & (Área protegida en la SZH = 0)
THEN(0)
ELSE ($\frac{\text{Nueva área conservada en la SZH}}{\text{Área conservada en la SZH}}$ + (0) + Parámos en la SZH × 0)
)))] [Ec 9.1.6]

- 2. Variables Constantes:
 - Cambio en políticas en la SZH = 0 [Ec 9.2.1]

 - Cambio por desastres en la SZH = 0 × Desastres en la SZH [Ec 9.2.2]

 - Cambio de sedimentos por área conservada en la SZH = 0 [Ec 9.2.3]

 - Volumen por unidad de área para pesca en la SZH = 0 [Ec 9.2.4]

3. Variables de Nivel y sus Flujos:

- Área conservada en la SZH = Área conservada inicial en la SZH +
 $\int_0^{37} (\text{Nueva área conservada en la SZH} - \text{Pérdida de área conservada en la SZH}) dt$ [Ec 9.3.1]

Nueva área conservada en la SZH = Área conservada en la SZH ×
Nuevas políticas en la SZH + Área requerida en la SZH
[Ec 9.3.2]

Pérdida de área conservada en la SZH = Cambio en políticas en la SZH ×
Desastres en la SZH × 0 [Ec 9.3.3]
- Área protegida en la SZH = Área protegida inicial en la SZH +
 $\int_0^{37} (\text{Nueva área protegida en la SZH} - \text{Pérdida de área protegida en la SZH}) dt$ [Ec 9.3.4]

Nueva área protegida en la SZH = Área protegida en la SZH ×
Nuevas políticas en la SZH [Ec 9.3.5]

Pérdida de área protegida en la SZH = Cambio en políticas en la SZH ×
Desastres en la SZH × 0 [Ec 9.3.6]
- Parámos en la SZH = Área inicial páramos en la SZH +
 $\int_0^{37} (-\text{Destrucción de páramos en la SZH}) dt$ [Ec 9.3.7]

Destrucción de páramos en la SZH = Cambio en políticas en la SZH +
Desastres en la SZH [Ec 9.3.8]
- Cambio en áreas de pesca artesanal en la SZH = 0 +
 $\int_0^{37} (\text{Cambio en áreas de pesca en la SZH}) dt$ [Ec 9.3.9]

Cambio en áreas de pesca en la SZH = Área conservada en la SZH ×
Área protegida en la SZH × Parámos en la SZH
[Ec 9.3.10]
- Volumen de pesca artesanal en la SZH = 0 +
 $\int_0^{37} (\text{Cambio en el volumen disponible en la SZH}) dt$ [Ec 9.3.11]

Cambio en el volumen disponible en la SZH = Cambio en áreas de pesca en la SZH ×
Volumen por unidad de área para pesca en la SZH × 0 [Ec 9.3.12]

