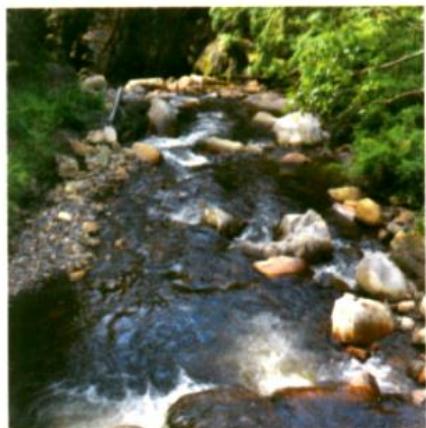


NUESTRA AGUA

¿de dónde viene y para dónde va?

Ernesto Guhl Nannetti



NUESTRA AGUA

¿DE DÓNDE VIENE Y PARA DÓNDE VA?



Ernesto Guhl Nannetti

Esta obra es propiedad registrada de la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá - ESP (EAB - ESP), como resultado de producto del contrato de consultoría No. 2-02-12100-0649-2012, celebrado entre la EAAB-ESP y el Instituto para el Desarrollo Sostenible- QUINAXI, dirigida por Ernesto Guhl Nannetti.

Gerente Corporativo de Planeamiento y Control
Coordinador Grupo de Agua y Territorio
Francisco Canal Albán
Director e investigador principal
Ernesto Guhl Nanetti

Investigador en economía ambiental
Guillermo Rudas Lleras

Investigador en economía ambiental
Guillermo Rudas Lleras

Investigadora asistente
Marcela Wagner Medina

Asistente Administrativa
Claudia Lovera

Diseño y Diagramación
Andrés Quintero
Bernardo José Campillo

Impresión
Induprint S.A.S
www.induprintsa.com

Primera parte

- MENSAJES CLAVE

1. LA SITUACIÓN GLOBAL Y REGIONAL DEL AGUA 36

El papel vital del agua

// Cosmovisiones del agua y tecnologías ancestrales para su manejo

Situación global del agua dulce

// Indicadores de la cantidad de agua

La Región Andina, una excepción notable al panorama global de escasez

Los usos del agua

// Agua potable y saneamiento

// El ciclo del uso del agua

// La huella del agua

Las amenazas para el agua

// Cambio climático

// Fenómenos del Niño y de la Niña

// Actividades insostenible

// Urbanización

// Actividades agropecuarias

// Minería

2. EVOLUCIÓN DE LA GESTIÓN DEL AGUA PARA LA SOSTENIBILIDAD 76

Marco conceptual

// Lo ambiental

// Los límites

// La huella ecológica

// Hacia una definición de la sostenibilidad

// La sostenibilidad fuerte y la sostenibilidad débil

La evolución de las formas de gestión del agua

// La Línea Dura: Gestión con base en la oferta

// La Línea Blanda: Gestión con base en la demanda

// La Gestión Integrada del Agua, GIRH

// La articulación de la gestión del agua con la estrategia de desarrollo territorial

// Fortalezas y debilidades de los enfoques sistémicos para la gestión del agua

La Nueva Cultura del Agua

// Los principios de la Nueva Cultura del Agua

La Gestión Integrada del Agua, GIRH

// Definición

// Principios

3. EL AGUA COMO DETERMINANTE DE LA SOSTENIBILIDAD TERRITORIAL 112

Marco conceptual

// ¿Qué es un territorio sostenible?

// Sistema lógico para aplicar la GIRH como apoyo a la sostenibilidad territorial

// Objetivo General:

// Objetivos Específicos:

// Estrategias y programas:

Modelo operacional para la gestión sostenible del territorio y el agua

// Actores de la GIRH y su tipología funcional

// Los espacios y mecanismos para la articulación y participación de los actores del agua

// Instrumentos para la gestión del agua: regulación directa, señales económicas y mecanismos de financiación

Segunda parte

4. EL ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA BOGOTÁ	144
La Sabana de Bogotá y el agua	
Desarrollo del abastecimiento de agua para Bogotá	
Aguas subterráneas	
Ampliación del servicio a los municipios vecinos y a barrios desconectados	
La descontaminación del río Bogotá	
El ordenamiento territorial y la visión regional en Bogotá, D.C	
// El ordenamiento territorial en el Distrito Capital	
// La visión regional en el Distrito Capital	
El futuro del agua en la región	
5. HACIA UN TERRITORIO SOSTENIBLE EN LA REGIÓN HÍDRICA DEL RÍO BOGOTÁ (RHB)	192
Delimitación de la Región Hídrica del río Bogotá (RHB)	
// Criterios de delimitación para la RHB	
// Criterio hidrográfico	
// Criterio político-administrativo	
// Criterio ecosistémico	
// Propuesta territorial para la RHB	
// Criterio hidrográfico	
// Criterio político-administrativo	
// Criterio ecosistémico	
// Propuesta de delimitación de la RHB	
Caracterización de la RHB	
// La calidad de agua del río Bogotá	
La gestión del agua y el territorio en Colombia	
// La planificación de la gestión del agua y el territorio	
// La evaluación de la aplicación de la GIRH	
6. EL MODELO OPERACIONAL PARA LA GIRH EN LA RHB	230
Planificación participativa	
// Actores para la gestión del agua	
// Espacios y mecanismos de participación, articulación y cooperación interinstitucional	
// Consejo de Cuenca	
// Secretaría Técnica	
// Plan Director	
// Objetivo General	
// Objetivos Específicos	
// Plan de Acción	
// Fondo de la Región Hídrica del río Bogotá (RHB)	
Financiación de instrumentos de regulación directa	
// Incentivos económicos e inversiones obligatorias	
// Tasas por uso del agua	
// Tasas retributivas	
// Tasas compensatorias	
// Transferencias del sector eléctrico	
// Inversiones obligatorias en conservación de cuencas abastecedoras	
// Porcentaje del predial municipal y distrital a la CAR	
// Fondo de tratamiento de aguas residuales del río Bogotá	
// Sistema General de Participaciones (SGP)	
// Sistema General de Regalías (SGR)	
// Generación y administración de recursos financieros	
Escenarios de generación de recursos con base en el marco jurídico y financiero existente	
La gestión regional	
APÉNDICE	272
// Disponibilidad de recursos para el Fondo para la Región Hídrica del río Bogotá (Fondo RHB).	
- BIBLIOGRAFÍA	283
- PÁGINAS WEB DE INTERÉS	296
- ACRÓNIMOS	298
- ANEXOS	300
Anexo 1	
Anexo 2	

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Porcentaje del total de los recursos hídricos globales.</i>	17	<i>Figura 4.5 Línea de tiempo: el agua en Bogotá.</i>	150
<i>Figura 1.1 Distribución de agua a nivel global.</i>	38	<i>Figura 4.6 Crecimiento urbano y captación de agua de Bogotá (1584-2010).</i>	161
<i>Figura 1.2 El planeta agua.</i>	39	<i>Figura 4.7 Concesiones vigentes del sistema de abastecimiento de agua superficial de la EAB</i>	164
<i>Figura 1.3 Representación de los puentes de hidrógeno.</i>	40	<i>Figura 4.8 Demanda histórica de agua en Bogotá 1939-2008 (m³/s).</i>	166
<i>Figura 1.4 El ciclo hidrológico en el mundo.</i>	41	<i>Figura 4.9 Consumo de agua diversos usuarios de Bogotá D.C.</i>	167
<i>Figura 1.5 Porcentaje del total de los recursos hídricos globales.</i>	44	<i>Figura 4.10 Demanda histórica de agua (m³) 2003-2012.</i>	170
<i>Figura 1.6 Porcentaje del total de la precipitación global.</i>	44	<i>Figura 4.11 Esquema de localización de las obras de saneamiento del río Bogotá (EAB 2009)</i>	180
<i>Figura 1.7 Disponibilidad de agua dulce per cápita.</i>	46	<i>Figura 4.12 Escenario de proyección de oferta y demanda. Estudios de costos y tarifas 2005.</i>	189
<i>Figura 1.8 Precipitación promedio anual por regiones 2011.</i>	47	<i>Figura 5 Espacios y mecanismos de participación y articulación interinstitucional.</i>	21
<i>Figura 1.9 Índice TARWR por regiones.</i>	48	<i>Figura 5.1 Perfil longitudinal del río Bogotá y división de la cuenca en Alta-Media-Baja.</i>	199
<i>Figura 1.10 Índice TARWR per cápita por regiones.</i>	48	<i>Figura 5.2 Criterios para la delimitación de la RHB.</i>	204
<i>Figura 1.11 Precipitación promedio Comunidad Andina.</i>	49	<i>Figura 5.3 Fluviograma del río Bogotá.</i>	214
<i>Figura 1.12 Índice TARWR países de la Comunidad Andina.</i>	50	<i>Figura 5.4 Esquema de planificación ambiental según la legislación vigente 2013.</i>	221
<i>Figura 1.13 Precipitación promedio Comunidad Andina.</i>	50	<i>Figura 5.5 Ciclo de la gestión ambiental.</i>	223
<i>Figura 1.14 Ciclo hidrológico de la vertiente oriental de los Andes.</i>	52	<i>Figura 6 Escenario de proyección de oferta y demanda. Estudios de costos y tarifas 2005.</i>	22
<i>Figura 1.15 Proporción del tamaño del territorio en proporción al uso del agua (1987-2003).</i>	53	<i>Figura 6.1 Acueducto de Bogotá: Concesiones vigentes (m³/seg) y tasas por uso del agua.</i>	248
<i>Figura 1.16 Porcentaje de uso del agua de diferentes sectores en Colombia</i>	55	<i>Figura 6.2 Facturación y Recaudo de Tasas Retributivas 2007-2010 de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR</i>	251
<i>Figura 1.17 Porcentaje de la población con acceso al agua potable en el 2010.</i>	56	<i>Figura 6.3 Escenarios de fuentes de recursos del Fondo para la Región Hídrica del río Bogotá. (Fondo RHB) (Miles de millones de pesos anuales).</i>	266
<i>Figura 1.18 Porcentaje de la población con acceso al saneamiento básico en el 2010.</i>	57	<i>Figura 6.4 Escenarios de origen y destino de recursos del Fondo para la Región Hídrica del río Bogotá (Fondo RHB) (Miles de millones de pesos anuales).</i>	268
<i>Figura 1.19 Ciclo de usos del agua.</i>	59	<i>Figura 7. Modelo operacional para la GIRH y la sostenibilidad territorial.</i>	27
<i>Figura 1.20 Agua necesaria para la producción de diferentes productos.</i>	61	<i>Figura 8. Síntesis de escenarios financieros del Fondo para la RHB (Miles de millones de pesos anuales).</i>	29
<i>Figura 1.21 Cuadro sinóptico del Cambio Climático causas y efectos.</i>	65	<i>Figura 9. Fluviograma del río Bogotá.</i>	30
<i>Figura 1.22 Variables meteorológicas en el Océano Pacífico bajo el fenómeno del niño y la niña.</i>	67	<i>Figura 10. Escenarios de origen y destino de recursos del Fondo para la RHB (Miles de millones de pesos anuales).</i>	32
<i>Figura 1.23 Impactos de las actividades de minería a cielo abierto.</i>	71		
<i>Figura 2 Disponibilidad de agua dulce per cápita. (SGCAN, 2010).</i>	18		
<i>Figura 2.1 Índice de Planeta Vivo Global. Límites de confianza del 95%.</i>	83		
<i>Figura 2.2 Esquema simplificado del concepto de sostenibilidad.</i>	88		
<i>Figura 2.3 Esquema de respuesta de un ecosistema a una perturbación.</i>	92		
<i>Figura 2.4 Comparación de las visiones sobre sostenibilidad.</i>	93		
<i>Figura 2.5 Evolución de la gestión del agua.</i>	97		
<i>Figura 3 Las relaciones entre los componentes del sistema lógico.</i>	19		
<i>Figura 3.1 Las relaciones entre los componentes del sistema lógico.</i>	119		
<i>Figura 3.2 Modelo operacional para la GIRH y la sostenibilidad territorial.</i>	122		
<i>Figura 3.3 Tipología funcional de los actores para la GIRH y la sostenibilidad territorial.</i>	126		
<i>Figura 3.4 Actores en el ciclo del uso del agua.</i>	128		
<i>Figura 3.5 Espacios y mecanismos de participación y articulación interinstitucional.</i>	134		
<i>Figura 3.6 Regulación directa e instrumentos económicos en la gestión del agua.</i>	139		
<i>Figura 4 Evolución de la gestión del agua.</i>	20		
<i>Figura 4.1 Crecimiento de la población en Bogotá (1905-2013).</i>	146		
<i>Figura 4.2 Perfil sinóptico a través de la Cordillera Oriental.</i>	146		
<i>Figura 4.3 Circulación atmosférica diurna en un amplio valle estructural longitudinal (“efecto sartén”)</i>	147		
<i>Figura 4.4 Climadiagramas del altiplano de la Cordillera Oriental, 1974.</i>	148		

ÍNDICE DE MAPAS

<i>Mapa 1 Propuesta de delimitación de la RHB.</i>	24
<i>Mapa 4.1 Límite corredor páramo Guerrero-Chingaza-Sumapaz.</i>	186
<i>Mapa 5.1 Criterio hidrográfico.</i>	200
<i>Mapa 5.2 Criterio político-administrativo.</i>	202
<i>Mapa 5.3 Criterio ecosistémico.</i>	203
<i>Mapa 5.4 Propuesta de delimitación de la RHB.</i>	205

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.1 Recursos hídricos de los principales ríos del mundo.</i>	45
<i>Tabla 1.2 Precipitación y TARWR en diferentes continentes.</i>	47
<i>Tabla 1.3 Consumo mundial de agua.</i>	54
<i>Tabla 1.4 Huella hídrica global y de algunos países (m³/hab/año).</i>	61
<i>Tabla 1.5 Impactos de las actividades insostenibles sobre la calidad del agua.</i>	68
<i>Tabla 2.1 Características de los enfoques sistémicos.</i>	102
<i>Tabla 3.1 Las 10 aglomeraciones urbanas más pobladas del mundo en 1950 y en 2010.</i>	114
<i>Tabla 3.2 Tipología de los actores y su función principal.</i>	127
<i>Tabla 4.1 Características del servicio de acueducto y alcantarillado de la EAB.</i>	162
<i>Tabla 4.2 Fuentes de agua superficial utilizadas por la EAB en los sistemas de abastecimiento de la ciudad de Bogotá y municipios vecinos.</i>	163
<i>Tabla 4.3 Características de los embalses de la cuenca del río Bogotá.</i>	165
<i>Tabla 4.4 Características de las plantas de potabilización que opera la EAB.</i>	165
<i>Tabla 5.1 Características de los criterios de delimitación para aplicar en la RHB.</i>	197
<i>Tabla 5.2 División de la RHB desde el punto de vista de la gestión del agua.</i>	207
<i>Tabla 5.3 Población y PIB de la RHB.</i>	208
<i>Tabla 5.4 Objetivos de Calidad para los ríos de Bogotá, D.C para el 2012, Resolución 5731 del 2008.</i>	217
<i>Tabla 5.5 Parámetros de calidad de los ríos de Bogotá, D.C (2008-2009)</i>	217
<i>Tabla 5.6 Funciones para aplicar exitosamente la GIRH.</i>	225
<i>Tabla 6.1 Identificación de los actores según tipología funcional en la RHB.</i>	233 / 234
<i>Tabla 6.2 Transferencias del sector eléctrico de empresas generadoras de Acolgen, 2010 a los municipios de la Región Hídrica del río Bogotá (RHB)</i>	253
<i>Tabla 6.3 Escenarios de recursos de un Fondo para la Región Hídrica del río Bogotá (Fondo RHB).</i>	264
<i>Tabla 6.4 Características de los Esquemas Asociativos Territoriales (Ley 1454 de 2011).</i>	270



Fotografía: Daniel Aguilera // El Taller Gráfico.

El agua, una riqueza incomprendida

Debido a su posición en la Zona Ecuatorial, a su vecindad con dos océanos y con la gran cuenca amazónica y a la presencia de la Cordillera de Los Andes, Colombia forma parte del escaso y afortunado grupo de países que cuentan con una dotación natural de agua que los coloca por fuera de la perspectiva global de escasez creciente que se manifiesta en diversas partes del mundo.

Sin embargo, no hemos comprendido ni aprovechado esta excepcional riqueza natural para convertirla en un factor de bienestar y de desarrollo sostenible. Para lograrlo es indispensable cambiar la visión tradicional que tenemos del agua, que la considera ilimitada y como una fuente de desastres y pérdidas. Esta nueva visión del agua implica un profundo cambio cultural para que podamos vivir y progresar con el agua y no en contra de ella.

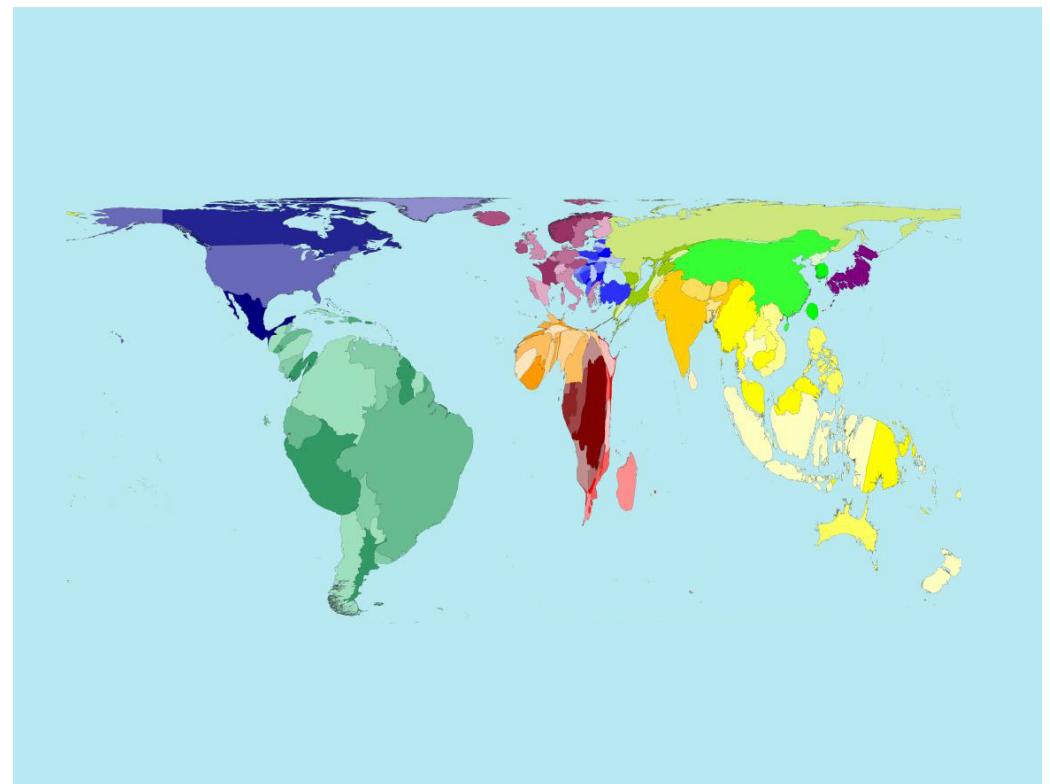


Figura 1. Porcentaje del total de los recursos hídricos globales.

Fuente: © Copyright 2006 SASI Group (University of Sheffield) and Mark Newman (University of Michigan).

La GIRH como herramienta para la sostenibilidad territorial

Las presiones generadas sobre los ecosistemas y el agua a nivel global para satisfacer las necesidades de una población creciente y las exigencias ilimitadas de un modelo de desarrollo basado en el consumo y centrado en la producción de riqueza económica a cualquier costo, están amenazando la disponibilidad de agua y de los bienes y servicios ecosistémicos. Esta amenaza no se refiere solamente a las mayores cantidades de agua requeridas, sino también a la pérdida de su calidad resultante de la práctica de actividades socioeconómicas insostenibles y del uso inadecuado del suelo.

Dadas las limitaciones crecientes en la oferta de agua de buena calidad, es indispensable preservarla y utilizarla como un determinante para el ordenamiento del territorio y los usos del suelo, en busca de la sostenibilidad territorial y de la equidad intra e inter generacional.

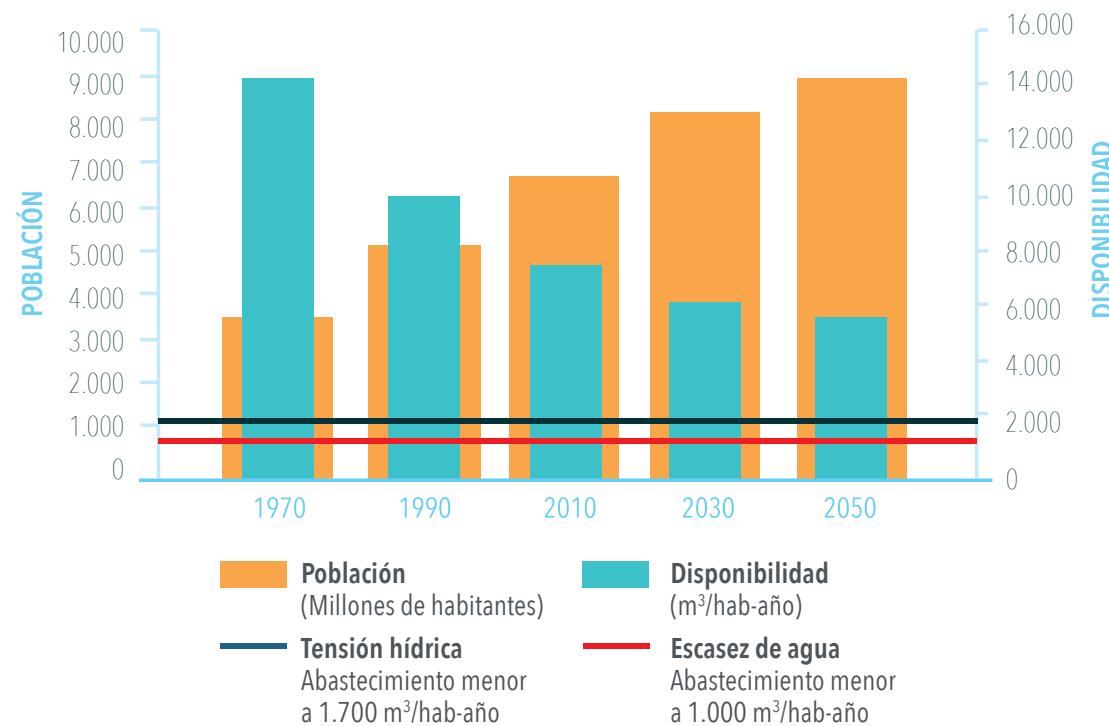


Figura 2. Disponibilidad de agua dulce per cápita (SGCAN, 2010).

Fuente: Elaboración Secretaría General de la CAN, con base en datos del World Resources Institute y UNESCO.

La adopción participativa de objetivos, metas, estrategias y programas que se apoyen entre sí por parte de los actores públicos, privados y comunitarios de la gestión y el uso del agua, hace posible articular la gestión del agua con la gestión del territorio, para apoyar la construcción de territorios sostenibles.



Figura 3. Las relaciones entre los componentes del sistema lógico.

Fuente: Elaboración propia.

La evolución de la gestión del agua

En la medida en que el carácter vital del agua se hace cada vez más evidente y las limitaciones de su disponibilidad se acentúan, las formas de gestión del agua han evolucionado de lo lineal hacia lo complejo. La gestión del agua ha pasado de ser un tema exclusivamente técnico, para convertirse en un tema sociopolítico de importancia estratégica. Esta transformación ha implicado el surgimiento de nuevas formas de relación entre la sociedad y el agua y de gestionarla de manera integral. Estas nuevas formas de gestión están basadas en el reconocimiento de su naturaleza como bien público y en el derecho de todos los usuarios para participar en su acceso, planeación y gestión.



Figura 4. Evolución de la gestión del agua.

Fuente: Elaboración propia.

La participación, una condición indispensable

La evolución de las formas de gestión del agua hacia la integralidad y la complejidad hace necesario contar con espacios y mecanismos efectivos para permitir la participación, la solución de conflictos y la generación de acuerdos entre los diversos actores y usuarios del agua.

Los resultados que se obtengan en estos espacios que deben plasmarse en visiones y objetivos acordados conjuntamente y en los instrumentos y recursos para lograrlos, tienen la fortaleza y la legitimidad de su origen consensual y constituyen la base que debe orientar la GIRH como herramienta para la sostenibilidad territorial.

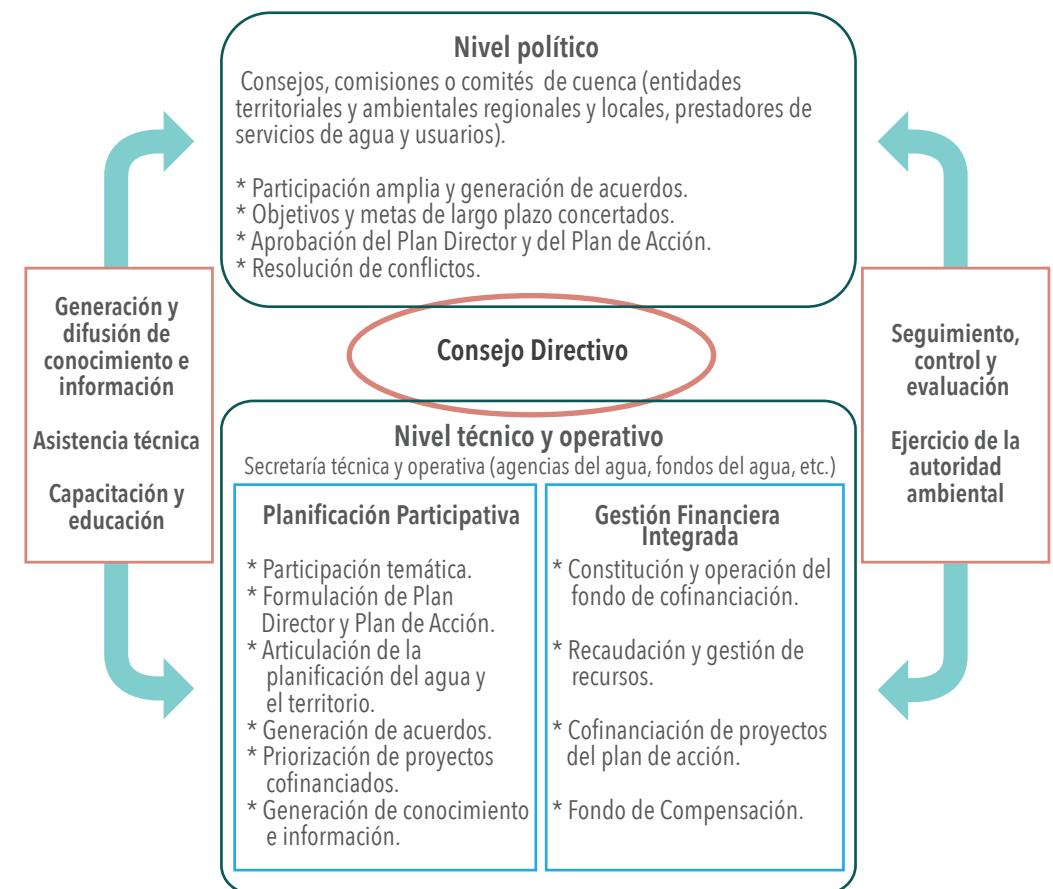


Figura 5. Espacios y mecanismos de participación y articulación interinstitucional.

Fuente: Elaboración propia.

La visión regional del agua

En lo que respecta a la región Cundinamarca-Bogotá, los estudios realizados por la EAB sobre la disponibilidad de agua hacia el futuro son optimistas. Sin embargo, esta aparente tranquilidad está amenazada por el Cambio Climático que puede alterar las funciones de los páramos como ecosistemas protectores y reguladores de la oferta hídrica, poniendo en riesgo las principales fuentes de suministro futuro de agua potable para Bogotá y la región, como son los páramos de Chingaza, Sumapaz y Guerrero.

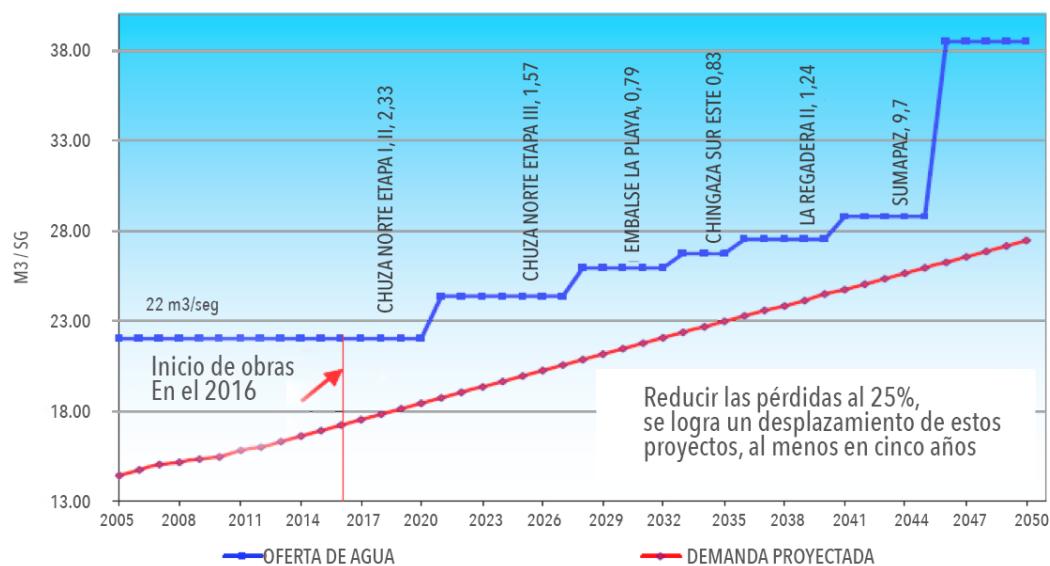


Figura 6. Escenario de proyección de oferta y demanda. Estudios de costos y tarifas 2005.

Fuente: EAB, 2006.

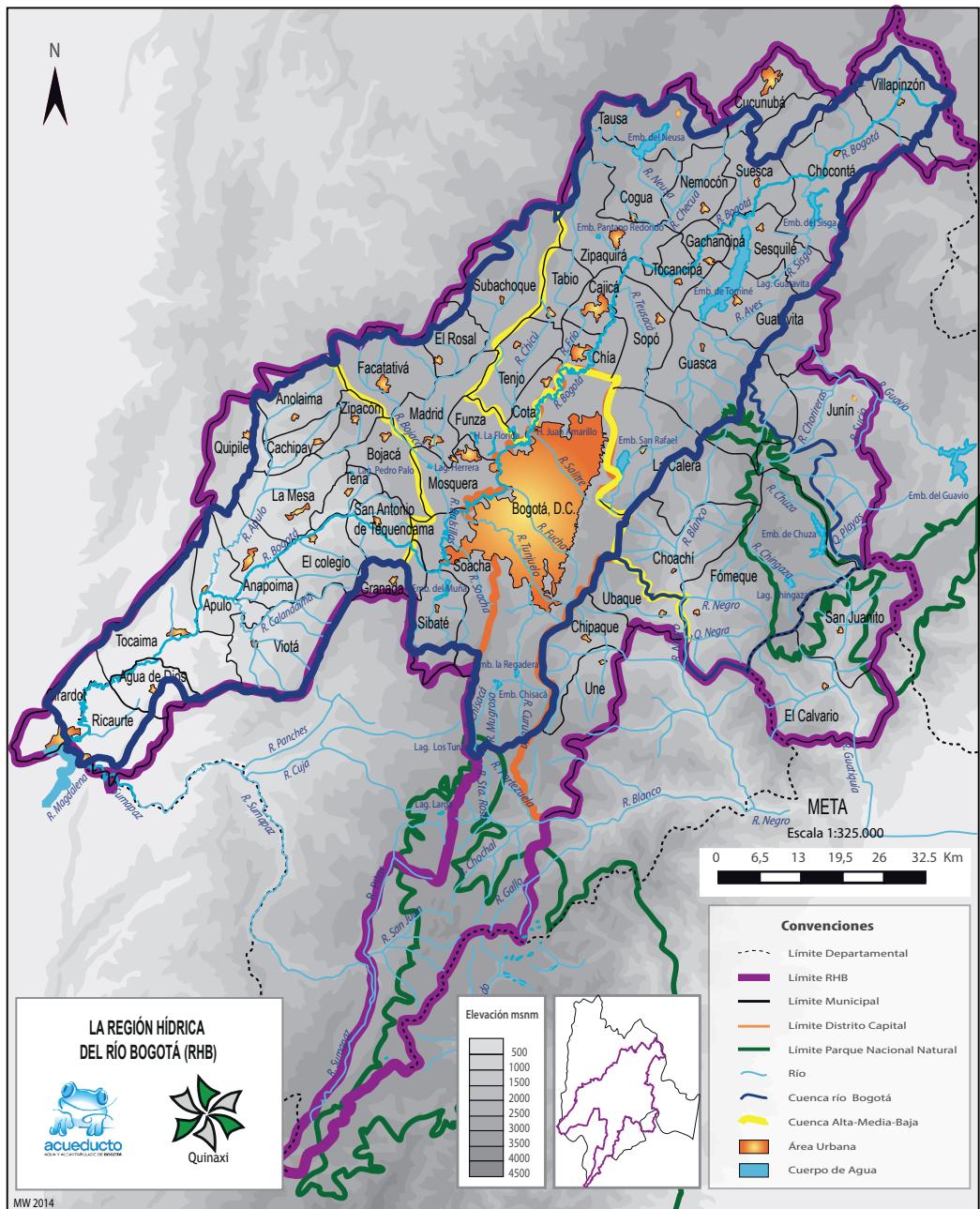
Además, el uso inadecuado del suelo con desarrollos industriales y habitacionales dispersos que afectan la calidad del agua superficial y subterránea, unida a la falta de tratamiento de las aguas residuales municipales y otras fuentes de contaminación, ponen en riesgo la disponibilidad de agua con calidad adecuada para la región, en especial en sus cuencas media y baja. Estos factores se agravan por las severas deficiencias en el ejercicio de la autoridad ambiental para controlar los vertimientos de aguas servidas.

La Región Hídrica del río Bogotá

Las nuevas visiones para gestionar el agua de manera integral requieren la definición del territorio en la que estas puedan aplicarse exitosamente, teniendo en consideración la conformación territorial de la red hidrográfica, la interdependencia entre los usuarios del agua y los ciclos hidrológico y de uso del agua, para avanzar en la conformación de un territorio sostenible.

La región hídrica propuesta se ha definido mediante la interacción de tres criterios de delimitación; el hidrográfico, el político-administrativo y el ecosistémico, lo que ha permitido establecer los límites de la Región Hídrica del río Bogotá (RHB). Si bien esta región es la más poblada y desarrollada del país, es también la más intervenida y además presenta marcados diferenciales urbanos-rurales y espaciales en cuanto a la calidad de vida y la disponibilidad de agua de buena calidad.

La posibilidad de constituir la RHB para la gestión de un recurso compartido entre diversos entes territoriales, está avalada por las formas de asociación de dichos entes, que establece la LOOT.



Mapa 1. Propuesta de delimitación de la RHB.

Fuente: Base Cartográfica Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

Mapas temáticos Gobernación de Cundinamarca, 2007. Secretaría de Planeación. URL:http://www.planeacion.cundinamarca.gov.co/BancoConocimiento/D/dc_mapas_tematicos/dc_mapas_tematicos.asp

El cambio cultural para la gobernanza del agua

La pregunta fundamental que inspira este trabajo y la propuesta para la gestión integrada y sostenible del agua en la RHB que en él se presenta es la siguiente:

¿Por qué si la región cuenta desde hace tiempo con los elementos necesarios para desarrollar la gestión integrada del agua, GIRH, y utilizarla como herramienta para el logro de la sostenibilidad territorial esto no ha sido posible?

Se cuenta con las políticas y normas, con un marco institucional amplio, con herramientas para la gestión, como instrumentos de regulación directa, incentivos económicos e instrumentos financieros, con instancias legales para la participación pública, con una capacidad técnica y con significativos recursos financieros, ¿por qué no se ha logrado una gestión sostenible del agua y ni siquiera avanzar en el saneamiento del río Bogotá, a pesar de disponer de los elementos y recursos citados?

Las respuestas a este interrogante son múltiples y obedecen a razones de diverso tipo. Las hay de naturaleza sociológica y cultural, que provienen del extremo individualismo y de los celos institucionales que caracterizan nuestras entidades públicas y privadas, que impiden adoptar consensualmente objetivos y metas comunes. Tampoco pueden dejarse de lado las deformaciones de tipo ético, como la tradicional y generalizada práctica de priorizar el interés privado a costa del público, ni las vinculadas con la carencia de educación, que se manifiestan en la falta de conciencia sobre los límites de la capacidad de generación de bienes y servicios ecosistémicos, causada probablemente por aparentemente ilimitada riqueza y variedad de nuestro entorno y en especial del agua. La falta de conocimiento del territorio y de los sistemas socioambientales y su complejidad, son también causas de esta situación.

Lo que está claro es que debemos cambiar. No podemos seguir haciendo más de lo mismo, porque ya se sabe que ese camino no conduce a la sostenibilidad. Debemos asumir actitudes cooperativas y metas comunes que permitan la articulación entre las instituciones y la participación de los usuarios en la planificación y la gestión del agua. Este cambio implica una transformación ética y cultural que corrija el rumbo de nuestra insostenible relación sociedad-agua-territorio y el cambio de las visiones y las formas de gestión tradicionales del agua.

El nuevo modelo de gobernanza: Utilizar eficazmente lo que existe

La propuesta que resulta de este trabajo se basa entonces en una transformación ética y cultural, que permita entender el agua como un bien público vital, cuya conservación es esencial y que debemos gestionar con una visión de equidad intra e inter generacional y con un alcance territorial regional que supere los límites municipales. Para lograrla se propone utilizar efectivamente los instrumentos de gestión existentes, las capacidades institucionales y los recursos humanos, técnicos y financieros de manera articulada y cooperativa.

Si no se logra iniciar este proceso de transformación cultural y de cambio de visiones y procesos aislacionistas e individuales, tampoco será posible lograr la sostenibilidad territorial. Es en este punto donde la voluntad política de los líderes, de los partidos y movimientos políticos y sociales y de los tomadores de decisiones, entra a jugar un papel definitivo como condición esencial para lograr la conformación de territorios sostenibles.

En la práctica la propuesta que se hace en este trabajo se basa en dos pilares fundamentales: La Planificación Participativa y la Gestión Financiera Integrada que buscan generar una nueva forma de gobernanza del agua que supere la insularidad institucional y los límites municipales para administrarla como un bien público con visión regional y utilizarla como un determinante de la sostenibilidad territorial.

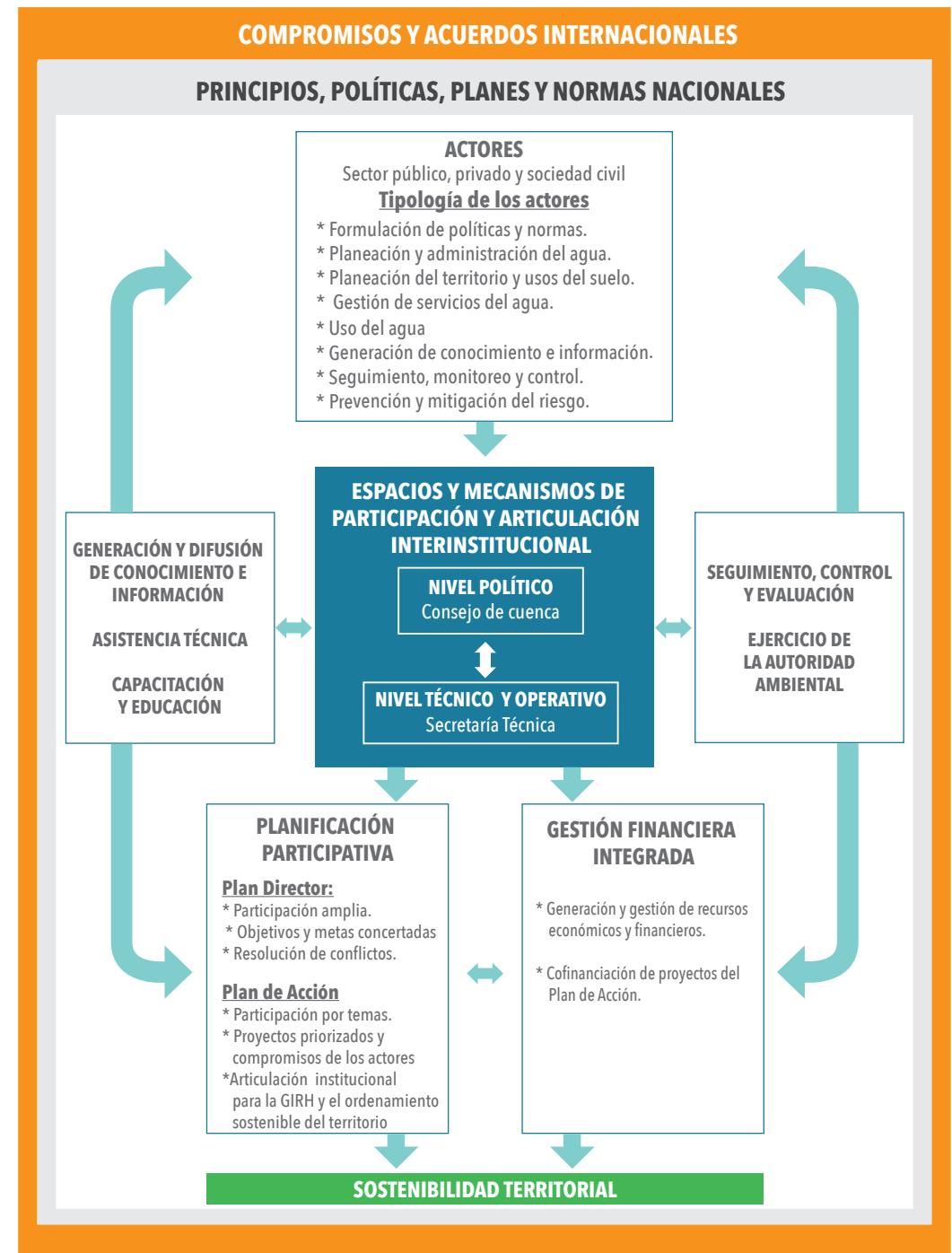


Figura 7. Modelo operacional para la GIRH y la sostenibilidad territorial.
Fuente: Elaboración propia.

Se propone construir objetivos, metas, estrategias y programas comunes entre los diversos actores del agua, que se plasmen en instrumentos de planificación consensuados y articulados con los instrumentos de planificación existentes para el territorio y el agua, a partir de visiones de alcance regional basadas en la sostenibilidad y la equidad. Estos instrumentos son el Plan Director y los sucesivos planes de acción que lo desarrollan.

A partir de la identificación de los recursos que actualmente asignan los distintos actores a la gestión del agua, se estimaron los recursos financieros disponibles para aprovechar plenamente el potencial que tienen los instrumentos económicos y financieros existentes. Se construyeron igualmente escenarios futuros moderados y optimistas de la evolución de estos recursos, para desarrollar la GIRH mediante la cofinanciación de proyectos seleccionados consensualmente y la articulación de recursos con una perspectiva compensatoria y equitativa, en cuanto a la distribución de los beneficios y los costos entre los usuarios, con lo cual se creará un incentivo para compartir una visión regional con respecto al agua y a su papel en la sostenibilidad territorial.

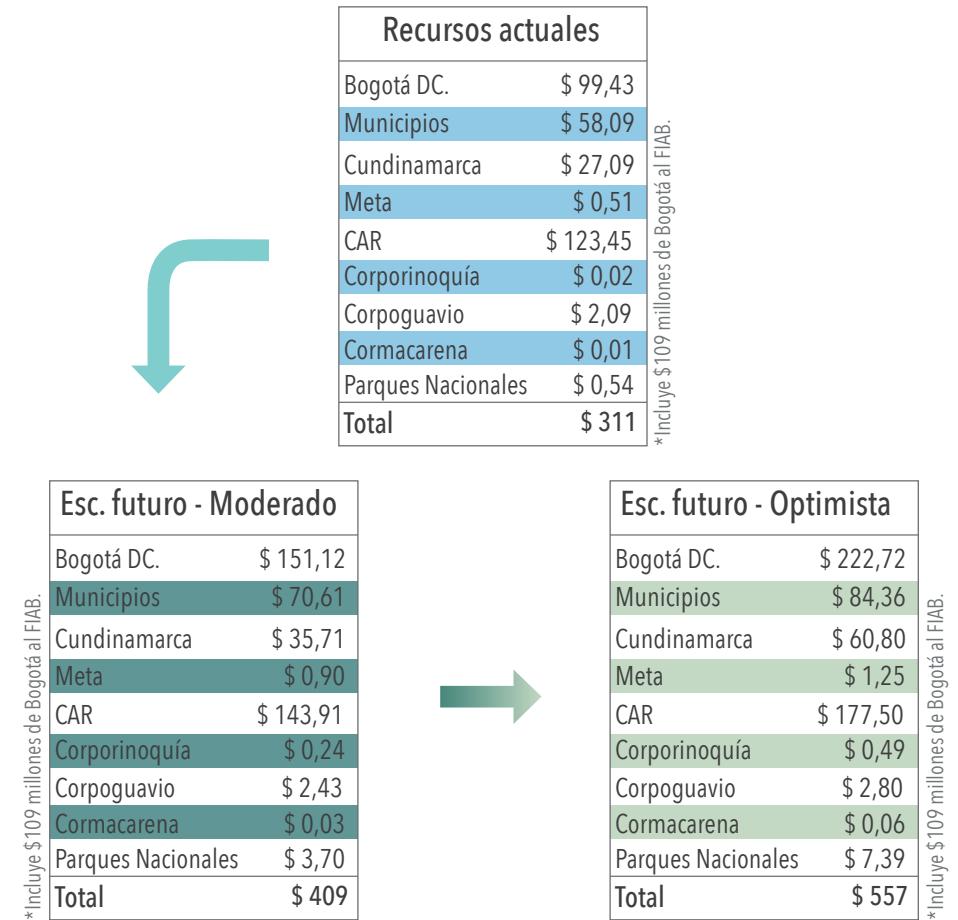


Figura 8. Síntesis de escenarios financieros del Fondo para la RHB (Miles de millones de pesos anuales).

Fuente: Elaboración propia.

La equidad, un requisito imprescindible

El manejo del agua en la RHB, ha cumplido con éxito las dos primeras etapas del ciclo de uso del agua; la conservación y el consumo, al satisfacer la demanda de agua de buena calidad de una población que ha crecido muy rápidamente y que hoy en día se sitúa alrededor de los nueve millones y medio de habitantes, lo cual constituye un logro muy destacable. Sin embargo, la tercera etapa del ciclo, no ha corrido la misma suerte y la contaminación se ha convertido en el principal problema para el uso del agua en la región.

A pesar de contar con cuantiosos recursos financieros, una institucionalidad consolidada, proyectos técnicos y la normatividad necesaria, la calidad del agua en la región y en especial la del río Bogotá, continúa desmejorando.

Es aquí donde el criterio de equidad en el acceso al agua de buena calidad entre los usuarios del agua debe tomarse como un criterio director de la más alta prioridad si se quiere llegar efectivamente a construir una región sostenible.

El tratamiento del río Bogotá, es indispensable para lograr la equidad con los habitantes de las cuencas media y baja, al igual que la consideración del acceso al agua para definir los usos del suelo. Para lograr este objetivo el ejercicio eficaz de la autoridad ambiental, basado en criterios y mediciones técnicas, es un elemento fundamental.

Siguiendo los mismos principios, la operación del Fondo para la RHB debe garantizar que la distribución de sus recursos se oriente a equilibrar los retos diferenciales entre las diversas cuencas y actores de la RHB, para garantizar un flujo compensatorio desde los actores con mayores recursos (principalmente el Distrito Capital y la CAR) hacia el resto de actores más débiles financieramente (principalmente los municipios de las cuencas alta, media y baja de menores recursos). Esto permite pasar de una situación de alta concentración en el origen y destino de los recursos vigente en el escenario actual, a unos escenarios futuros (moderado y optimista) con un mayor equilibrio de los recursos disponibles en el destino final. Cumplir con esta función de redistribución equitativa de los recursos disponibles, es un requisito imprescindible para una eficaz operación del Fondo para la RHB.

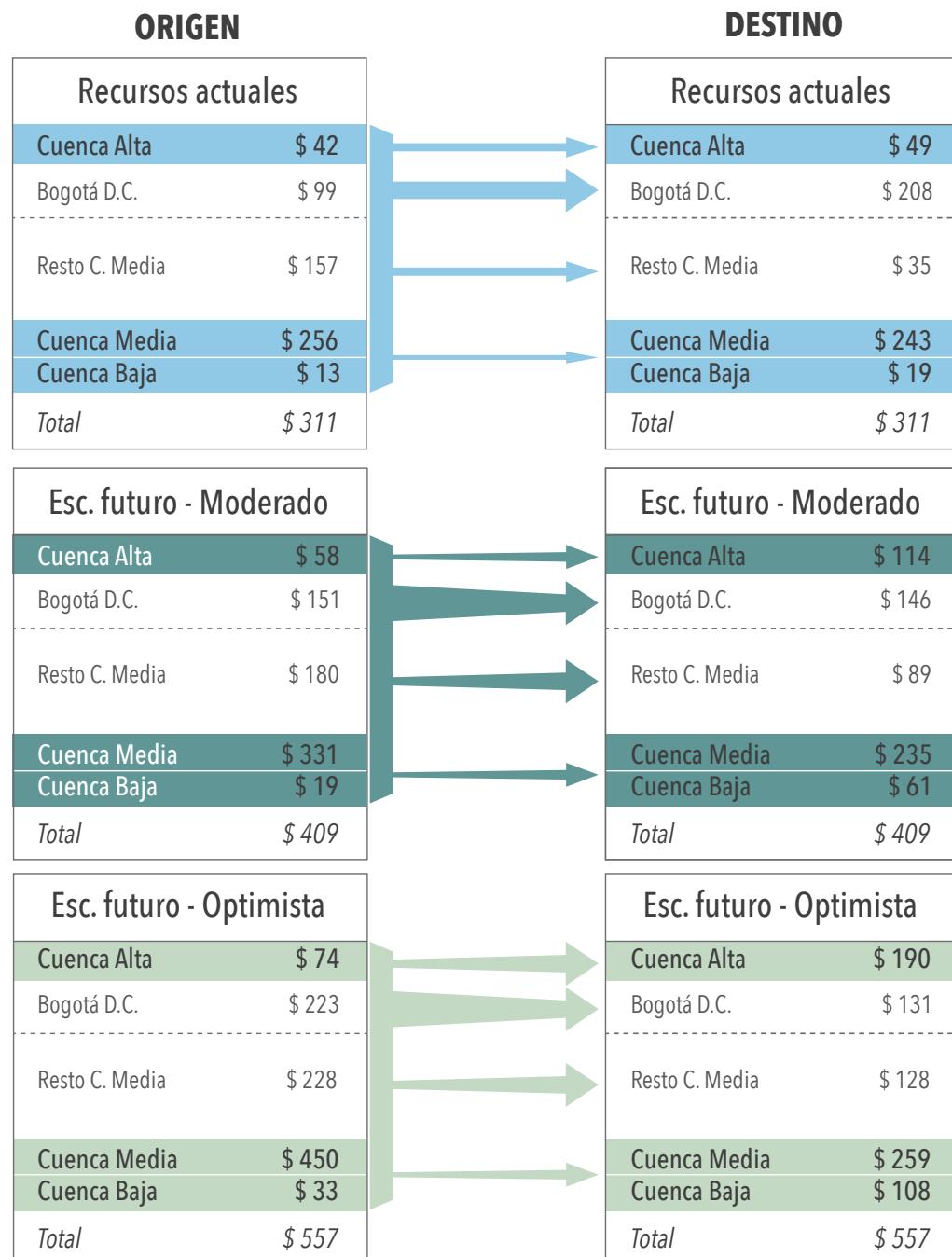


Figura 10. Escenarios de origen y destino de recursos del Fondo para la RHB (Miles de millones de pesos anuales).

Fuente: Elaboración propia.

La Gestión Integrada del Agua y el Territorio – GIAT-

A lo largo de este trabajo se planteó como la gestión del agua ha venido siguiendo un proceso evolutivo a lo largo del tiempo, en la medida en que las formas tradicionales de gestión del agua se agotan ante el reconocimiento cada vez más evidente de su carácter vital, al igual que su papel como soporte del funcionamiento de los ecosistemas y de las actividades socioeconómicas y de la intensificación de las presiones que ejercen sobre su disponibilidad las crecientes demandas impuestas por el crecimiento de la población y las necesidades generadas por el desarrollo.

Debido a que el agua es un recurso limitado, tanto en calidad como en cantidad, es necesario considerar los intereses y necesidades de los múltiples y diversos actores del agua para que su gestión sea concertada y equitativa, con lo que se ha venido reforzando su carácter integrador y participativo, haciendo de ella un proceso cada vez más incluyente. Además, la gestión del agua debe mantener su disponibilidad para satisfacer los requerimientos de los diversos usos presentes y futuros, tanto en cantidad como en calidad, es decir que sea sostenible.

Lo anterior implica que en la planificación y la gestión del agua, se deben incorporar proyectos y acciones que respondan a las necesidades de las diversas etapas del ciclo hidrológico y a los componentes del ciclo de uso del agua como recurso, que se encuentran íntimamente ligadas al ordenamiento del territorio y a la planificación de los usos del suelo. También se ha reconocido que, desde el punto de vista funcional, la cuenca constituye la unidad lógica de gestión del agua, lo que implica una visión de alcance regional, que supere los límites municipales.

Las anteriores consideraciones implican el avance de la gestión del agua hacia convertirse en un proceso cada vez más complejo, interdisciplinario e inclusivo, en el cual se requieren nuevas visiones, actitudes y formas de gestión, que permitan reversar las tendencias vigentes hacia el deterioro de la calidad y la cantidad de la oferta del agua. El logro de la sostenibilidad de la disponibilidad de agua en cantidad y calidad adecuadas y su aprovechamiento como herramienta fundamental para el ordenamiento del territorio y la racionalización de los usos del suelo para apoyar la construcción de territorios sostenibles, hacen necesario generar un cambio en la forma tradicional de la administración del agua, lineal y reactiva, para pasar a entender su gestión como un proceso cíclico de

mejoramiento continuo caracterizado por la proactividad, la integralidad, la participación, la articulación y la interacción entre los actores.

Como resultado de los anteriores planteamientos, este trabajo se propone una nueva forma de gestión del agua y el territorio, que se ha denominado Gestión Integrada del Agua y el Territorio, GIAT, que puede definirse de la siguiente manera:

La GIAT es una forma de gestión que reconoce el papel vital del agua y su importancia fundamental como herramienta para el ordenamiento del territorio y el uso del suelo que busca contribuir a generar territorios sostenibles.

En ella se articulan la gestión del agua y del territorio reconociendo su interdependencia y la existencia de una pluralidad de actores con diversos intereses y funciones, potencialmente conflictivos, que deben armonizarse para lograr la sostenibilidad territorial. Por otra parte, la incertidumbre y el riesgo asociados con fenómenos naturales y antrópicos como la variabilidad climática, el cambio climático, los fenómenos hidrometeorológicos extremos y las actividades socioeconómicas insostenibles, hacen necesario que la GIAT cuente con bases científicas muy sólidas y sistemas eficaces de seguimiento y evaluación del estado del territorio para facilitar la toma de decisiones.

El primer paso para la GIAT es la delimitación del territorio en que se aplicará , lo cual implica un acuerdo entre los actores, ya que debe hacerse con una visión supramunicipal con alcance regional y definirse en cada caso, dada la naturaleza sui generis de las cuencas hidrográficas en cuanto a sus bases natural y social, y a la existencia en ellas de múltiples entes territoriales, autoridades ambientales, actores del agua privados y públicos que deben articularse y cooperar entre sí, para lograr un fin común. En nuestro caso este territorio es la Región Hídrica del Cundinamarca- Bogotá, que se delimitó y caracterizó en este trabajo.

La conceptualización de la GIAT se basa en dos pilares fundamentales: la Planificación Participativa del agua y del territorio con una visión regional de largo plazo y en disponer de los recursos necesarios para realizar la Gestión Financiera Integrada, de los proyectos y acciones definidos para lograr los objetivos acordados. Estos dos elementos fundamentales deben facilitar la participación y la articulación entre los actores del agua, estableciendo metas y objetivos comunes, compartiendo recursos y cooperando entre ellos, para lograr los propósitos buscados. Particular importancia adquieren en este proceso la generación y difusión de conocimiento e información y los sistemas de seguimiento y monitoreo que son los que retroalimentan el ciclo de la GIAT y permiten su ajuste y evolución a lo largo del tiempo.



Fotografía: Ernesto Guhl Nannetti, Desierto de Namibia, 2013

El papel vital del agua

*Olvidamos que el ciclo del agua
y el ciclo de la vida
son el mismo.
Jacques Y. Cousteau*

Si preguntamos en la calle a un transeúnte ¿qué es el agua? Las respuestas más comunes serían que el agua “es vital”, “que es la vida”, “que lo es todo”. No faltarán otras menos románticas, típicas de las clases de química como “es una sustancia”, ¡es H₂O! De todas maneras la palabra agua siempre nos sugiere una idea ligada a la vida. Cómo lo plantea la experta del agua Malin Falkenmark, el agua es la sangre de la biosfera. Se dice que “sin agua no hay vida” si es así ¿Por qué no pensar como lo hacen en culturas diferentes a la Occidental que el agua es algo viviente? En ellas el agua se concibe como un ser polifacético, que cuenta con propiedades físicas y químicas excepcionales que le permiten ser el soporte básico de la vida. También tiene una gran memoria pues va mostrando aguas abajo el trato que le damos; es además indispensable para la realización de todas las actividades sociales y económicas y la encontramos siempre en nuestra vida cotidiana; en el baño, en la cocina y hasta “en la sopa”.

El oxígeno atmosférico y la materia orgánica, que son esenciales para la vida, vienen de la fotosíntesis, que es el proceso mediante el cual las plantas transforman la energía del sol en energía química. Allí el agua juega un papel fundamental pues al oxidarse, cede electrones a los nuevos compuestos orgánicos y libera oxígeno a la atmósfera. Se estima que gracias a la fotosíntesis se fijan anualmente 105 mil millones de toneladas de carbón al año (*Field et al., 1998*). Cuando respiramos consumimos oxígeno, quemamos calorías y liberamos CO₂ y agua, que se conoce como “agua metabólica”, esta agua permite que algunas especies que viven en hábitats muy secos sobrevivan por períodos extensos de tiempo sin consumir agua, como por ejemplo el camello y la rata canguro de los desiertos (*Guerrero, 2011; Nelson y Cox, 2004*).

El agua es un componente básico de los seres vivos, pues representa alrededor del 70% del peso total de la mayoría de las formas de vida. Por ejemplo, la turgencia de las células de las plantas se debe a una vacuola central que contiene agua y ocupa tres cuartas partes de su volumen. Además, en el mar se produce casi el 70% de todo el oxígeno disponible en la atmósfera, debido a las reacciones fotosintéticas del fitoplancton marino (*Fenical, 1983*).

El 70% de la superficie de la Tierra está cubierta por agua que ocupa un volumen cercano a los 1.400 millones de Km³. De este total el 97,5% es agua salada que está en los mares y apenas el 2,5% es agua dulce que se encuentra en los casquetes polares, glaciares, acuíferos, en el suelo, la atmósfera, los ríos y lagos (Ver Figura 1.1). De éste 2,5% únicamente el 0,3% es agua superficial de lagos y ríos fácilmente accesible para el consumo humano. La presencia del agua en nuestro planeta es tan notoria y determinante para la vida, que más que llamarse Planeta Tierra debería llamarse Planeta Agua. El agua solamente se ha encontrado en estado líquido en nuestro planeta, debido a la presión y la temperatura de su atmósfera. Así pues la Tierra se convierte, gracias al agua, en un bella excepción ya que es el único planeta que aloja la vida, en el universo que conocemos (Ver Figura 1.2) (Guhl y Montes, 2008; UNEP, 2002).

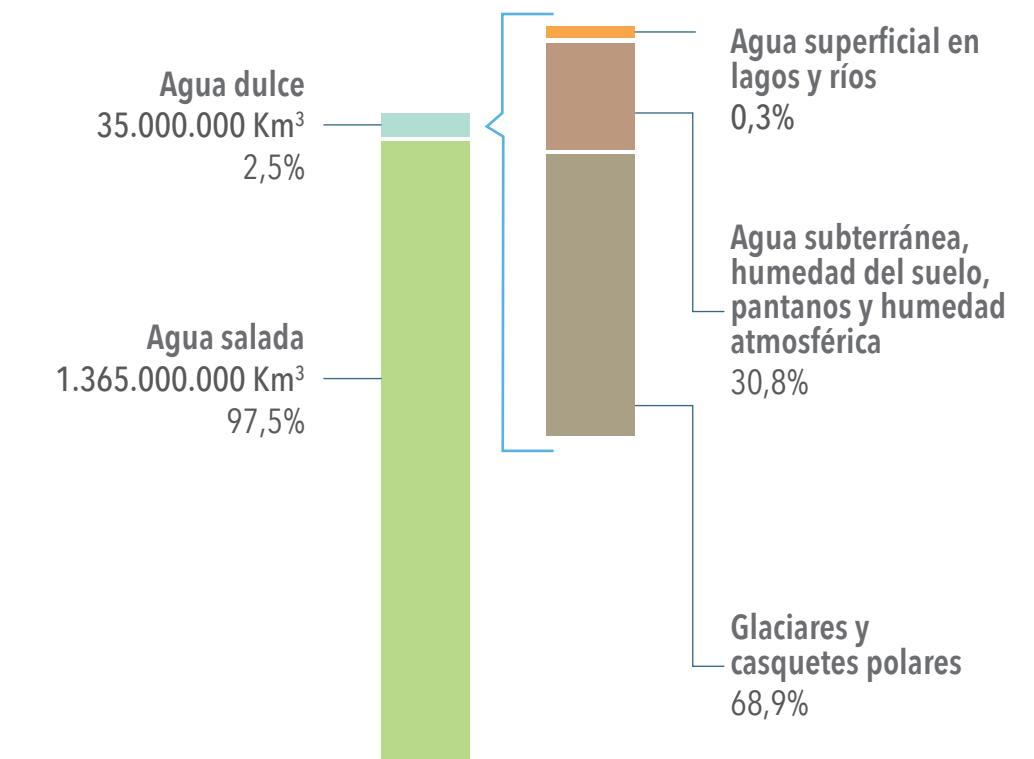


Figura 1.1 Distribución de agua a nivel global.

Fuente: SGCAN. 2010, p.6.

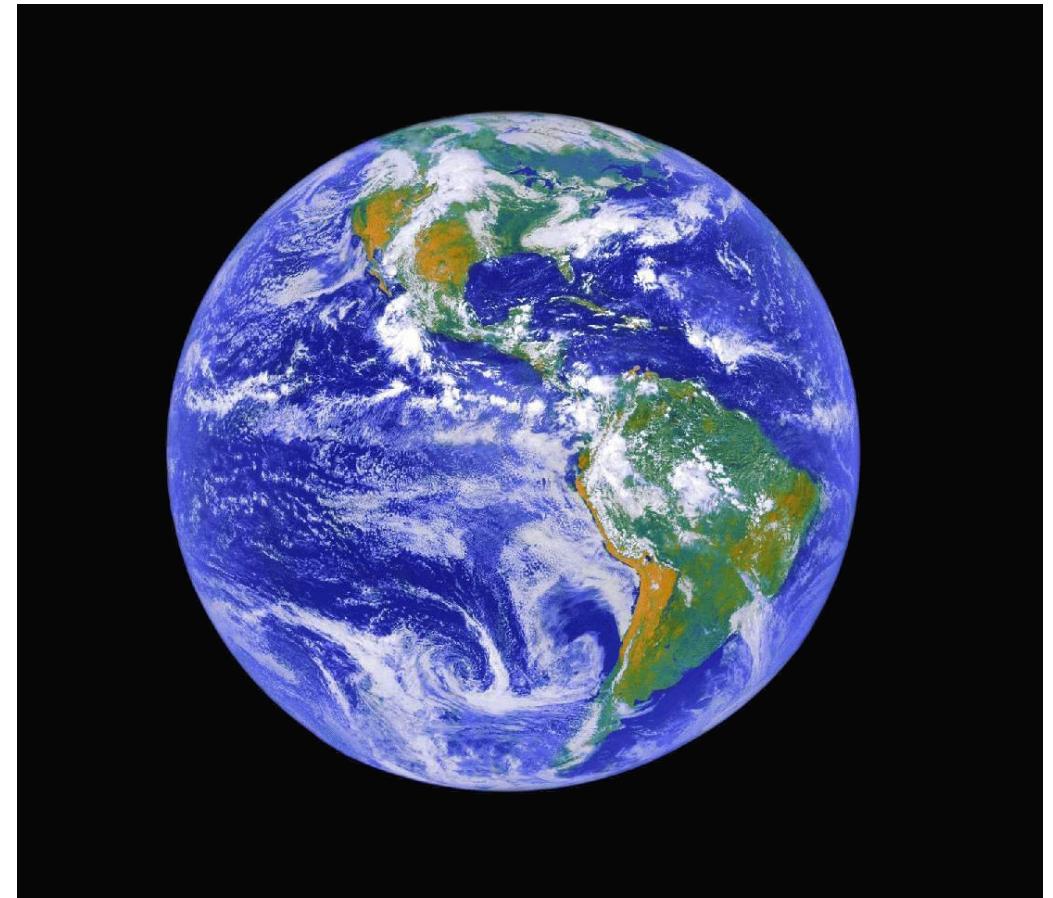


Figura 1.2 El planeta agua.

Fuente: National Space Science Data Center-NASA. http://nssdc.gsfc.nasa.gov/photo_gallery/photogallery-earth.html

El agua tiene una serie de propiedades físicas y químicas muy particulares que le dan su carácter de indispensable para la vida. Es una molécula simple compuesta por tres átomos, dos de hidrógeno y uno de oxígeno que tienen la capacidad de formar enlaces muy fuertes denominados puentes o enlaces de hidrógeno, los cuales al romperse se vuelven a formar rápidamente (ver Figura 1.3). Los enlaces le permiten unirse con otras moléculas de agua formando tetraedros, en una estructura muy ordenada y “sólida” incluso en estado líquido o gaseoso, lo que la dota de una gran estabilidad molecular. Además, el agua tiene una enorme capacidad para disolver sustancias, por lo que se dice que el agua es el solvente universal.

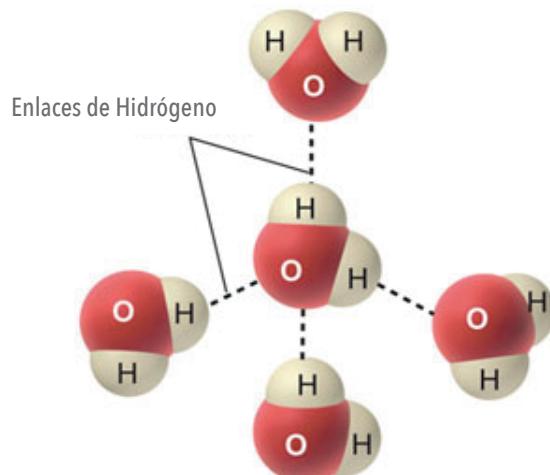


Figura 1.3 Representación de los puentes de hidrógeno.

Fuente: Modificado de Naukas, 2012. Hydrogen-Bonds. <http://naukas.com/2012/10/15/los-tiempos-del-agua/hydrogen-bonds/>

Gracias a su elevada polaridad, el agua como solvente, facilita la digestión, forma el plasma sanguíneo y es esencial en las reacciones biológicas. A diferencia de la mayoría de las sustancias, el agua se expande al enfriarse haciendo menos densa y por ello el hielo flota sobre el líquido. Su superficie es difícil de romper debido a su alta tensión superficial y posee una gran capilaridad y adhesividad lo que le permite “trepar” por las paredes y los pequeños conductos, venciendo la gravedad. Gracias a esta propiedad las plantas pueden absorber a través de sus vasos los nutrientes del suelo disueltos en el agua (Guerrero, 2011; Mauser, 2007; Nelson y Cox, 2004). El agua tiene altos puntos de ebullición (100°C) y de fusión (0°C), los cuales le permiten el almacenamiento y transporte de grandes cantidades de calor y actuar como reguladora de la temperatura y el clima en la tierra. Debido a estas características, las corrientes marinas distribuyen el calor sobre la superficie terrestre haciendo habitables zonas que de otra manera serían muy inhóspitas, como por ejemplo, el caso de la Corriente del Golfo que transporta calor desde los trópicos hasta regiones de altas latitudes de Europa, tornándolas así menos frías.

La cantidad de agua que existe en el planeta es prácticamente fija, pero está en movimiento permanente a través del ciclo hidrológico, que es impulsado por la energía solar y la gravedad. El ciclo permite la interacción entre el océano, la atmósfera y la tierra que se articulan estrechamente a través del movimiento del agua. La Figura 1.4 presenta el ciclo hidrológico en sus diversas etapas y componentes, e indica su magnitud relativa. Como puede apreciarse el ciclo integra los diversos componentes bióticos y abióticos del mundo natural, además, gracias a los cambios de estado que sufre el agua, realiza la función vital de limpiarla de impurezas (Guerrero, 2011; Mauser, 2007; Nelson y Cox, 2004).

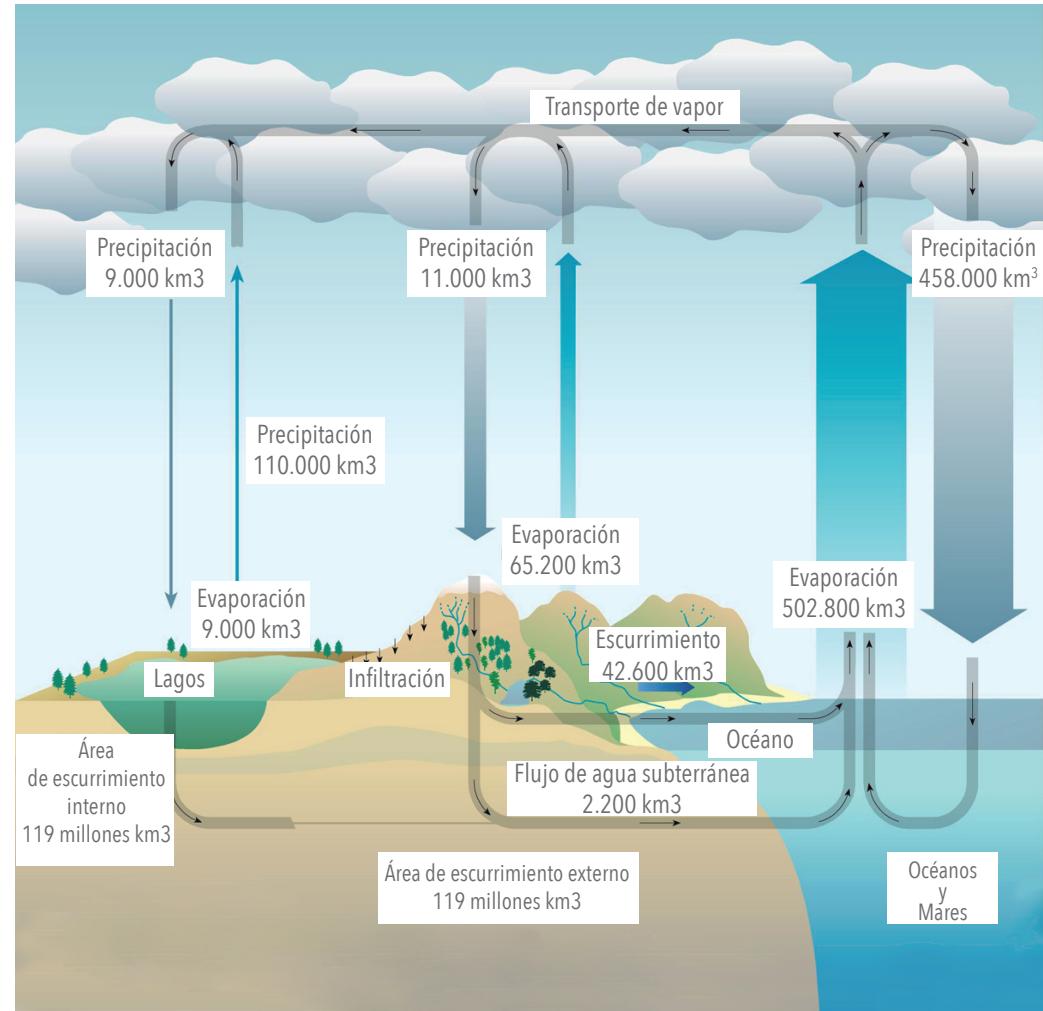


Figura 1.4 El ciclo hidrológico en el mundo.

Fuente: Modificado de UNEP, 2003. Vital Water Graphics.

Cosmovisiones del agua y tecnologías ancestrales para su manejo

Primero estaba el mar, todo estaba oscuro. No había sol, ni luna, ni gente, ni animales, ni plantas. Sólo el mar estaba en todas partes. El mar era la Madre. Ella era agua y agua por todas partes y ella era río, laguna, quebrada y mar y así ella estaba en todas partes...la Madre no era gente, ni nada ni, cosa alguna. Ella era Alínea. Ella era espíritu de lo que iba a venir y ella era pensamiento y memoria.

Citado por:

Mito Kogui de la Creación
Reichel-Dolmatoff, Gerardo, 1985

El agua tiene un alto valor simbólico en muchas culturas que la consideran como el origen de la vida y la asocian con deidades o como un canal de comunicación entre los seres supremos y los que habitan la Tierra. Se ha encontrado que más del 30% de 603 humedales protegidos tienen una importancia arqueológica, religiosa, mitológica o cultural (*Herrera et al., 2004; Plazas, 2007; Guhl y Montes, 2008; Restrepo, 2011*).

En la tradición Aymara el agua proviene de Wiracocha el creador del universo, que fecunda a la Pachamama, la madre tierra, para la conservación y reproducción de la vida. Esta divinidad está presente en todas las fuentes y formas del agua. La visión andina del agua no la considera como una sustancia aislada, sino como un ser que tiene vida y que hace parte de la familia. Nos relacionamos con ella por medio del diálogo, la reciprocidad y la complementariedad. Es una visión que comparten la mayoría de los pueblos americanos originarios. En esta cosmovisión andina, el agua es un hermano o hermana con la que compartimos un destino común y una crianza. “El agua es ser vivo femenino y masculino, con cuerpo, corazón y energías, carácter, sentimientos y cultura, debe ser respetada en la forma como quiere ser criada para permitir, en reciprocidad, una buena crianza de la naturaleza y lo humano” (*Restrepo, 2011, p. 90*).

Las sociedades precolombinas aprovecharon el agua mediante el desarrollo y aplicación de tecnologías sostenibles como los sistemas de riego y acueductos de los Incas y otras culturas en los Andes de Perú y Bolivia para la producción de alimentos. Ejemplo de estos son las terrazas de cultivo, los camellones o “waruwaru” y las “ochas”, que permitieron controlar la escorrentía, disminuir la erosión y aprovechar el potencial productivo del suelo. En los últimos 40 años se han encontrado más de 40 áreas de manejo del agua precolombino en Sur América. Se destacan el río Guayas en Ecuador con 5.000 años de antigüedad, la cuenca del lago Titicaca con 3.000 años. En Colombia se destacan el bajo río San Jorge con 2.000 años (*Guhl y Montes, 2008; Plazas, 2007*) y los Tayronas, quienes, siete siglos antes de la llegada de los españoles, controlaron el agua en centros urbanos ubicados en la Sierra Nevada de Santa Marta. Construyeron zanjas entre los muros superiores de las terrazas y el basamento de las viviendas, para encausar los excesos de agua lluvia y proteger las habitaciones y caminos (*Cadavid y Herrera, 1985:34-35*).

El caso más interesante sobre el manejo prehispánico del agua en Colombia está en el Bajo San Jorge en la Depresión Momposina, al norte del país, a la cual confluyen los ríos Magdalena, Cauca, San Jorge y Cesar. Este delta interno es comparable con el pantanal de Mato Grosso en el Brasil o el río Senegal al Sur del Sahara, que hoy en día sufre muy

severamente los impactos de los fenómenos hidrometeorológicos. Las comunidades Zenúes asentadas en la zona por más de 2.000 años, desarrollaron un sistema hidráulico de camellones (*campos elevados agrícolas*) y canales, que abarcan una superficie de 500.000 hectáreas. Estos camellones permitieron manejar los excesos de agua en épocas de invierno y utilizar el potencial de los sedimentos para el aprovechamiento agrícola (*Herrera et al., 2004*). En palabras de Restrepo: “un manejo del agua con una intrincada relación de crianza”. Es importante destacar que las técnicas y costumbres que desarrollaron las comunidades precolombinas para relacionarse con el agua, lograron el aprovechamiento de los recursos naturales, el agua y el suelo, para adaptarse a la complejidad geográfica y a las variaciones del clima.

Los anteriores ejemplos reflejan cómo el conocimiento de las culturas indígenas sobre el manejo sostenible del agua puede ayudarnos a replantear nuestros modelos de aprovechamiento y pensar en el rescate y adaptación de estas tecnologías para mejorar su manejo en nuestros territorios y buscar su sostenibilidad.

Si se analizan los patrones de localización de diferentes culturas a lo largo de la historia, surge con claridad el papel determinante de la disponibilidad de agua para la vida y el progreso social. Por vía contraria, se aprecia el paulatino agotamiento y la desaparición de civilizaciones cuando se presentan alteraciones extremas en los patrones de pluviosidad que produzcan bien sea sequías fuertes y prolongadas, o inundaciones de gran magnitud. La importancia de los fenómenos hidrometeorológicos extremos para la vida de las sociedades, se puede apreciar en la estrecha relación que existe entre la intensidad de los fenómenos del Niño y la Niña, y el progreso o el colapso de culturas en la costa pacífica suramericana o en Mesoamérica, que son ejemplos cercanos y claros de la dependencia humana del agua y de su importancia para el manejo, organización y uso del territorio.

Situación global del agua dulce

La disponibilidad del agua varía estacional y espacialmente en el planeta. En la Figura 1.5 se muestra un cartograma que representa el tamaño de los países y continentes según su dotación de recursos hídricos. Sobresale el gran tamaño de América del Sur que posee alrededor del 30% de los recursos hídricos globales, seguido por Asia con el 23% y América del Norte con el 15%. Los continentes con los menores valores corresponden al África con el 9% y a Europa con el 6% de estos recursos (*SASI Group, 2006*).

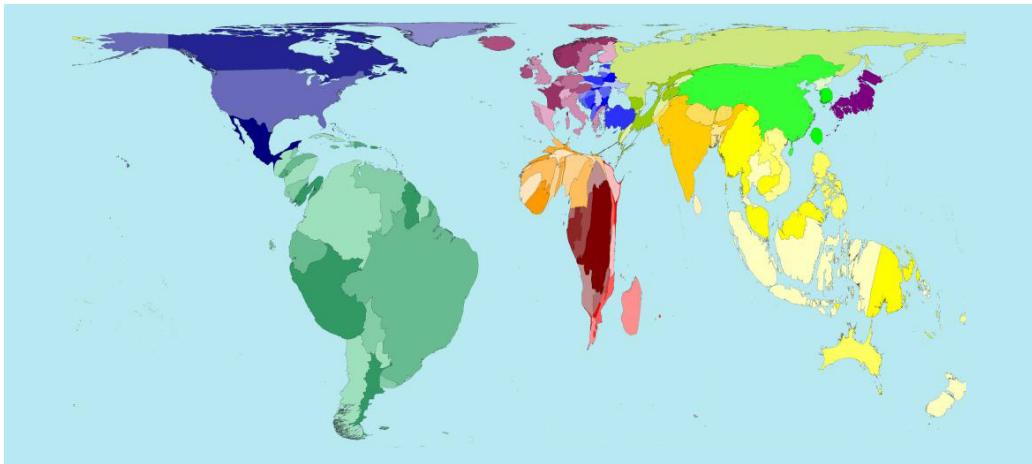


Figura 1.5 Porcentaje del total de los recursos hídricos globales.

Fuentes: © Copyright 2006 SASI Group (University of Sheffield) and Mark Newman (University of Michigan).

La Figura 1.6 muestra la distribución de la precipitación pluvial en el mundo. Las regiones que presentan la mayor lluviosidad son América del Sur con el 27%, Asia con el 20% y África con el 19%. Las que disponen de menos lluvia son América del Norte y Europa con el 13% y el 5% del total global (SASI Group, 2006).

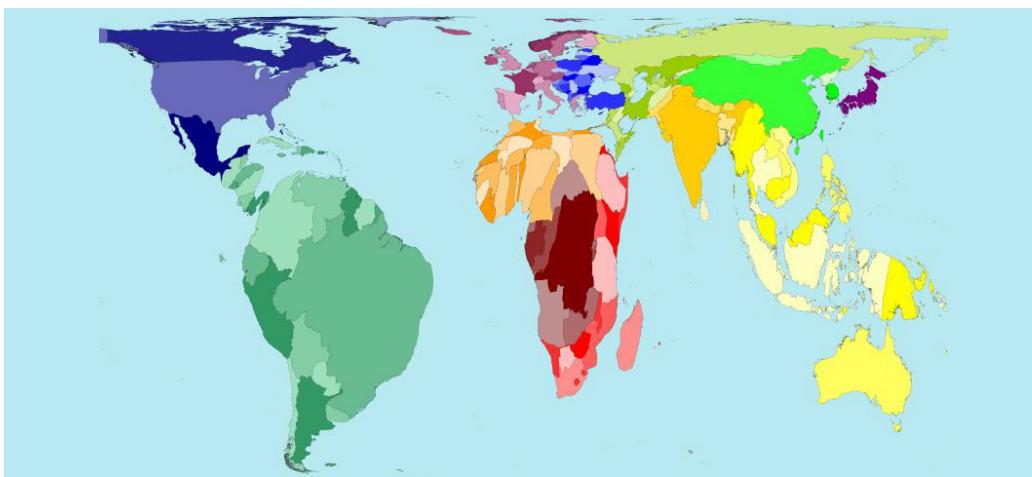


Figura 1.6 Porcentaje del total de la precipitación global.

Fuentes: © Copyright 2006 SASI Group (University of Sheffield) and Mark Newman (University of Michigan).

En cuanto a los caudales fluviales a nivel mundial, el 40% se concentra en Brasil, Rusia, Canadá, Estados Unidos, China y la India. El Amazonas que es el río más caudaloso del mundo, tiene una escorrentía que corresponde al 16% del valor global. El 27% de los recursos de agua dulce proviene de las cuencas de cinco ríos, el Amazonas, el Ganges-Brahmaputra, el Congo, el Yangtze y el Orinoco (Ver, Tabla 1.1.; Shiklomanov, 1999).

Río	Región	Longitud Km	Periodo de Medición	Recursos Hídricos (km ³)		
				Promedio	Min.	Máx.
Amazonas	América del Sur	6.280	1920-1985	6.923	5.790	8.510
Ganges	Asia	3.000	1921-1985	1.386	1.212	1.686
Congo	África	4.370	1920-1985	1.320	1.051	1.775
Orinoco	América del Sur	2.740	1924-1992	1.007	710	1.380
Yangtze	Asia	5.520	1921-1985	1.006	698	1.401

Tabla 1.1. Recursos hídricos de los principales ríos del mundo.

Fuente: Shiklomanov, 1999.

En la Figura 1.7 se muestra una estimación de la disponibilidad de agua dulce per cápita en el mundo para el período 1970-2050. Como se puede observar, la tendencia señala claramente hacia la escasez, pues por diversas razones la disponibilidad de agua por habitante se ha reducido considerablemente. Según el autor, se produce una condición de tensión hídrica cuando el abastecimiento per cápita es menor a 1.700 m³/habitante/año, lo que significa que la insuficiencia de agua presenta una amenaza para el abastecimiento doméstico, la vida social, el desarrollo y la salud de los ecosistemas. Cuando se llega al punto en el cual la disponibilidad de agua es insuficiente para satisfacer las necesidades humanas esenciales, que se calcula en 1.000 m³/habitante/año, se considera que se genera una situación de escasez del recurso, que frena el progreso y limita severamente las posibilidades de llevar una vida sana y digna. La situación global es tan grave que se estima que en el año 2025 el 58% de la población tendrá carencias graves con respecto a la disponibilidad de agua.

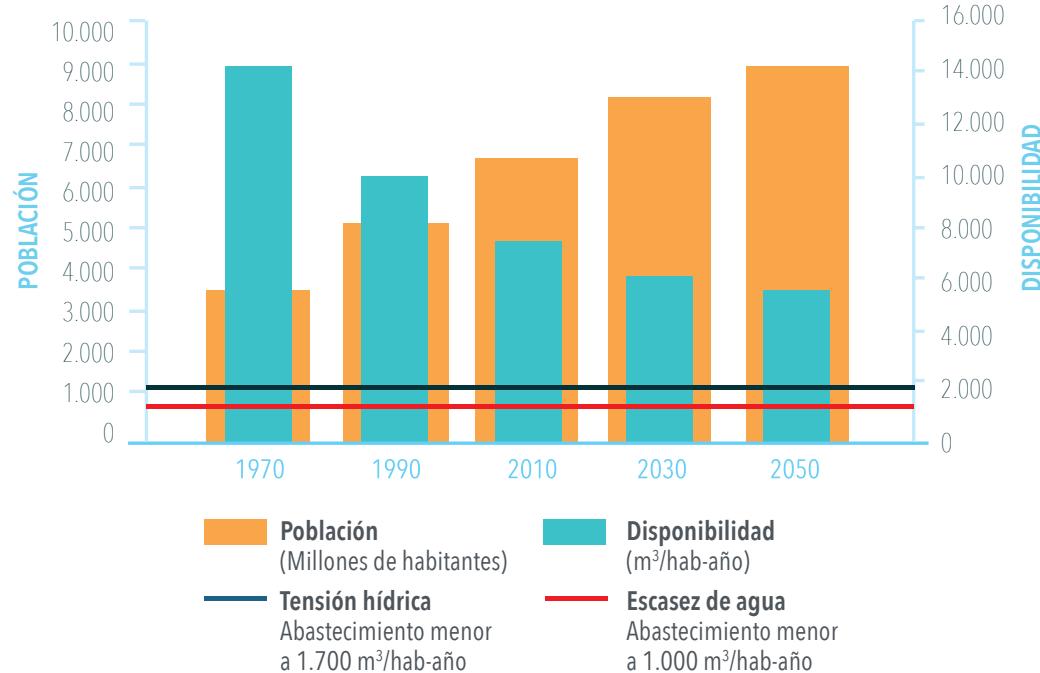


Figura 1.7. Disponibilidad de agua dulce per cápita.

Fuente: Elaboración Secretaría General de la CAN, con base en datos del World Resources Institute y UNESCO

Indicadores de la cantidad de agua

La precipitación es una fuente fundamental de agua para los ecosistemas y las actividades humanas, gracias a su comportamiento dinámico y su fácil acceso. Su magnitud es uno de los indicadores principales de la disponibilidad de agua dulce en una región determinada porque puede monitorearse fácilmente. El régimen de la precipitación depende de una gran variedad de factores como las dinámicas atmosféricas, el relieve, la influencia del mar y la abundancia de los bosques (Guhl y Montes, 2008).

La precipitación promedio anual que cae sobre los continentes es de 1.166 mm. En Suramérica que es el continente más lluvioso este valor llega a 1.706 mm. La región de los países andinos, Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, tiene un promedio de precipitación mayor que el de Suramérica llegando a los 1.896 mm/año. En este contexto Colombia ocupa un lugar privilegiado por su riqueza hídrica, pues es el país con la mayor precipitación del continente. Sobre su territorio llueve en promedio 2.612 mm/año, seguida por Guyana y Surinam con 2.387 y 2.331 mm/año respectivamente. La comparación de los valores de las lluvias en comparación con el resto del mundo resalta esta afortunada característica (Ver Tabla 1.2 y Figura 1.8).

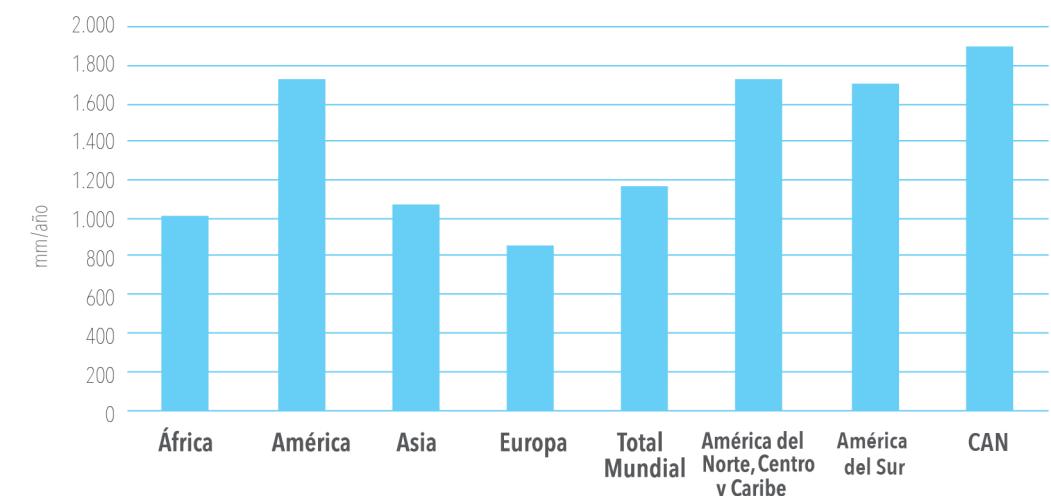


Figura 1.8. Precipitación promedio anual por regiones 2011.

Fuente: FAO, 2011.

Otro indicador de la disponibilidad de agua reconocido y calculado por la FAO, es el Índice de Recursos Hídricos Renovables Actuales (TARWR-Total Actual Renewable Water Resources) que se mide en Km³/año. El TARWR es la cantidad máxima teórica de agua dulce disponible para un país en un año específico. En la Tabla 1.2 se presenta el TARWR para los diferentes continentes. Como puede verse, América del Sur es el continente con el mayor porcentaje de agua renovable del mundo, llegando casi a una tercera parte del total. A su vez, en este continente los países que se destacan por su riqueza en agua son Brasil con el 48%, Colombia, 12,4% y Perú con el 11,2% del total de la región (Ver Figura 1.9) (FAO, 2011).

Continentes	Habitantes (1.000.000)	Precipitación Promedio Anual mm/año	TARWR 2011 Km ³ /año	% TARWR mundial	TARWR per cápita (m ³ /año)
África	1.044.306	1.008	5.569,9	10,5	5.334
América	942.393	1.718	24.362,4	46,0	25.852
Asia	4.213.345	1.070	15.243,7	28,8	3.618
Europa	739.640	869	7.734,1	14,6	10.457
Total continentes*	6.939.684	1.166	52.910,0	100,0	7.624
América Norte, Centro y Caribe	545.952	1.725	7.230,5	13,7	13.244
América del Sur	396.441	1.706	17.131,9	32,4	43.214
CAN	101.081	1.896	5.091,9	9,6	50.374

Tabla 1.2 Precipitación y TARWR en diferentes continentes.

*No incluye Oceanía. Fuente: FAO 2011.

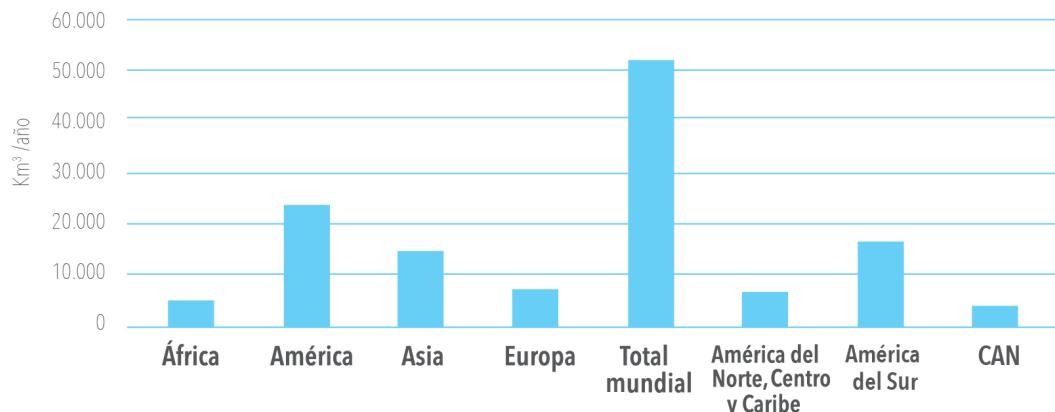


Figura 1.9. Índice TARWR por regiones.

Fuente: FAO, 2011.

El TARWR per cápita es otro indicador que muestra la disponibilidad de agua que tiene cada habitante en las diferentes regiones. América del Sur presenta la mayor oferta con 43.200 m³/año. Si se analiza la disponibilidad de los países andinos, la oferta per cápita es aún mayor con 50.374 m³/año (Ver Figura 1.10). Es muy importante aclarar que aunque este indicador muestra la riqueza hídrica promedio de las regiones, no refleja las variaciones espaciales y temporales que se presentan a lo largo del año en las diversas regiones, como tampoco su calidad.

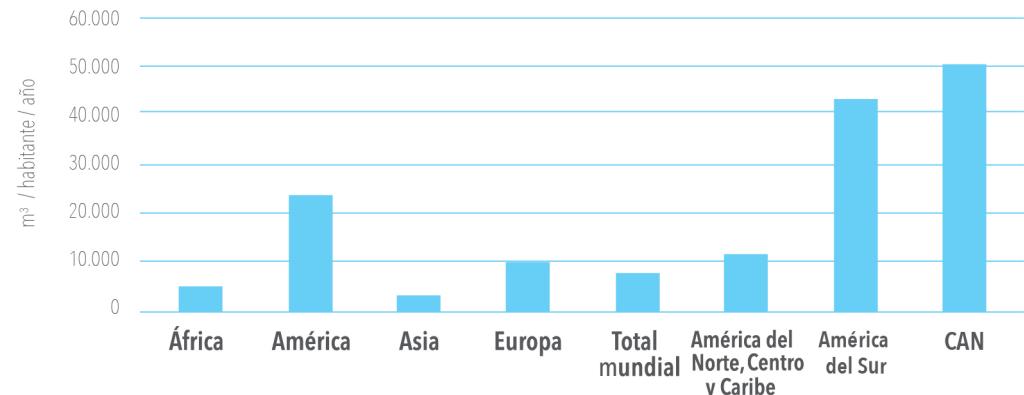


Figura 1.10 Índice TARWR per cápita por regiones.

Fuente: FAO, 2011.

La Región Andina, una excepción notable al panorama global de escasez

De acuerdo con las anteriores cifras y consideraciones, algunos países son una excepción notable dentro del panorama global de escasez de agua. Los países de la Región Andina, son un ejemplo de ello; Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú concentran casi el 10% de agua dulce del planeta, mientras que ocupan tan solo el 0,7 % de su extensión superficial y albergan tan solo el 1,4% de la población global (ver Figuras 1.11 y 1.12). Las precipitaciones promedio anuales de estos países superan el promedio mundial llegando a 1.896 mm/año, siendo Colombia como queda dicho, el país con la mayor precipitación, 2.612 mm y el TARWR (2.132 Km³/año) más elevado de la región. Esta abundancia de agua constituye una riqueza potencial que, si se maneja de manera sostenible, puede convertirse en un factor de desarrollo, bienestar y equidad.

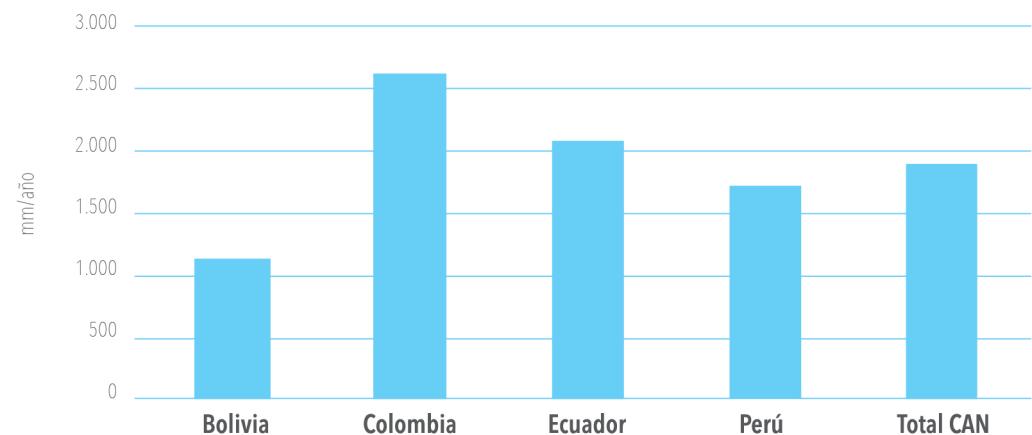


Figura 1.11 Precipitación promedio Comunidad Andina.

Fuente: FAO, 2011.

La Figura 1.13 muestra la variación espacial de la precipitación en la región andina. Las diferencias espaciales y la riqueza de agua de los países de la CAN se deben a su posición en el planeta en la zona de convergencia intertropical (ITCZ); su cercanía a los dos grandes océanos; la presencia de la cordillera de los Andes y la región Amazónica con sus extensas selvas.

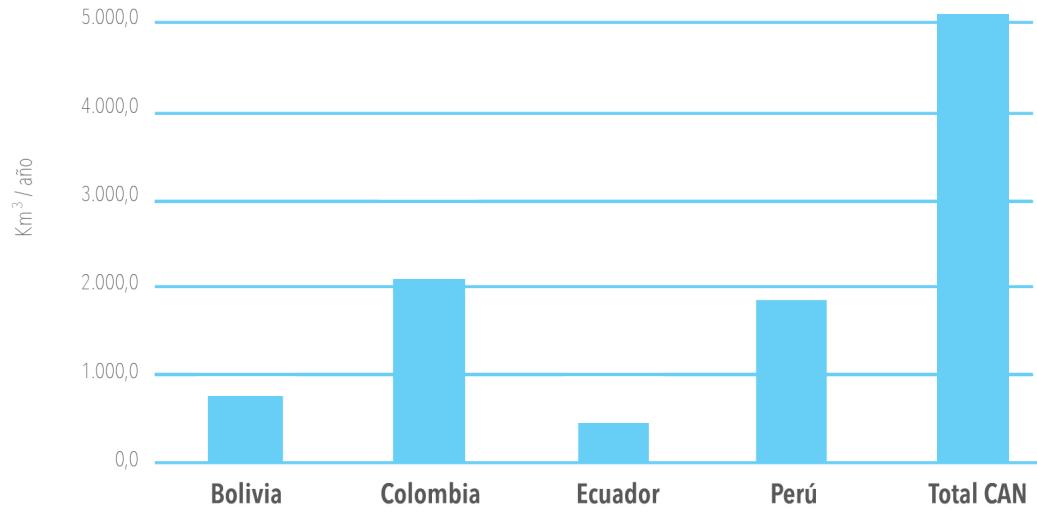


Figura 1.12 Índice TARWR países de la Comunidad Andina.

Fuente: FAO, 2011.

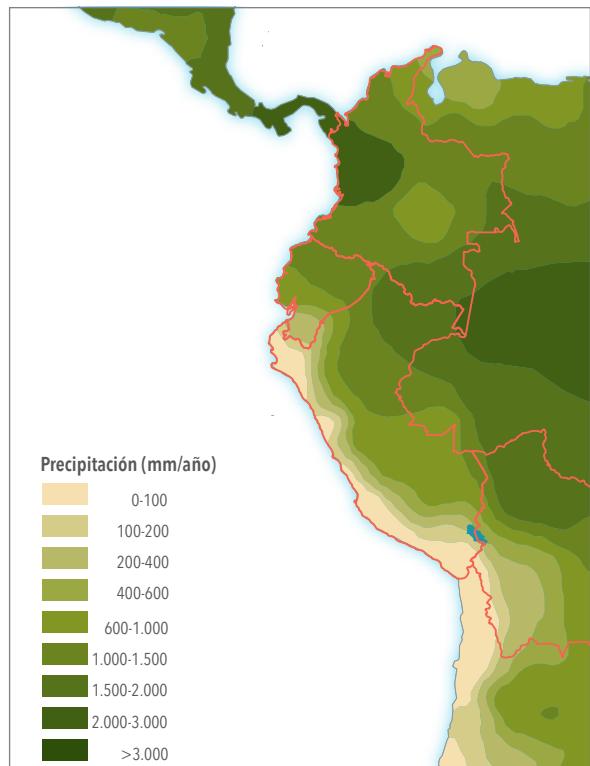


Figura 1.13 Precipitación promedio Comunidad Andina.

Fuente: UNEP, 2006, 2011.

El ITCZ es un cinturón estacional de posición variable a lo largo del año que abraza la Tierra en la Zona Ecuatorial. Esta zona recibe la mayor cantidad de radiación solar en el año y hacia ella convergen los vientos alisios del norte y del sur. La elevada radiación solar calienta el mar y el aire, permitiendo así una abundante evaporación y la formación de nubes y lluvias intensas (NASA, 2000). La localización variable durante el año de esta banda afecta la estacionalidad de las lluvias de los países localizados en la Zona Ecuatorial. En Colombia por ejemplo, el ITCZ pasa por el centro del país en dos ocasiones al año: entre abril y mayo cuando se desplaza al norte y ocasiona el primer periodo de lluvias y entre septiembre y octubre cuando se dirige al sur y produce un segundo periodo de lluvia, siendo éste el más fuerte de los dos (FEN, 1993).

La Cordillera de los Andes, que posee una gran extensión y altitud, influye de manera determinante en la pluviosidad de los países andinos. En la vertiente oriental, los vientos cargados de humedad que provienen de la Amazonía son interceptados por las montañas y generan abundantes lluvias. En la vertiente occidental, los valores de precipitación dependen de las condiciones de humedad generadas en el Pacífico. La corriente marina fría de Humboldt, que proviene de la Antártica y sigue la costa suramericana, influye considerablemente en la escasa humedad de la región costera del norte de Chile y las costas del Perú. A medida que disminuye la latitud, la temperatura del mar aumenta y crea mejores condiciones para la precipitación en los Andes ecuatorianos y colombianos que culminan en los ecosistemas alto-andinos húmedos y en sus costas donde se asientan las selvas húmedas del Chocó biogeográfico en las cuales se alcanzan niveles de precipitación de los más altos del mundo con aproximadamente 9.000 mm al año (Guhl y Montes, 2008).

En la vertiente oriental de la cordillera, la humedad generada por la evapotranspiración de la selva amazónica al chocar con las montañas, da origen a altas precipitaciones en forma de nieve y lluvia, las cuales posteriormente alimentan los ríos de la gran cuenca amazónica. La evapotranspiración de la selva amazónica es un componente fundamental del ciclo hidrológico, al ser responsable del 50% del reciclaje de la precipitación de su cuenca. Si la deforestación de la región continúa, se puede alterar el ciclo hidrológico y climático no sólo a nivel local sino también regional y global dada la gran extensión de la selva amazónica (Bunyard y Herrera, 2012). También el retroceso paulatino de los glaciares que se constituyen en reservorios de agua para los períodos de baja precipitación, puede traer consecuencias muy graves en la región ya que aproximadamente 50 millones de personas de ciudades principales, incluyendo a la Paz, Lima, Quito y Bogotá, dependen de los Andes para su abastecimiento de agua (SGCAN, 2010) (Ver Figura 1.14).

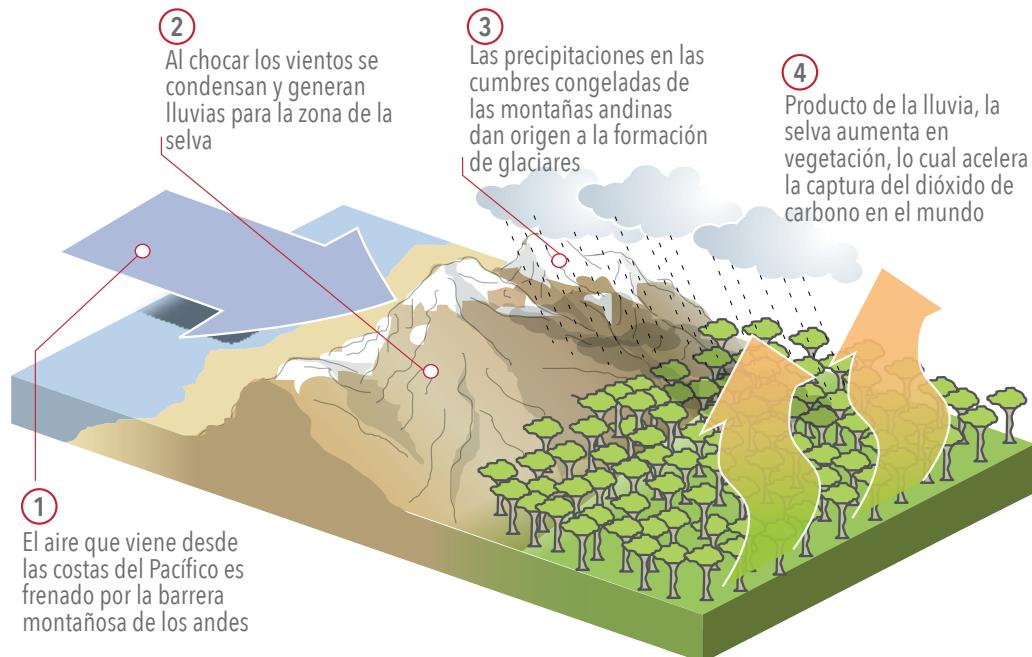


Figura 1.14 Ciclo hidrológico de la vertiente oriental de los Andes.

Fuente: SGCAN, 2008

Los usos del agua

Como se ha explicado, la disponibilidad de agua suficiente y de buena calidad es esencial para garantizar la calidad de vida humana, pues gracias a sus múltiples usos permite satisfacer las necesidades básicas y el desarrollo de las actividades socioeconómicas. Los usos del agua se pueden clasificar como consumtivos y no consumtivos. Los primeros que son: el doméstico, el industrial, energético y el agrícola, implican la extracción del agua de la fuente y la alteración de sus condiciones de cantidad y calidad, mientras que los no consumtivos son aquellos en los cuales el agua no se extrae de la fuente y sufren alteraciones menores en su cantidad y calidad, como: en el transporte, la recreación y la pesca.

Además de los usos de origen antrópico, el agua es esencial para garantizar la salud y el adecuado funcionamiento y conservación de los ecosistemas que a su vez constituyen la base de soporte de las actividades socioeconómicas. El caudal que consume la naturaleza para estos propósitos se denomina caudal ecológico o ambiental y es pocas veces tomado en consideración con la importancia que merece. En Colombia, se le ha dado

una definición parcial e incompleta, pero se le considera como un componente que debe tenerse en cuenta para los planes de ordenamiento del agua (Decreto 3930 de 2010; Guhl y Montes, 2008, IDEAM, 2010).

La diversidad de usos del agua y su carácter indispensable y vital, pueden generar una gran cantidad de conflictos sociales, políticos y ambientales frente al aumento de la demanda; generados por la contaminación del agua y la incertidumbre sobre su cantidad y calidad, frente a las presiones antrópicas y naturales. Por esta razón es fundamental conocer e integrar las necesidades de los diversos usuarios y priorizar los usos del agua para lograr una gestión organizada y efectiva. A nivel mundial la principal prioridad en el uso del agua es el consumo humano (Guhl y Montes, 2008). Sin embargo, los conflictos por el agua, cuando se privilegian las actividades económicas por encima de las necesidades de agua potable, se presentan con frecuencia creciente en muchas regiones del mundo y del país.

El cartograma (Figura 1.15) presenta el tamaño de los continentes en función de la magnitud de la utilización que hacen del agua disponible. Se destacan Asia y América del Norte como las regiones que consumen la mayoría del agua que poseen. En contraste con América del Sur y África que consumen apenas una muy pequeña parte del agua con la que cuentan.

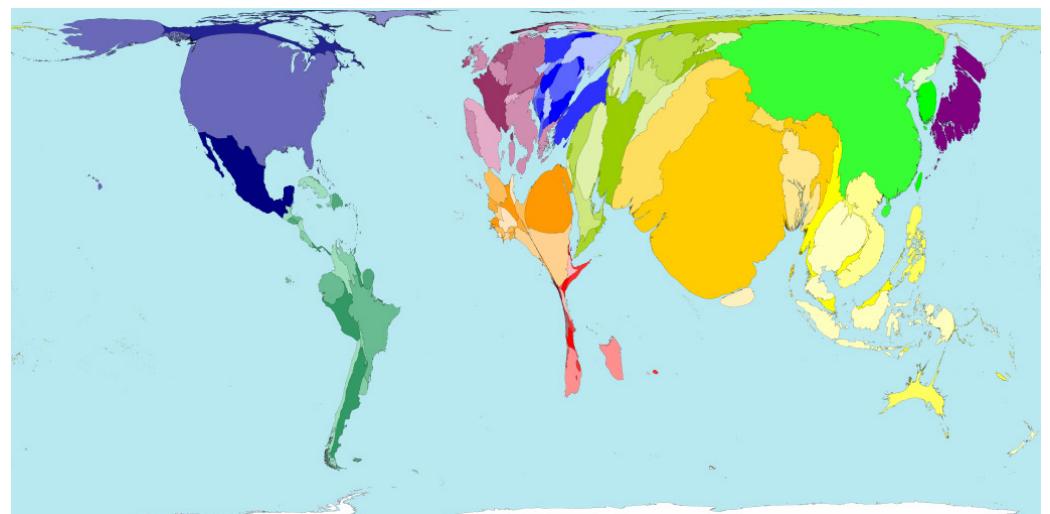


Figura 1.15 Proporción del tamaño del territorio en proporción al uso del agua (1987-2003)

Fuentes: © Copyright 2006 SASI Group (University of Sheffield) and Mark Newman (University of Michigan).

El consumo de agua de una población o región depende de una gran diversidad de factores naturales y culturales como son: la oferta de agua; la densidad poblacional; la demanda per cápita de acuerdo con el estilo de vida; los patrones de dieta; la cultura de ahorro; los requerimientos de los diferentes usos (doméstico, industrial, energético, agrícola, etc.) y el nivel tecnológico para el aprovechamiento del agua. En la Tabla 1.3 se muestran las cifras de consumo de los diferentes continentes según la base de datos de la FAO del 2010.

Región	Hab/km ²	PIB per cápita Dólares (2008)	Consumo km ³ /año							
			Total	%	Doméstico	%	Industrial	%	Agricultura	%
Mundo	50	8.813	3.862	100	430	11,1	723	18,7	2.709	70,1
África	33	1.592	214	6	21	9,8	9	4,2	184	86,0
América	23	21.667	791	20	126	15,9	280	35,4	385	48,7
Norte América	21	36.805	602	16	88	14,6	256	42,5	258	42,9
Centro América y el Caribe	108	3.820	23	1	6	26,1	2	8,7	15	65,2
Sur América	22	7.547	165	4	32	19,4	21	12,7	112	67,9
Asia	126	3.805	2.456	64	217	8,8	227	9,2	2.012	81,9
Europa	32	29.026	374	10	61	16,3	204	54,5	109	29,1
Oceanía	3	41.975	27	1	5	18,5	3	11,1	19	70,4

Tabla 1.3 Consumo mundial de agua.

Fuente: FAO. 2010. AQUASTAT Database. <http://www.fao.org/nr/aquastat> and FAO. 2010.

El continente con el mayor consumo de agua es Asia con el 64% del total mundial debido al gran tamaño de su población, seguido por América con un 20%, del cual, el 16% corresponde a América del Norte y Europa con un 10%. Oceanía y África son los continentes con el menor consumo a nivel mundial con un 1% y 6% respectivamente. América del Sur consume tan solo el 4% del total mundial. El sector que más agua consume es el agrícola que correspondió en 2010 a un valor cercano al 70%, seguido por el consumo industrial con el 19% y el doméstico con el 11%.

En el caso colombiano, según el Estudio Nacional del Agua del IDEAM (2010), el consumo de agua en el año 2008 fue de 36 Km³. De acuerdo con la distribución por usos, el sector agropecuario fue el mayor consumidor de agua llegando al 60% del total, seguido por el energético con el 19% y el doméstico con el 7% (Ver Figura 1.16). Es importante aclarar que en el país no existe todavía un sistema de monitoreo de los caudales para los diferentes sectores y que las cifras anteriores corresponden a estimaciones estadísticas.

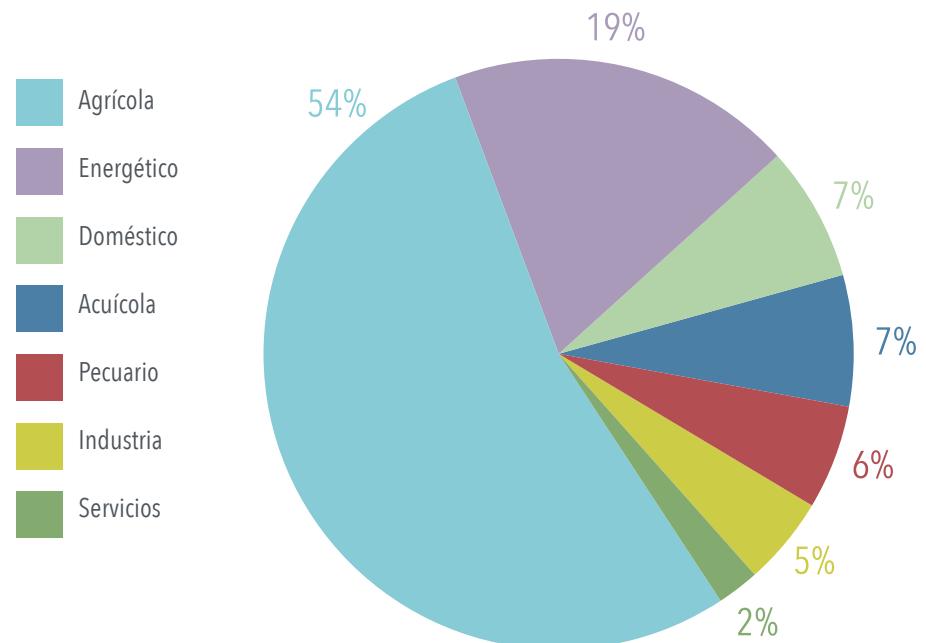


Figura 1.16 Porcentaje de uso del agua de diferentes sectores en Colombia.

Fuente: IDEAM, 2010.

Agua potable y saneamiento

La disponibilidad de agua potable y el saneamiento básico son esenciales para la calidad de vida, la equidad y el desarrollo humano. A lo largo de la historia las ciudades han sido focos de problemas sanitarios muy severos por la deficiente calidad del agua y la carencia de saneamiento básico, males que originaron epidemias y millones de muertos. Hasta el siglo XIX ciudades como Nueva York, París y Londres sufrían frecuentemente epidemias de enfermedades infecciosas como el cólera, la diarrea, la disentería y la fiebre tifoidea. Todavía en el 2006, 1.100 millones de habitantes de países del Tercer Mundo, no disponían de acceso a la cantidad mínima de agua potable y 2.600 millones de personas carecían de saneamiento básico. Adicionalmente alrededor del 50% de sus habitantes sufrían algún problema causado por la falta de agua y saneamiento básico, siendo los habitantes rurales quienes sufren con mayor agudeza estos problemas (PNUD, 2006).

Las carencias mencionadas que afectan la calidad de vida y el desarrollo, condujeron a que uno de los Objetivos del Desarrollo del Milenio fuera el de reducir a la mitad la cantidad de personas en el mundo sin acceso a agua potable y saneamiento básico para el año 2015. Según el informe de la UNICEF y la OMS del 2012, el objetivo de acceso al agua potable se alcanzó en el 2010. Sin embargo, la meta de saneamiento sigue muy rezagada. Entre 1990 y 2010, aproximadamente 2.000 millones de personas mejoraron el acceso al agua potable y se estimó que el 89% de la población (6.1 miles de millones de personas) contaba con este servicio en 2010. La India y China representaron la mitad de este avance y se espera que para el 2015 se alcance a cubrir al 92% de la población mundial, aunque la mayoría de las veces existen dudas sobre la calidad y la confiabilidad de los servicios de agua potable y saneamiento básico.

Mientras que la cobertura mejoró significativamente en América Latina y el Caribe hasta llegar al 90% de la población, en el norte de África y de Asia apenas se llegó a cubrir el 60%. Es importante también resaltar que el 14% de la población utiliza agua de fuentes superficiales sin tratamiento. El África Subsahariana es la región que tiene la menor cobertura de agua potable a nivel mundial ver Figura 1.17 (UNICEF y OMS, 2012).

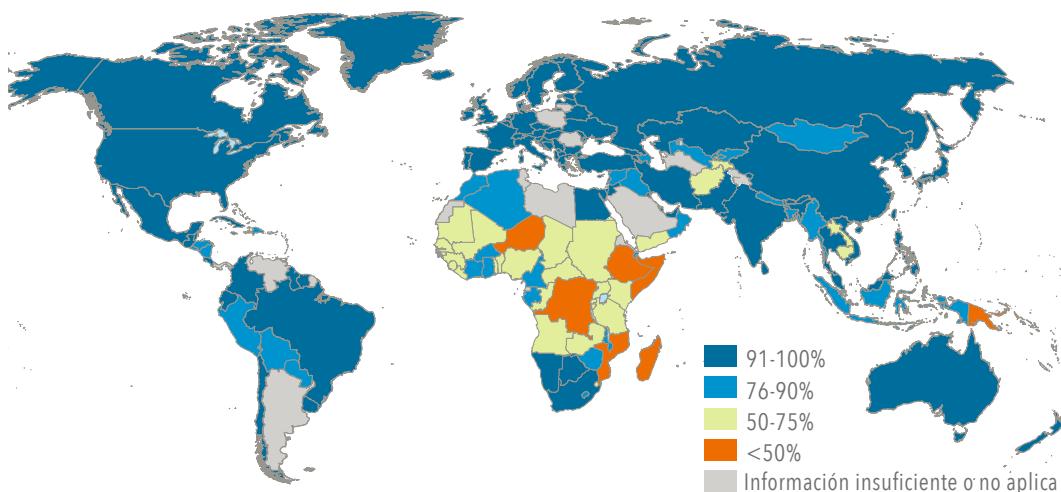


Figura 1.17 Porcentaje de la población con acceso al agua potable en el 2010.

Fuente: OMS y UNICEF, 2012.

En el mundo hay todavía 783 millones de personas (11%) que carecen de acceso al agua potable y una décima parte de la población se abastece aún de fuentes que no son sanitariamente seguras. Se estima que a pesar de estas mejoras, en el 2015 todavía 605 millones de personas carecerán de acceso al agua potable.

El agua de mala calidad y la falta de saneamiento constituyen la segunda causa de mortalidad infantil en el mundo. El número de muertes por diarrea en el 2004 fue seis veces mayor que la mortalidad promedio originada por los conflictos armados durante la década de 1990. Se estima que en el mundo se presentan aproximadamente 1,8 millones de muertes infantiles anualmente a causa de esta enfermedad (PNUD, 2006). Además, muchos países todavía no cuentan con un seguimiento e información completos sobre los parámetros de calidad de agua y su influencia en la salud (UNICEF y OMS, 2012).

Los avances en la cobertura de saneamiento básico son más limitados que los relativos al agua potable. Sólo el 63% de la población mundial cuenta con este servicio y se espera que para el 2015 la cifra aumente ligeramente hasta llegar al 67%. Se estima que alrededor de 2.500 millones de personas no cuentan con sistemas de saneamiento y que en países del África Subsahariana y el Sureste de Asia la cobertura de este servicio está por debajo del 50% (Ver Figura 1.18, UNICEF y OMS, 2012).

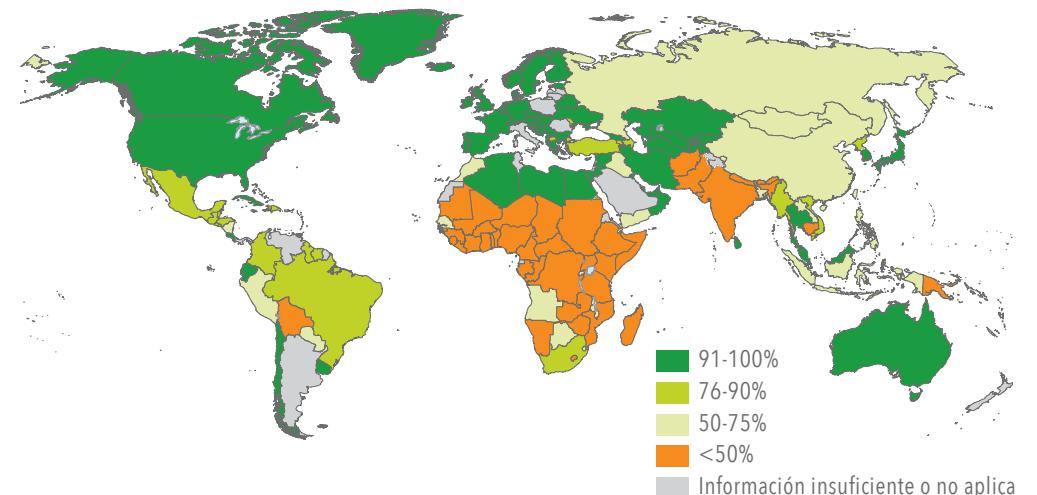


Figura 1.18 Porcentaje de la población con acceso al saneamiento básico en el 2010.

Fuente: OMS y UNICEF, 2012.

La cobertura de agua potable ha mejorado de manera significativa en muchas regiones como China y América Latina, pero es claro que el saneamiento básico no ha sido un objetivo prioritario de los gobiernos de los países del Tercer Mundo. Para lograr las metas del milenio, en especial en lo relativo al saneamiento básico, será necesaria una buena dosis de voluntad política por parte de los gobiernos y la aplicación efectiva de las políticas y los compromisos para lograr el propósito buscado.

La comunidad internacional ha reconocido que la escasez de agua para consumo humano se debe más a un ineficaz manejo, que a su escasez natural. El agua dulce carece en la mayoría de los países de una gobernabilidad proactiva y eficiente, que considere la gestión del agua de una manera más sistemática e integrada. Esta forma de administración se basa en la cooperación y la coordinación interinstitucional y en la participación de los usuarios, para permitir generar visiones compartidas sobre las metas y resultados de la gestión y la ejecución de proyectos e inversiones, articulados entre las instituciones que administran el agua y sus usuarios (Instituto Internacional del Manejo del Agua, 2008).

Dado que el agua es indispensable para la realización de todas y cada una de las actividades humanas, se toma, se usa y se vierte en el territorio, es evidente la estrecha relación e interdependencia entre la conformación del territorio y el manejo del agua y por tanto, la necesidad de articular las políticas territoriales y sectoriales con la política hídrica para lograr la sostenibilidad territorial.

Disponer de agua en cantidad suficiente y con la calidad adecuada para los diversos usos es una condición determinante de los procesos de ocupación y uso del espacio y por tanto, de la conformación de territorios. Si el territorio se entiende como una creación social, es decir como el resultado de la interacción dinámica de la sociedad con el espacio geográfico, se comprende como esta relación toma cada vez mayor importancia en la medida en que los recursos hídricos de una región se van volviendo más escasos, ya sea por el crecimiento de la demanda; la disminución de su disponibilidad; la contaminación o las variaciones en la oferta natural originadas por otras causas como el cambio climático.

El ciclo del uso del agua

El ciclo de uso del agua es un proceso continuo de circulación que comprende tres etapas: la conservación de ecosistemas productores y protectores del agua; el abastecimiento para suplir las demandas para los diversos usos: doméstico, agrícola e industrial, que incluyen procesos como la captación, el almacenamiento, la conducción, el tratamiento y la distribución del agua y, finalmente, la etapa de

saneamiento que implica la conducción y el tratamiento de las aguas residuales generadas por los diversos usos para recuperar su calidad antes de su retorno al ambiente.

Comprender y articular el ciclo del uso de agua con el ciclo hidrológico natural, es fundamental para la planeación de la gestión del agua. La planificación de políticas territoriales y sectoriales, actividades económicas y desarrollos urbanos e industriales, muchas veces no considera los requerimientos de agua partiendo del supuesto de que el agua llegará al proyecto de todas maneras. Lo anterior implica el desconocimiento de los límites de la oferta natural de agua y de las grandes inversiones y costos que implica hacerla disponible, especialmente en condiciones de escasez. En la Figura 1.19 se muestra un esquema del ciclo de usos del agua. Como se anotó, la gestión de las dos primeras etapas ha mejorado significativamente a nivel mundial, pero la tercera, el saneamiento, no ha marchado a la misma velocidad. Adicionalmente la pérdida de calidad del agua por la contaminación y la falta de tratamiento de las aguas residuales es cada vez mayor, pues los diferentes usos cambian la composición y las propiedades del agua. La falta de avance en la tercera etapa del ciclo, disminuye su potencial de uso por los usuarios aguas abajo, incrementa el riesgo de enfermedades para esta población y aumenta los costos de tratamiento para volver a alcanzar los niveles de calidad requeridos para los diversos usos, desconociendo el principio de que “el que contamina paga” y creando un escenario inequitativo en la transferencia de costos.



Figura 1.19 Ciclo de usos de Agua.
Elaboración propia.

La huella del agua

La “huella ecológica” se ha convertido en un indicador ampliamente aceptado en las discusiones sobre sostenibilidad ambiental después de que Rees y Wackernagel publicaran su libro Nuestra huella ecológica: reduciendo el impacto humano sobre la tierra, en 1996. Según los autores, este indicador se define como “el área de territorio ecológicamente productivo necesario para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población determinada con un nivel de vida específico de forma indefinida”. El cálculo de la huella ambiental depende de la calidad y cantidad de información con que se disponga y de los supuestos que la determinan. De este concepto surgieron estimaciones más específicas como la “huella del agua”.

Existen varios estudios y metodologías para definir los componentes de la huella del agua y establecer su valor, que puede ser calculado para empresas, individuos o países. Según Hoekstra y Chapagain (2006), para calcular la huella hídrica de un país se debería considerar el total de agua requerida para el uso doméstico; la producción de todos los bienes y servicios de consumo y el agua virtual que es el agua que circula incluida en los productos, a través del mercado internacional. La cantidad total de agua necesaria para la vida de los miembros de una sociedad y el desarrollo de sus actividades socioeconómicas no es evidente. Como se ha mencionado el agua es indispensable en todas las actividades y procesos industriales y agrarios. En muchos de ellos la cantidad que se consume es sorprendentemente alta y no es conocida por la población.

Como ejemplo, la Figura 1.13 ilustra la cantidad de agua necesaria para la producción de diferentes productos de uso corriente que ilustran la magnitud de la huella del agua más allá del consumo directo. Hoekstra y Chapagain (2006) calcularon la huella de agua per cápita por año durante el periodo 1997-2001 para varios países y encontraron que los factores que la determinaron en mayor medida fueron: los patrones de consumo, el clima y la eficiencia con respecto a su uso en las prácticas agrícolas. Estados Unidos obtuvo una huella de 2.483 m^3 , China 702 m^3 y Colombia 1.000 m^3 per cápita (ver Tabla 1.4).

País	Huella hídrica $\text{m}^3/\text{hab/año}$
Global	1.243
Alemania	1.545
Brasil	1.381
Colombia	1.000
Estados Unidos	2.483
Japón	1.153
México	1.441
Reino Unido	1.245
Rusia	1.858
Sudáfrica	931
China	702

Tabla 1.4 Huella hídrica global y de algunos países ($\text{m}^3/\text{hab/año}$).
Fuente: Hoekstra y Chapagain (2006).

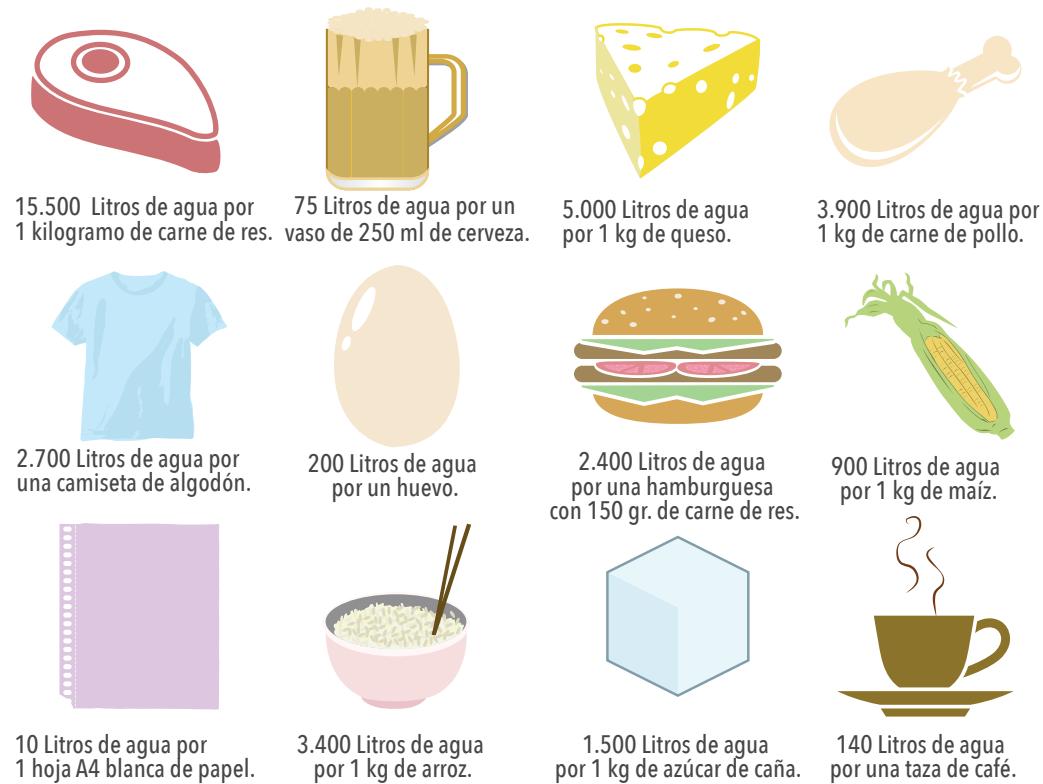


Figura 1.20 Agua necesaria para la producción de diferentes productos

Fuente: Water Footprint Network. www.waterfootprint.org.

Las amenazas para el agua

La riqueza hídrica excepcional de los países andinos y de Colombia, en particular, está amenazada por diversos factores de riesgo. Se destacan el aumento de la práctica de actividades que son insostenibles por su escala o por sus impactos socio-ambientales, los múltiples e inciertos efectos del cambio climático y de los fenómenos del Niño y la Niña. Estos factores afectan de manera severa la disponibilidad y la calidad del agua, e introducen una creciente incertidumbre en su disponibilidad y en la frecuencia y efectos de los eventos hidrometeorológicos.

Este panorama de riesgo implica el surgimiento de una gran cantidad de conflictos potenciales originados por las limitaciones en la disponibilidad de agua para los diversos usos, las alteraciones de su calidad y la falta de claridad en la definición de responsabilidades de los administradores y de los usuarios del agua y su cumplimiento bajo el principio según el cual la gestión del agua es una responsabilidad conjunta. El logro de la sostenibilidad territorial y la satisfacción racional y equitativa de las necesidades de todos los usuarios del agua, implican la construcción colectiva de una visión a futuro sobre el manejo del agua, la participación y colaboración, la negociación de los intereses y la generación de acuerdos y compromisos para todos ellos. En buena medida la gestión del agua y de otros bienes y servicios ambientales estarán en el centro de discusión sobre la sostenibilidad en muchos países (IUCN, 2000). A continuación se expondrán las principales amenazas para el agua con el fin de comprender las dimensiones de la problemática ambiental sobre los recursos hídricos y la necesidad de una administración efectiva.

Cambio climático

Según el IPCC¹¹ el cambio climático consiste en la “variación del estado del clima identificable en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos”. El Cambio Climático se debe a procesos naturales como la erupciones volcánicas, las variaciones solares, los cambios de la composición de la atmósfera y a actividades de origen humano como las emisiones de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono

(CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), producto de la combustión de combustibles fósiles; la deforestación, las actividades agropecuarias y los cambios en los usos de la tierra (IPCC, 2007). Las variaciones del clima se pueden evaluar mediante diferentes parámetros hidrometeorológicos como la temperatura, la precipitación, la presión atmosférica, la nubosidad, y el brillo solar (IPCC, 2007). El CO₂ es el gas que mayores efectos ha tenido sobre el calentamiento global. De acuerdo con el último informe del IPCC, la concentración de dióxido de carbono aumentó un 80% entre 1970 y el 2004. El IPCC (2007) pronostica un aumento de la temperatura global por decenio de 0,2 °C.

En su informe del 2007 el IPCC analizó los impactos sociales y ambientales del cambio climático en cuanto al agua, los ecosistemas, la producción de alimentos, los costos y los efectos en la salud y la calidad de la vida humana. Concluye que el cambio climático tendrá efectos múltiples, inciertos y considerables sobre el ciclo hidrológico. Se destacan principalmente la variabilidad en la disponibilidad de agua; el aumento de las sequías en latitudes medias y latitudes bajas semiáridas; mayores eventos extremos de precipitación en algunas regiones; la reducción y retroceso de los páramos y los glaciares por el desplazamiento vertical de los pisos térmicos; un mayor riesgo de extinción de especies; los Fenómenos del Niño y de la Niña más prolongados y frecuentes; los aumentos del nivel del mar y el incremento de eventos meteorológicos extremos que ponen en riesgo la salud de los ecosistemas y el bienestar de la población humana.

El IDEAM ha liderado varias investigaciones sobre los escenarios e impactos del cambio climático en Colombia. En estas investigaciones se encuentra que el agua es uno de los recursos más vulnerables a este fenómeno, pues presenta los mayores riesgos. Las consecuencias del cambio climático en Colombia que se han presentado hasta ahora son las siguientes: un incremento en el nivel del mar entre 3 y 5 milímetros al año y el retroceso de la línea de nieve entre el 2002 y el 2007 entre 15 y 20 metros, con lo cual la superficie glaciar se redujo en un 15%. En las estaciones meteorológicas de páramo alto se han detectado incrementos en la temperatura máxima de casi 1°C por década y en las zonas de subpáramo y bosque Alto Andino, se registraron incrementos entre 0,3°C y 0,6°C por década. El cambio en los ecosistemas alto andinos tendrá graves consecuencias sobre la oferta y la regulación de los caudales que abastecen grandes grupos de población que dependen de ellos.

Analizando el período 1971-2000, el IDEAM encontró una disminución de las precipitaciones en la Región Andina, el sur de la Región Pacífica y el piedemonte de la Orino-

11. El IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) fue establecido conjuntamente en 1988 por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

quía, mientras que observó un incremento en las precipitaciones en la Zona Caribe, en el resto de la zona Pacífica y la Amazonía colombiana (IDEAM-Ruiz, 2009 citado por el MAVDT, 2010; Pabón, 2003, citado por UNODC et al., 2008).

Para el 2030 se espera un aumento del nivel del mar de casi 10 cm, la desaparición casi total de los glaciares y un aumento en la temperatura media en diferentes regiones de 1,5°C. El aumento de la temperatura media incidirá en la expansión de enfermedades como el dengue y la malaria. Los volúmenes de precipitación disminuirán en la región Caribe y en la región Andina especialmente en el piso frío y el páramo, con aumentos en el piedemonte llanero y amazónico y en la vertiente occidental de la Cordillera Occidental. Estos cambios tendrán marcadas repercusiones sobre el régimen hidrológico, un aumento del estrés hídrico en algunas zonas y dificultades para la provisión de agua en otras. Se espera además, un aumento en la intensidad y cantidad de los huracanes, incendios, inundaciones y deslizamientos (MAVDT, et al., 2010; Pabón, 2003, citado por UNODC et al., 2008).

Según el IPCC los impactos serán diferenciales de acuerdo con el grado de adaptación a los efectos del cambio climático, de la tasa de cambio de la temperatura y de las transformaciones de los territorios. Por lo tanto, la prevención y adaptación a los riesgos del cambio climático deben ser tenidas en cuenta para disminuir la vulnerabilidad de la población de este fenómeno de consecuencias inciertas. En la Figura 1.21 se muestra un cuadro sinóptico que intenta hacer una síntesis de las causas y consecuencias del Cambio Climático, como sus efectos en la productividad de los ecosistemas marinos de los arrecifes de coral y en los sistemas agropecuarios.

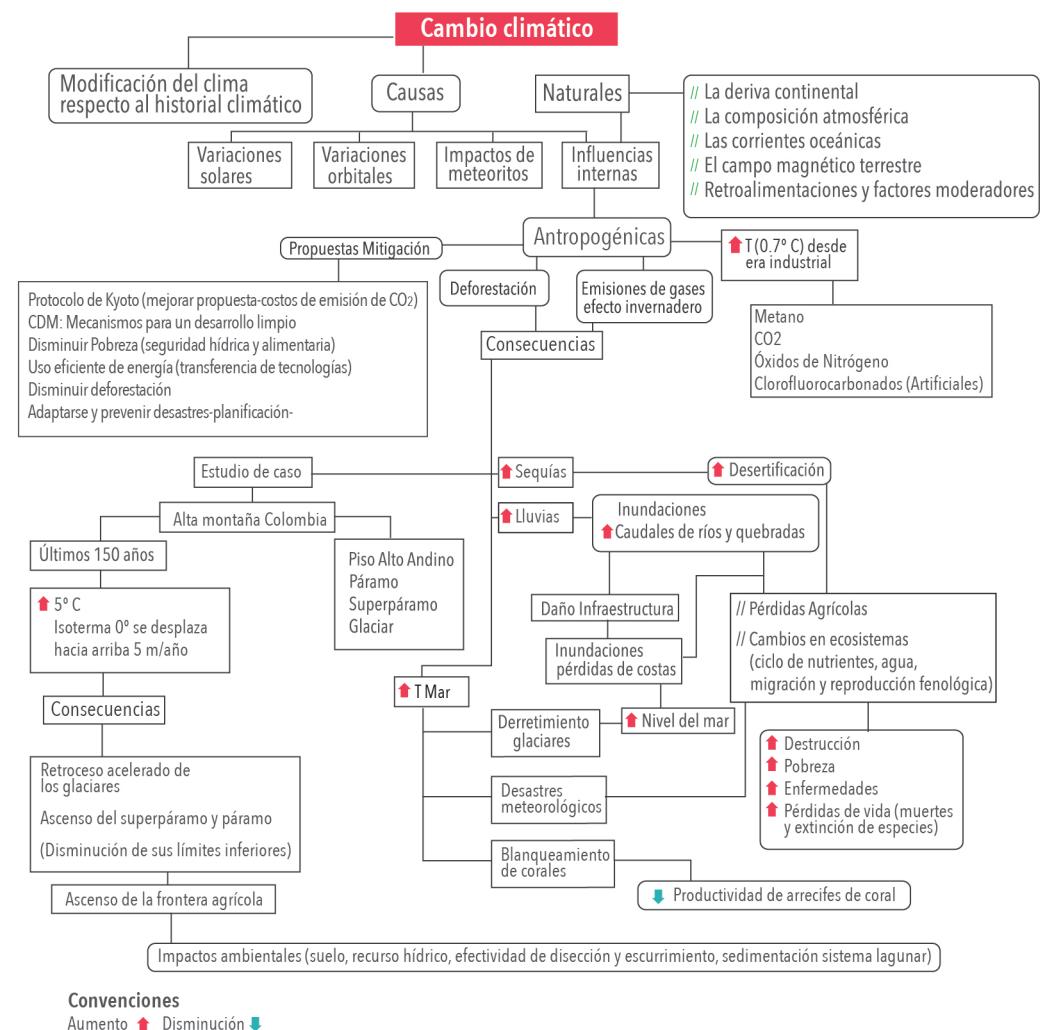


Figura 1.21 Cuadro sinóptico del Cambio Climático causas y efectos.
Fuentes: Groom, et al, 2006; IPCC, 2007; PNUD, 2007.

Fenómenos del Niño y de la Niña

Los fenómenos de El Niño y de La Niña son alteraciones de las condiciones meteorológicas normales en el Océano Pacífico tropical que pueden llegar a influir fuertemente en el clima de Suramérica y otras regiones del mundo. El fenómeno ENSO (El Niño-Southern Oscillation) como también se le conoce, puede persistir durante un año, con una ocurrencia entre

dos y siete años. Los episodios que más se destacaron por su intensidad se presentaron en los años de 1988, 1989, 1998-2000, 2007 y 2011 (IDEAM, 2010; SGCAN, 2009).

Normalmente las aguas del Océano Pacífico adyacentes a la costa suramericana presentan temperaturas bajas debido a la corriente fría de Humboldt que proviene del Océano Glacial Antártico. Esta corriente se caracteriza por ser rica en nutrientes que alimentan la abundante pesquería y la vida marina de países como el Perú y el Ecuador. La baja temperatura de la superficie (21°C a 26°C) no permite la evaporación del agua del mar y por lo tanto, reduce la ocurrencia y abundancia de lluvias. El comportamiento contrario ocurre en las costas de Australia e Indonesia que se caracterizan por tener temperaturas altas en los océanos cercanas a los 29°C. Cuando ocurre el Fenómeno del Niño, los vientos alisios del sur de la costa suramericana se debilitan y las aguas cálidas de Asia avanzan hacia el oriente sobre las aguas frías del oriente del pacífico tropical profundizándolas (SGCAN, 2009).

El Fenómeno del Niño aumenta las lluvias en las regiones secas de Chile, Perú y Ecuador y, disminuye las lluvias en los altiplanos andinos y el Amazonas. El debilitamiento de la corriente de Humboldt implica una disminución considerable de nutrientes y graves pérdidas para el sector pesquero. También aumentan los riesgos socioambientales por eventos de remoción en masa e inundaciones que afectan la infraestructura y promueven el desplazamiento de las poblaciones afectadas. En Colombia el Fenómeno del Niño influye en todo el territorio del país produciendo elevadas temperaturas y lluvias escasas. En el sur de la región pacífica y en algunas zonas de la Amazonía se presenta un aumento considerable en la precipitación (IDEAM, 1997; 2000; SGCAN, 2009).

El Fenómeno de La Niña ocurre después de El Niño y sus impactos son opuestos, es decir el clima tiende a regresar a las condiciones normales, pero aumentando la intensidad de ciertas variables meteorológicas, como se presenta en la Figura 1.22. En esta se muestran las variaciones de la temperatura de la superficie del mar, la presión atmosférica y la precipitación en las regiones tropicales del Océano Pacífico bajo los efectos del ENSO.

Región \ Variables	Temperatura superficie del mar			Presión atmosférica			Precipitación		
	CN	FNO	FNA	CN	FNO	FNA	CN	FNO	FNA
Oeste del Pacífico Tropical	↑	↓	↑↑↑	↓	↑	↓↓	↑	↓	↑↑
Este del Pacífico Tropical	↓	↑	↓↓↓	↑	↓	↑↑	↓	↑	↓↓

CN: Condiciones normales, FNO: Fenómeno del niño, FNA: Fenómeno de la niña.

Convenções: Aumento ↑ Disminución ↓

Figura 1.22. Variables meteorológicas en el Océano Pacífico bajo el fenómeno del niño y la niña.

Fuentes: Groom, et al, 2006; IPCC, 2007; PNUD, 2007.

Las variaciones del clima y de los patrones de lluvia debidas a los fenómenos de El Niño y La Niña aumentan la vulnerabilidad por desastres naturales como inundaciones, eventos de remoción en masa e incendios forestales, que representan pérdidas humanas y económicas porque se disminuye de manera significativa la producción agrícola, pesquera e hidroenergética. Las severas alteraciones del ciclo hidrológico, causan disminuciones en el abastecimiento de agua en algunas regiones, aumentan la variabilidad de los caudales y la vulnerabilidad a enfermedades en otras (SGCAN, 2009; IDEAM, 2010). Dado que ya se conoce con certeza que la probabilidad de ocurrencia de estos fenómenos es alta y su intensidad creciente, la adaptación a ellos debe considerarse explícitamente en las decisiones políticas sobre el ordenamiento del territorio, la gestión del agua y los planes de desarrollo sectoriales. Es decir sobre las estrategias de sostenibilidad y desarrollo territorial.

Actividades insostenibles

Como se verá más adelante al analizar el concepto de la sostenibilidad, las actividades socioeconómicas se vuelven insostenibles en la medida en que su gran escala, su elevado consumo de bienes y servicios ecosistémicos y sus impactos negativos sobre la sociedad y el medio ambiente generan efectos irreversibles sobre ellos. En lo que respecta a los ecosistemas, esta condición implica una intervención humana de tal magnitud que supera su capacidad natural de absorción de impactos y la restauración de la oferta de bienes y servicios que prestan y que hacen posible la vida y las actividades productivas.

La intensificación y ampliación de los sistemas productivos y el crecimiento de los grandes centros urbanos debido a la creciente concentración de la población, han oca-

sionado una gran diversidad de problemas ambientales. Con respecto al agua se destacan: el agotamiento de reservas subterráneas y superficiales; las altas descargas de aguas residuales contaminadas; la consecuente disminución y degradación de la calidad del agua; la afectación de los recursos hidrobiológicos; la alteración de los cursos de agua; la degradación de humedales; y la eutrofización por exceso de nutrientes provenientes de las actividades agropecuarias y los detergentes (Instituto Internacional del Manejo del Agua, 2008). La Tabla 1.5 muestra los impactos causados sobre la calidad del agua por estas actividades.

Afectaciones para el agua/ Actividades productivas	Urbanización	Agroindustria	Minería	Industria	Hidroenergía
Contaminación del agua superficial y subterránea	X	X	X	X	X
Alteración de los acuíferos y de los cauces	X	X	X	X	X
Aporte de materia orgánica	X	X		X	X
Aporte de sustancias tóxicas y peligrosas	X		X	X	
Contaminación química	X	X	X	X	
Aporte de metales pesados	X		X	X	
Salinización	X	X	X	X	X
Acidificación	X	X	X	X	X
Aporte de sólidos suspendidos	X	X	X	X	X
Aporte de nutrientes (Fósforo y Nitrógeno)	X	X		X	
Contaminación térmica	X	X	X	X	X
Afectación nivel freático	X	X	X	X	X

Tabla 1.5 Impactos de las actividades insostenibles sobre la calidad del agua.

Elaboración propia.

Urbanización

El mundo vive un fenómeno creciente de urbanización. Se estima que actualmente alrededor del 50% de su población vive en las ciudades y se espera que la migración rural hacia los conglomerados urbanos más grandes, impulsada por las ventajas y oportunidades derivadas de la aglomeración que ofrece la vida urbana, siga aumentando en especial en los países del Tercer Mundo. La creciente población urbana concentra y aumenta la demanda por recursos como agua, alimentos, energía y materiales para la construcción, al igual que la producción de vertimientos y residuos, tendencia que se refuerza con el aumento del nivel de vida. Los grandes conglomerados urbanos alteran fuertemente el

paisaje y sus características naturales; en particular modifican el ciclo hidrológico, debido al aumento de la temperatura que generan las ciudades, a la canalización de las aguas y a las grandes superficies impermeables que originan, con la consecuente disminución de la evaporación y la modificación de los patrones naturales de infiltración y escorrentía, ocasionando además mayores riesgos de inundaciones en zonas vulnerables (Goudie, 2005; SGCAN, 2008).

La concentración y el aumento de la producción de residuos y vertimientos como consecuencia de la urbanización de gran escala, superan la capacidad de los ecosistemas para asimilarlos, lo que hace que el tratamiento de las aguas residuales se convierta en un requisito indispensable para la sostenibilidad del territorio. Dado que este proceso es difícil y costoso, ha sido la etapa menos desarrollada del ciclo de uso del agua. La mayor contaminación del agua genera altas concentraciones de materia orgánica y patógenos producto de las aguas residuales domésticas, lo que se convierte en una amenaza creciente a la salud de la población. Además los altos contenidos de nutrientes como el fósforo proveniente del uso de detergentes obsoletos y el nitrógeno, producen la eutrofización de los cuerpos de agua que favorecen la proliferación de plantas acuáticas, que disminuyen las concentraciones de oxígeno en ellos y afectan la complejidad y salud de los ecosistemas acuáticos (Goudie, 2005; Guhl y Montes, 2009; SGCAN, 2008, 2010).

Actividades agropecuarias

La agricultura a gran escala es una actividad cada vez más insostenible debido al uso intensivo de agroquímicos que contaminan las aguas y a la pérdida de biodiversidad. Este sector económico es el que más demanda agua en el mundo para la producción de alimentos y materias primas industriales, como la reciente actividad para producción de biocombustibles. Al igual que los vertimientos urbanos la agricultura aporta una gran concentración de nutrientes por el lixiviado de fertilizantes y materia orgánica, contribuyendo a la eutrofización de los cuerpos de agua. Además el uso inadecuado y excesivo de plaguicidas genera la contaminación del agua superficial y subterránea con residuos tóxicos, muchos de los cuales tienen un alto potencial carcinógeno (Goudie, 2005; SGCAN, 2010).

Minería

La gran minería es otro sector económico que crece muy rápidamente para satisfacer la demanda por materias primas del mercado internacional, especialmente de la China.

Esta es una actividad que demanda una gran cantidad de agua. La gran minería se ha desarrollado en América Latina y en Colombia con gran fuerza en los últimos años y se está consolidando cada vez más a través de proyectos políticos que empiezan a ser resistidos y cuestionados fuertemente, dando origen a movimientos sociales de protesta, por los fuertes impactos sociales y ecológicos que genera, en particular sobre el agua. Conflictos por el uso y la contaminación del agua como los proyectos de la explotación de oro a gran escala en el páramo de Santurbán y de La Colosa en Colombia, y otros muchos en varios países, han hecho sonar la alarma acerca de los impactos de esta actividad sobre la sociedad y el medio ambiente. Además del elevado consumo de agua y su contaminación, la gran minería genera una cantidad enorme de desechos sólidos y líquidos, muchos de ellos tóxicos (SGCAN, 2009, 2010) e impactos muy fuertes sobre la biodiversidad y el suelo. A continuación se analizan algunos de los impactos ambientales de la minería a cielo abierto, especialmente sus efectos en la calidad y cantidad de agua.

Según Hooke (1994), el ser humano es un agente geomorfológico, es decir: tiene la capacidad de transformar el relieve. La minería a cielo abierto, es una de estas actividades humanas que generan transformaciones profundas en las geoformas¹², afectando de manera radical las dinámicas del paisaje. La “restauración” de estas áreas intervenidas puede tardar miles de millones de años. La minería a cielo abierto genera graves impactos ambientales que han sido poco documentados. Entender cada uno de ellos sería un trabajo de larga duración. Sin embargo, los estudios de algunas de sus consecuencias han sido extensos y confirmados a través del tiempo (Goudie, 2005:149). A continuación se describen algunos impactos relacionados con esta actividad sobre el agua. En la Figura 1.23 se muestra un cuadro conceptual de los impactos ambientales de la minería a cielo abierto.

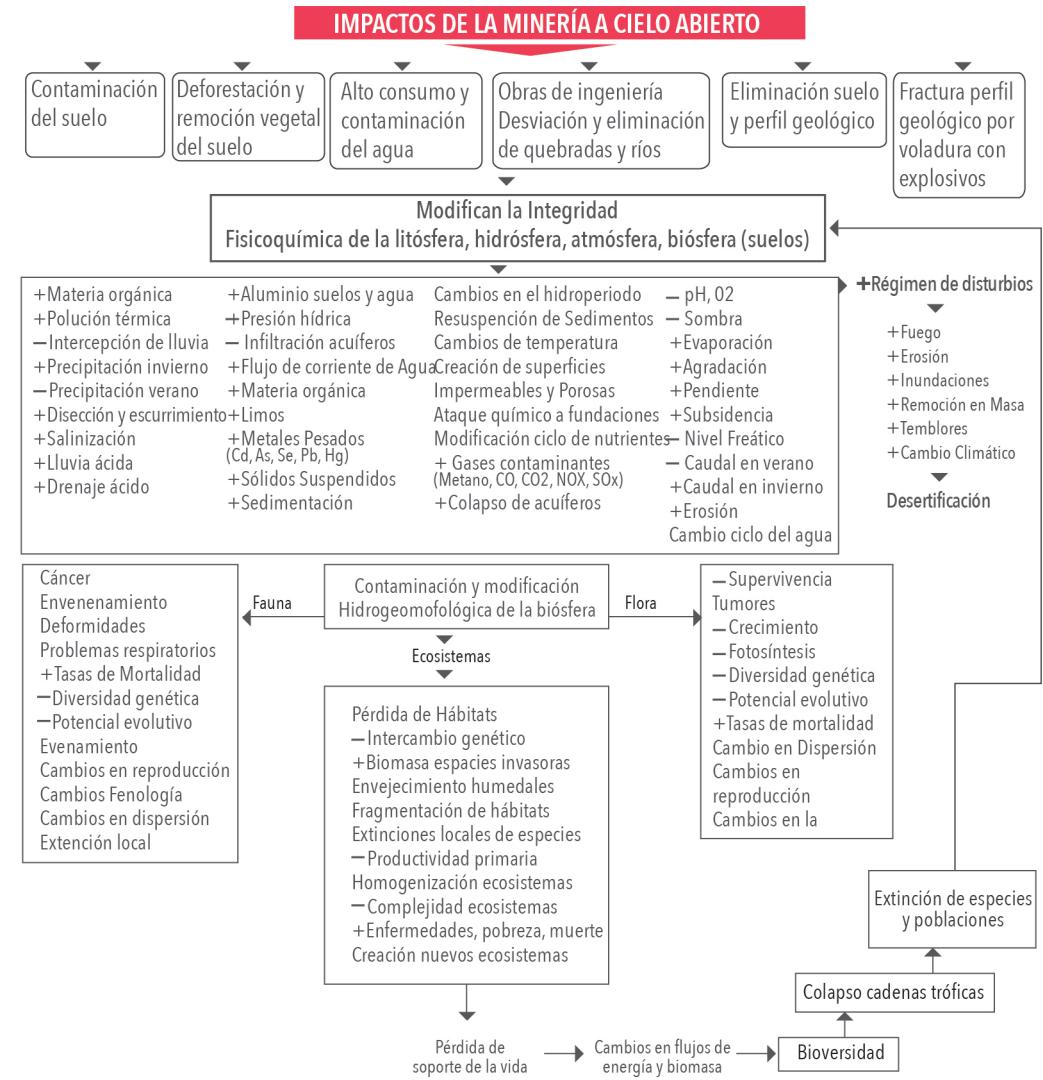


Figura 1.23. Impactos de las actividades de minería a cielo abierto.
Fuente: Chivian y Bernstein, 2008; Melillo y Sala, 2008; Goudie, 2005.

12. Se refiere a cualquier componente o rasgo físico de la superficie terrestre que ha sido formado por procesos naturales (forman el relieve).

Generalmente para explotar una mina a cielo abierto se usa dinamita, que es capaz de destruir los perfiles geológicos con profundidades de hasta 300 m y que pudieron tardar 65 millones de años en formarse. Como resultado se genera una gran inestabilidad de las geoformas de la zona como hundimientos y el colapso de acuíferos, debido a la generación y activación de fallas geológicas. Este proceso se ve agravado por la llegada de las lluvias, que generan fenómenos de inundación, erosión y movimientos en masa más severos (Goudie, 2005:266).

Las detonaciones de dinamita liberan calor y grandes cantidades de gases a presión que rápidamente se expanden con fuerza, generando en algunas ocasiones fuego. Estas deflagraciones liberan metales pesados (p.e. cadmio, arsénico, selenio, plomo y mercurio) y compuestos de azufre y nitrógeno que pueden formar lluvia y flujos ácidos. Sustancias que contaminan el terreno y las fuentes de agua por escorrentía e infiltración (Flanagan y Santis, 2001:380; Morales y Carmona, 2007).

Para el desarrollo de las actividades de minería se requieren grandes cantidades de agua que muchas veces provienen de los acuíferos. Esta explotación del agua, además de eliminar reservas subterráneas y disminuir el nivel freático, genera también la inestabilidad en el perfil del suelo y el colapso de acuíferos. Estos generalmente son explotados más allá de su capacidad de recarga y flujo, es una condición conocida como minería subterránea de agua. En el este de Texas, noreste de Louisiana, Wyoming y Arizona las minas a cielo abierto, han destruido las reservas de agua de los acuíferos con una reducción del nivel freático de hasta 30 m. De acuerdo a la USGS (US, Geological Survey), serían necesarios 1.000 años para recuperar el agua de los acuíferos, si se detuviera ahora mismo la extracción de agua. Según los anteriores datos, la minería subterránea de agua, trae consecuencias de escalas gigantescas, que pueden poner en peligro el acceso y la disponibilidad de agua para las comunidades y los ecosistemas (Christopherson, 2006:265).

Las actividades mineras además movilizan una gran cantidad de sedimentos, de magnitud comparable con el transporte que hacen las corrientes fluviales. Según Hooke (1994), las cifras pueden ascender a 14 billones de toneladas al año. El paisaje que es transformado rápidamente, puede representar una transición irreversible que no tiene precedentes (Haff, 2001:2; Hooke, 2000; Ver Foto No 1). Algunos de estos sedimentos son tóxicos (metales pesados: cadmio, arsénico, selenio, plomo y mercurio) que generan un drenaje ácido de mina (azufre y nitrógeno que se combinan con oxígeno y agua para producir ácidos). El drenaje ácido de mina contamina ríos, lagos y

acuíferos, con efectos que se registran a enormes distancias que pueden llegar a miles de kilómetros y persistir por más de un siglo. La movilización de aguas contaminadas hacia otros cuerpos de agua, promueven el lavado de minerales previamente estables, que liberan metales ecotóxicos y otras soluciones, aumentando de esta manera la salinización de las aguas (Bowne et al., 2007, citado por Lattuada et al., 2009:531; Chivian y Bernstein, 2008:41; Laus et al., 2007, citado por Lattuada et al., 2009:531; Merrits et al., 1998; Morales y Carmona, 2007; Younger y Wolkersdorfer, 2004:S4).



Foto 1.1 Mina de Carbón La Loma, Cesar, Colombia.
(Valencia, S., 2009).

En Kentucky y en el oeste de Virginia, billones de toneladas de vertimientos del lavado del carbón se almacenan en cerca de 500 lagunas. Cuando llueve con mucha intensidad, estas lagunas pueden desbordarse como ha ocurrido con frecuencia, generando un riesgo permanente. Uno de los más graves ocurrió en el 2000, cuando al menos 300 millones

de galones de estos vertimientos salieron de su confinamiento y llegaron hasta el río Big Sandy en Kentucky y el río Ohio. Este acontecimiento, creó una zona de muerte que alcanzó las 20 millas y contaminó el agua de 27.000 personas (Office of Survey Mining, 2000, citado por Chivian y Bernstein, 2008:41).

La sedimentación además reduce el tiempo de vida de las reservas de agua, aumenta los riesgos de inundaciones y elimina el hábitat de muchas especies. Los sedimentos disminuyen la profundidad de los cauces de ríos y quebradas y colmatan las lagunas. Lo anterior genera erosión en los suelos de ladera que inducen un comportamiento torrencial de la red de drenaje, y por lo tanto, una mayor capacidad de carga y disección. La velocidad torrencial y la erosión generada por estos desbordes, ocasionan la pérdida de suelo y el incremento de procesos de desertización (Flórez, 2003).

En una entrevista en el periódico El Tiempo, Robert Moran una autoridad en minería mundial explica los graves problemas que podrían ocasionar la extracción de minerales en el país¹³. Por ejemplo el caso de la posible explotación de oro en La Colosa, puede generar la contaminación en la región por ácido sulfúrico, metales y químicos potencialmente tóxicos como el arsénico, antimonio, mercurio, cobre, plomo y selenio. Según Moran la minería en zonas cercanas a poblaciones y en áreas de interés biológico, paisajístico y político debe ser prohibida. “En Europa occidental, Estados Unidos o en Canadá, por ejemplo, es políticamente imposible hacer una mina de estas dimensiones cerca de una ciudad. En Estados Unidos o en Canadá es normal, antes de iniciarse la operación de una mina, que la empresa otorgue una fianza o póliza. En minas grandes estos seguros son por sumas de entre 150 millones y 300 millones de dólares, porque el impacto de largo plazo, que realmente sale costoso, es el de la contaminación del agua”.

Moran también explica los impactos relacionados con la minería de carbón “el problema más grave es la contaminación crónica, lenta y semi-invisible que resulta de la filtración de aguas de pilas de desechos; aguas de los tajos y lagunas hacia las aguas subterráneas, las cuales pueden contaminar las aguas superficiales con toda clase de sales, metales y metaloides móviles. Ya se pueden observar indicios de ese tipo de contaminación cerca de sitios mineros en el Cesar. Igualmente, se genera una creciente competencia por el agua, dado que las empresas deben bombejar agua fuera de los tajos durante muchos años, por lo que disminuyen los niveles freáticos locales y a su vez se secan, o al menos

13. El Tiempo, Reinoso, G. 20 de febrero de 2013. Los impactos de la minería los va a pagar la gente. Recuperado el 22 de febrero de 2013. URL: http://www.eltiempo.com/vida-de-hoy/ecologia/ARTICULO-WEB-NEW_NOTA_INTERIOR-12608348.html

disminuyen los niveles de los pozos, manantiales, ciénagas y ríos. También puede haber impactos aguas abajo por la desviación de ríos. El polvo de carbón y de rocas de desechos, que el viento transporta hacia los ríos, también contribuye a la degradación de la calidad del agua y por eso aguas que antes eran usadas en agricultura no pueden seguirse usando para estos fines sin tratamiento. Ese polvo contiene partículas físicas y componentes químicos, como metales, metaloides, residuos de explosivos y de combustibles, varios de ellos tóxicos para humanos y para otros organismos. Comprobar estos impactos es difícil, más cuando antes del inicio de operación de la mina no fueron recogidos los datos de línea base necesarios y las empresas ya han operado durante varios años”.

La explotación de carbón a cielo abierto en el Cesar ha dejado huellas ambientales irreparables y gravísimas. Según Tatiana Escárraga “A las veredas de Boquerón, Plan Bonito y El Hatillo, en el centro del Cesar, se las tragó el carbón. En los próximos dos años, sus habitantes, unas 2.000 personas, tendrán que abandonar su tierra por la contaminación que produce la actividad minera... La emisión de partículas de esta actividad ha alcanzado niveles de peligrosidad para la salud y supervivencia de las poblaciones aledañas... Para hacerse una idea en El Hatillo, los niveles de partículas PM10 (menores o iguales a 10 micras) presentes en el aire superaron con creces en el 2010 la media anual recomendada: 60 microgramos por m³. Los medidores registraron hasta 87 en la época más seca del año. En Plan Bonito fue peor; 177 microgramos por m³. Adicionalmente “por cada tonelada que se extrae, se generan 10 de desechos. Entre 1990 y 2011 se exportaron desde la Guajira y el Cesar al menos 1.000 millones de toneladas de carbón. ¿Resultado? Habría 1.000 millones de toneladas de escombros y residuos rocosos potencialmente contaminantes. Pero hay más, los sobrantes que deja la piedra negra están formadas por sulfuros y otros elementos químicos que al expolverse a la superficie están sujetos a oxidación y, a la postre, acaban contaminando aguas y alterando los sistemas ecológicos”¹⁴.

Este panorama nos muestra los profundos impactos ambientales de las actividades humanas. El deterioro de la calidad y las variaciones en la abundancia del agua en una región son indicadores que reflejan las profundas transformaciones de la huella humana. El panorama es desalentador, especialmente, porque la gestión de los territorios no es concertada con todos los usuarios del agua. Estas condiciones, donde la balanza de los poderes es desequilibrada, generan una gran cantidad de conflictos de intereses que benefician casi siempre a unos pocos.

14. El Tiempo, Escárraga, T., 23 de junio de 2013. La maldición de la piedra negra.



Fotografía: Gustavo Wilches Chaux

Marco conceptual¹⁵

Hasta hace relativamente poco tiempo se pensaba que la oferta de bienes y servicios ambientales de buena calidad representados en el agua, el aire, el suelo y la biodiversidad y sus diferentes servicios, sería suficiente para satisfacer las necesidades sociales sin ninguna restricción. Se consideraban recursos ilimitados y se pensaba que “la madre naturaleza” se encargaría de ofrecerlos siempre en condiciones de cantidad y calidad apropiadas para el consumo humano y para la realización de las actividades socioeconómicas. Sin embargo, en el último medio siglo, el rápido crecimiento de la población unido a la mejora de la calidad de vida de grandes grupos humanos y al crecimiento económico basado en el consumo, han exigido cada vez mayores cantidades de recursos naturales y servicios ambientales, aumentando tremadamente la presión sobre la base natural, deteriorando o agotando los ecosistemas y sus servicios, lo cual ha generado una crisis ambiental global.

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio realizada por las Naciones Unidas alertó sobre este hecho y puso en claro la necesidad de cambiar estas tendencias buscando nuevas formas de relación entre la sociedad y la naturaleza que tuvieran en cuenta los límites naturales y la capacidad de recuperación de los ecosistemas. Además le dio a este llamado un sentido de urgencia, destacando las evidencias de las consecuencias impredecibles y potencialmente catastróficas de la crisis ambiental para la calidad de vida de las sociedades humanas.

Frente a estas realidades como la aceleración del cambio climático, el agotamiento de los ecosistemas terrestres y marinos y la creciente presencia de la contaminación de las aguas, del aire y de los suelos, el concepto de la sostenibilidad y los enfoques sistémicos e integradores para la planificación y la gestión han surgido como caminos para buscar una salida al deterioro ambiental y sus consecuencias. De la misma manera, los desarrollos de tecnologías ecoamigables y las estrategias como la producción más limpia y la Economía Verde, han buscado materializar estos conceptos, aunque con un alcance y una velocidad insuficientes para amortiguar los riesgos e incertidumbres de la crisis ambiental global.

15. El Marco Conceptual ha sido redactado sobre la base de: Lecturas Ambientales Número 2 y 3, documentos inéditos, Ernesto Guhl Nannetti (2011-2012).

Lo ambiental

Según quien lo defina, existen muchas maneras de entender el concepto de “lo ambiental”. Para algunos significa el mundo natural al margen de la intervención humana; otros lo asocian con el espacio rural, también lo entienden como la naturaleza incluyendo al ser humano como parte de ella, para otros se confunde con la ecología y aun otros lo identifican, como todo aquello que los rodea pero sin incluirlos.

De acuerdo con los avances más recientes, se define lo ambiental como el espacio de interacción entre el mundo natural y el mundo cultural, es decir como el espacio de relación entre la sociedad y la naturaleza. Desde esta perspectiva se hace evidente que entre sus características se destaca, por su importancia, la complejidad. El mundo social es cambiante, amplio, diverso e incierto, al igual que el mundo físico, constituido por relaciones basadas en delicados equilibrios dinámicos entre sus diversos componentes bióticos y abióticos, con mucha mayor razón lo será la interacción entre los dos que entrecruza multitud de variables y efectos recíprocos con diversos grados de intensidad y magnitud.

Esta aproximación plantea lo ambiental como una extensa y amplia red de relaciones, en la cual interviene un enorme número de variables. Los resultados de estas interacciones pueden ser muy difíciles de predecir e incluso a veces resultan inimaginables. Lo ambiental tiene un alto grado de incertidumbre y se mueve en una dimensión temporal que hace que los efectos de la relación entre los procesos sociales y la base natural sean poco perceptibles en la escala temporal de los acontecimientos individuales.

En realidad podría decirse que lo que hace esta definición es acercarse a una antigua y persistente meta de los científicos, que han querido encontrar una visión generalizada que abarque las causas de los diversos fenómenos, su comportamiento y sus relaciones. Así por ejemplo: con respecto a la comprensión del mundo natural y sus fenómenos, hace 200 años Alejandro de Humboldt, descubridor científico del trópico americano, antes de su largo viaje por las colonias españolas de América plantea su objetivo de la siguiente manera “colecciónaré plantas y animales, estudiaré la temperatura, la elasticidad, la composición magnética y eléctrica de la atmósfera, la descompondré, determinaré las longitudes y los paralelos geográficos, mediré montes; pero en realidad éste no es mi objetivo final. Mi verdadera y única finalidad es investigar cómo se entrelazan todas las fuerzas naturales, la influencia de la naturaleza muerta sobre el mundo vivo animal y vegetal”¹⁶.

6. Von Humboldt Alexander. Diario de Viaje 1 al 5 de agosto de 1803. El Cosmos.

En su *Cosmos*, habla de los fenómenos naturales como “una concatenación general que no presenta una dirección sencilla y lineal, sino que conforma un tejido que se entrelaza en forma de red” y en su diario expresa que “todo es interacción”. Hoy en día catalogaríamos la visión de Humboldt acerca de la naturaleza y el ser humano, como biogeográfica.

El magnífico aporte de la Teoría de la Evolución de Darwin en este proceso, es darle un sentido dinámico con el concepto de la selección natural a los resultados de la interacción entre los seres vivos y su entorno abiótico. Un poco más tarde, en 1869, Haeckel definió formalmente la Ecología, como la ciencia que estudia las relaciones entre los organismos y su ambiente, o el estudio de los ecosistemas.

A mediados del siglo pasado Bertanfly introdujo la Teoría General de Sistemas como una metaciencia interdisciplinaria que busca encontrar las propiedades comunes a las entidades. Es decir las similitudes y las invariantes que permiten aplicar el concepto de sistema en diversos campos del conocimiento aportando así un elemento complejo al proceso de avance en la comprensión del comportamiento de los fenómenos físicos, biológicos y sociales. Esta larga y trascendental secuencia de desarrollo de las ciencias naturales y de la filosofía ha conducido a la definición del concepto de lo ambiental, con que iniciamos este apartado.

A principios del siglo XIX el mundo estaba en expansión. Estaba descubriendose. Existían fenómenos y organismos desconocidos para los europeos, al igual que vastos recursos y territorios inexplorados y se tenía la idea de que la naturaleza era inagotable dado que la intervención humana sobre los ecosistemas no era aún muy fuerte. En cambio hoy en día, en los comienzos del siglo XXI, existe una gran claridad, lamentablemente no siempre tenida en cuenta, que estamos llegando a los límites de la naturaleza en cuanto a sus recursos y servicios, e incluso que en algunos casos y regiones ya los hemos traspasado. En la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, preparada por solicitud del Secretario General de las Naciones Unidas, se concluye que los tres problemas predominantes sobre los ecosistemas causados por el modelo actual de desarrollo son los siguientes (World Resource Institute, 2005):

“En primer lugar, de los servicios de los ecosistemas examinados por esta Evaluación, aproximadamente el 60% (15 de 24) se están degradando o se usan de manera insostenible con inclusión del agua dulce, la pesca, la captura, la purificación del aire, la regulación del clima regional y local, los riesgos naturales y las pestes. Los costes totales de la pérdida y degradación de estos servicios son difíciles de medir, pero los datos disponibles muestran que son

considerables y que van en aumento. Muchos servicios de los ecosistemas se han degradado como consecuencia de acciones llevadas a cabo para aumentar el suministro de otros servicios, como los alimentos. Estas elecciones y arreglos suelen desplazar los costos de la degradación de un grupo de personas a otro, o traspasan los costos a las generaciones futuras.”

“En segundo lugar se ha establecido, aunque los datos son incompletos, que los cambios que se han hecho a los ecosistemas están aumentando la probabilidad de cambios no lineales en los mismos (incluyendo cambios abruptos, acelerados y potencialmente irreversibles), que tienen consecuencias importantes para el bienestar humano. Algunos ejemplos de estos cambios son la aparición de enfermedades, las alteraciones bruscas de la calidad del agua, la creación de “zonas muertas” en las aguas costeras, el colapso de las pesquerías y los cambios en los climas regionales”.

“En tercer lugar, la degradación de los servicios de los ecosistemas (es decir la merma persistente de la capacidad de un ecosistema de brindar servicios), está contribuyendo al aumento de las desigualdades y disparidades entre los grupos de personas, que en ocasiones es el principal factor causante de la pobreza y el conflicto social. Esto no significa que los cambios en los ecosistemas, como el aumento en la producción de alimentos, no hayan contribuido también a que muchas personas salgan de la pobreza o del hambre, pero estos cambios han perjudicado a muchos otros individuos y comunidades, cuya apremiante situación muchas veces se ha pasado por alto. En todas las regiones y particularmente en el África subsahariana, la situación y la gestión de los servicios de los ecosistemas es un factor decisivo en las perspectivas de reducción de la pobreza”.

Es esta contundente certeza sobre la existencia de límites en un mundo en el que la intervención humana ha llegado prácticamente a todos sus rincones y en muchos de ellos los ha superado generando insostenibilidad, la que ha impulsado la necesidad de adoptar la sostenibilidad como paradigma esencial para el aprovechamiento de los bienes y servicios que ofrece el mundo natural, es decir de la oferta ambiental, y de las actividades que conforman los procesos de desarrollo.

Desde esta perspectiva se comprende la necesidad de que la planificación, el manejo, y la solución de los problemas y las situaciones ambientales cambien hacia el uso de herramientas apropiadas a su carácter. Para lograrlo es necesario consolidar y adoptar formas de pensamiento y de acción adecuadas a la complejidad de lo ambiental y a la conciencia sobre los límites de la naturaleza. Es decir, que la adopción de la sostenibilidad como criterio básico implica llevar a cabo una transformación cultural exigente y profunda por-

que supone dar espacio a las visiones y métodos complejos y holísticos, liberar la imaginación y la creatividad, pensar con flexibilidad y aceptar la gradualidad en los resultados.

Las formas de pensamiento y de acción convencionales, así como los modelos tradicionales, a diferencia de lo planteado, corresponden a visiones simplistas y parciales de la realidad que consideran solamente pocas variables. De ellos se esperan resultados predecibles y concretos en tiempos definidos, mediante la aplicación de herramientas en las que dominan las creencias dogmáticas en la causalidad simple y en la linealidad. Su utilización en los temas ambientales puede ser muy equivocada e incluso peligrosa, como corresponde a redes de interacción entre muchas variables, ya que en ellas no es posible confiar en simplificaciones elementales ni en lo que se conoce como el “sentido común”.

Los límites

El ambiente planetario en que vivimos es el resultado de la interacción entre los procesos biológicos y los abióticos. Al igual que los demás organismos, las sociedades humanas modifican el ambiente en el que viven. La presión que ejercen sobre el planeta y sus recursos ha venido incrementándose a lo largo de la historia con el crecimiento demográfico y con los usos y el avance tecnológico. A partir de la revolución industrial, y cada vez con mayor intensidad, esta presión ha crecido impulsada por la generalización de patrones de consumo insostenibles y por valores, metas e ideales sobre la calidad de la vida y sobre el éxito, asociados con niveles de bienestar inalcanzables, por imposibilidad física, para la mayoría de la población mundial. En realidad, el impacto de la acción humana es de tal magnitud en este momento por su escala y velocidad, que ha producido una situación sin antecedentes en la historia, alterando el planeta más rápidamente de lo que alcanzamos a comprender.

Si se mira hacia el futuro, la tendencia hacia la globalización de estos patrones e ideales provenientes de los países del Norte, que se alcanzaron a través de la apropiación unilateral de los recursos globales y la preponderancia del “capitalismo salvaje” como modelo de desarrollo, acelerarán la demanda por recursos y servicios ambientales de manera insostenible.

Sería posible hacer un listado casi interminable de los efectos negativos del modelo económico dominante sobre el planeta y el funcionamiento de sus ecosistemas, pero no se trata de ello ni de revivir una postura ya superada en defensa a ultranza de la naturaleza. Vale la pena dar un ejemplo ilustrativo de estos efectos, tomando el caso del agua por su importancia vital. De acuerdo con las cifras y datos presentados anteriormente, debido al crecimien-

to demográfico y al aumento del consumo impulsado por los patrones de uso, la población que carecerá de una cantidad “adecuada” de agua se multiplicará por 7 entre 1990 y 2025, año en el cual 3.000 millones de personas vivirán en países con algún grado de escasez de agua. Este aumento en la presión sobre la disponibilidad de agua se incrementará tan fuertemente en las próximas décadas que dará origen a situaciones de conflicto entre países que comparten cuencas hidrográficas como puede ser el caso del Nilo, cuya cuenca se reparte entre nueve países con necesidades crecientes por el recurso, o las de los ríos Tigris y Éufrates compartidas por Turquía, Siria e Irak, que requieren ampliar su disponibilidad de agua agregando un elemento explosivo a la difícil situación ya existente.

La huella ecológica

La huella ecológica es un concepto que se ha desarrollado para medir el área que necesita un ciudadano promedio de una determinada región o país para la generación de los bienes y servicios ambientales que requiere, incluyendo la disposición y manejo de los residuos que produce (Wackenagel y Rees, 1996). Es muy importante advertir que el valor de este indicador varía muy fuertemente al aplicarlo en diversas sociedades, ya que depende de la clase de relación sociedad-naturaleza que posean y del modelo económico, costumbres y patrones de consumo.

Si se dividiera la tierra ecológicamente productiva de manera equitativa entre la población del planeta, a cada uno de nosotros nos correspondería un área equivalente a un círculo con un diámetro de 138 m. Una sexta parte de este círculo estaría destinada a tierra cultivable, el resto se distribuiría entre potreros, bosques y espacios naturales y área construida. Pero si algunos de los habitantes requieren un área tres veces superior al promedio dictado por la equidad, como es el caso de los estadounidenses, tres personas de otras partes del mundo deben contentarse con solamente un tercio de ella. Esto conduce a la conclusión que hay países que ya han ocupado la totalidad de su área ecológica y que deben “importarla” de otros países y regiones para mantener su actividad económica y su nivel de vida.

El análisis también permite señalar que la huella ecológica de la población del planeta en su conjunto ha excedido en una tercera parte su capacidad de soporte de la actividad humana. La única posibilidad de mantener funcionando el voraz modelo económico vigente es consumiendo cada vez más “capital natural”, lo cual lo hace insostenible cuando se superan los umbrales que garantizan el funcionamiento de los sistemas de soporte de la actividad

económica y social, condenando a nuestros hijos a vivir en un planeta ambientalmente empobrecido.

Vale la pena reiterar que los valores y los patrones de consumo juegan un papel fundamental en la sostenibilidad y que ella no depende únicamente del crecimiento demográfico. El análisis de la huella ecológica muestra que su valor varía de acuerdo con los modelos culturales, tecnológicos y económicos. Así por ejemplo, cada estadounidense requiere 5.1 hectáreas para satisfacer sus necesidades, un canadiense 4.3 hectáreas, el promedio mundial se estima en 1.8 hectáreas y en la India se requieren 0.4 hectáreas. ¡Es decir, casi 13 veces menos que un estadounidense!! La pregunta obvia es la de si éste es también 13 veces más feliz que un indio, por el hecho de consumir muchos más recursos.

Otro indicador reconocido que analiza los cambios ambientales es el Índice de Planeta Vivo Global calculado por la WWF y otras organizaciones. Este índice muestra los cambios de estado de la biodiversidad del planeta. Para la formulación de este indicador se analizan las tendencias de los tamaños de las poblaciones de vertebrados en diversos biomas y regiones. Según los resultados el tamaño de la población de vertebrados entre 1970 y 2008 disminuyó un tercio (Ver Figura 2.1). El Índice de Planeta Vivo de Agua Dulce fue el más bajo con una disminución del 37% en el mismo periodo.

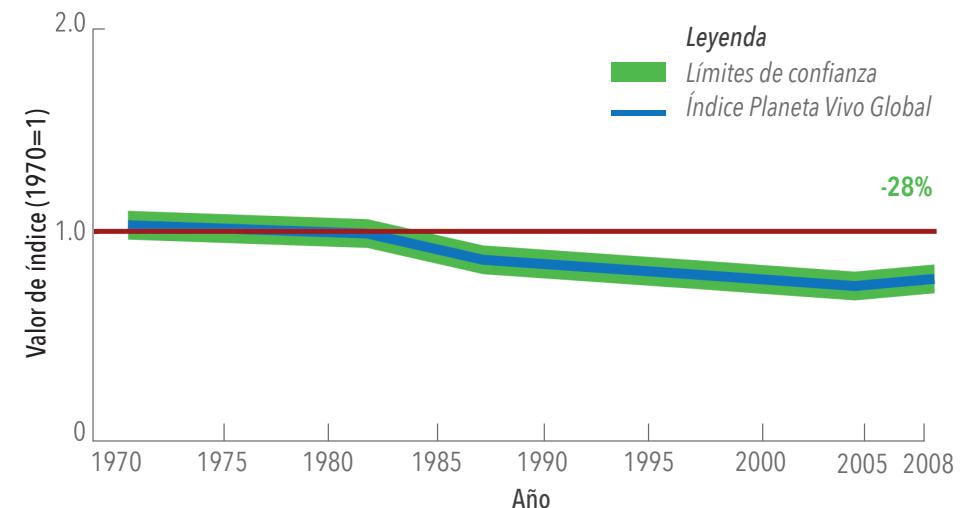


Figura 2.1 Índice de Planeta Vivo Global. Límites de confianza del 95%.

Fuente: WWF et al., 2012.

La sostenibilidad

Se dice, con razón, que no hay respuestas equivocadas sino preguntas mal formuladas, por lo cual para explorar el concepto de la sostenibilidad, es necesario formular algunas preguntas básicas apoyadas en las consideraciones hechas en los párrafos anteriores sobre los límites del mundo natural y su capacidad de ofrecer bienes y servicios ambientales, y en la idea que la sostenibilidad implica mantener un estado de cosas a lo largo del tiempo, pero que en último término se llegará a una condición en que el cambio es de tal magnitud, que esto ya no será posible.

¿Qué es lo que buscamos hacer sostenible? ¿Por cuánto tiempo? ¿Se trata de perpetuar nuestra especie? ¿Se trata de perpetuar en el tiempo un modelo político y económico? ¿Se busca que nuestros hijos disfruten de una calidad ambiental igual o mejor que la que tenemos hoy día? ¿Se busca mantener las condiciones del planeta que han sido tan propicias al éxito de *Homo sapiens*? ¿Cuál es la duración para que podamos hablar de sostenibilidad? Y la más fundamental de todas ¿Para qué buscamos la sostenibilidad?

La sostenibilidad es un concepto reactivo, pues ha surgido como respuesta a la insostenibilidad que la acción humana está produciendo en el mundo natural. Se la entiende intuitivamente como algo bueno y deseable y por ello goza de aceptación generalizada, aunque también es posible mantener a lo largo del tiempo una situación indeseable como la pobreza, o la enfermedad, que es lo que ocurre con mayor frecuencia.

Además en un momento como el actual, en que todo está cambiando tan rápidamente y los principios supuestamente más inmodificables tambalean, en el cual el mundo natural amenaza con deteriorarse de manera irreversible por la acción humana, la sostenibilidad ofrece un punto de apoyo y esperanza para generar un sentido de seguridad y de estabilidad. Estas razones explican la amplia aceptación del concepto y de la generalización de su empleo, que lo han convertido, en la práctica, en un requisito “sine qua non” para la validez de las propuestas de políticas y programas.

El concepto de sostenibilidad se originó en las ciencias económicas y luego ha migrado hacia otras ciencias y disciplinas, que lo han incluido en su propio campo de acción. Así por ejemplo: se habla con frecuencia de la sostenibilidad financiera para indicar que un proyecto puede desarrollarse y mantener sus beneficios por un determinado período o de sostenibilidad ecológica para aludir al mantenimiento en el tiempo de la calidad y cantidad de la oferta ambiental de los ecosistemas.

A partir de los trabajos de la Comisión Brundtland que produjeron el concepto de “Desarrollo Sostenible”, con la idea básica de hacer compatible el desarrollo con la capacidad de soporte y conservación del mundo natural, la mirada a la sostenibilidad se ha hecho más holística e integradora buscando que en ella confluyan las variables sociales, ecológicas y económicas para lograr que las generaciones futuras puedan disfrutar de un ambiente que les garantice una calidad de vida.

Adicionalmente, como ocurre con los conceptos de jerarquía superior como son la justicia, la paz o la bondad, incluyendo en esta categoría el de la sostenibilidad, no es fácil encontrar una definición ampliamente aceptada, ya que por su naturaleza compleja y por la carga ideológica que conllevan, su significado varía entre culturas, entre disciplinas y aún entre grupos de individuos. Si exploramos las definiciones dadas por algunos estudiosos del tema desde diversas disciplinas, encontraremos ejemplos como los siguientes, que nos muestran la variedad de concepciones del concepto de sostenibilidad:

La capacidad de un sistema para mantener su producción a un nivel aproximadamente igual o mayor que su promedio histórico, con la aproximación determinada por el límite histórico de variabilidad.
Lynman y Herdt (1989)

Maximizar los beneficios netos del desarrollo económico, sometidos a mantener los servicios y la calidad de los recursos naturales en el tiempo.
Pearse y Turner (1990)

La sostenibilidad de los ecosistemas naturales puede definirse como el equilibrio dinámico entre los flujos naturales de entrada y salida, modificados por eventos externos tales como el cambio climático y los desastres naturales.
Fresco y Kroonenberg (1992)

Vivir con cierto confort material de manera armoniosa con los demás y dentro de los límites y medios de la naturaleza.

*La sostenibilidad puede definirse como un balance dinámico entre tres elementos interdependientes:
1. La protección y mejora de los recursos y los ecosistemas naturales; 2. La productividad económica y 3. La provisión de infraestructura social como empleo, vivienda, educación, atención médica y oportunidad cultural.*
Dominsky et al. (1992)

Un negocio sostenible es el que satisface las necesidades de hoy sin disminuir las oportunidades de generaciones futuras.
Lester Brown, Worldwatch Institute.

“Se trata de conservar la Creación, para bien de las generaciones actuales y futuras de nuestro planeta”
Helmut Kohl. Ex canciller de Alemania.

Como puede verse algunas tienen un marcado carácter económico; otras enfatizan en las ciencias naturales; otras son estrictamente políticas y algunas buscan una definición más compleja y holística. La lectura de estas definiciones destaca dos características básicas del concepto de sostenibilidad: su amplitud y su complejidad. La primera corresponde a su naturaleza jerárquica, que la asimila a altos valores como la equidad, la justicia o la verdad. Dado que existen diversas visiones de lo justo, lo equitativo, lo verdadero, o lo sostenible, de acuerdo con la perspectiva ideológica y disciplinaria de donde provenga, se requiere llegar a compromisos o acuerdos para poder encontrar una definición “aceptable” que permita formular políticas y desarrollar proyectos y acciones, para avanzar en su búsqueda.

La segunda característica: la complejidad, implica la presencia de múltiples variables que interactúan recíprocamente y de manera sistémica, para producir resultados y efectos, que incluso en muchos casos son difíciles de prever. La sostenibilidad implica como mínimo, la interacción de variables ecológicas, sociales y económicas, lo que abre un enorme espacio para la incertidumbre, por lo cual las concepciones holísticas y sistémicas y el trabajo interdisciplinario son fundamentales para llevar el concepto a algún grado de aplicabilidad. Una de las grandes dificultades de trabajar con estos enfoques es la de tener que cambiar los métodos simples y lineales, tipo causa-efecto, a los que estamos habituados, por herramientas y métodos apropiados para el manejo de la incertidumbre que tengan un carácter flexible y adaptable a las cambiantes circunstancias y a los resultados imprevistos.

Pero la sostenibilidad no puede ni debe quedarse en el mundo de las ideas. Su aplicación en un territorio determinado y un horizonte temporal definido, debe realizarse mediante procesos que incorporen las dinámicas de interacción entre los espacios geográficos y las sociedades que los ocupan y utilizan y mantengan la calidad de los ecosistemas que les sirven de soporte.

Por lo tanto, en el campo de lo ambiental, entendido como el espacio de interacción entre el mundo cultural y el mundo natural, la búsqueda de la sostenibilidad debe darse sobre territorio definido, con unas determinadas dimensiones y con unos ciertos atributos y características, habitado por unas comunidades específicas que tienen unas determinadas concepciones sobre la naturaleza y la forma de relacionarse con ella.

De la misma manera, la definición del horizonte de tiempo en el cual se trabaje para aproximarse a la sostenibilidad es también esencial, ya que de acuerdo con las características propias de una situación, su vigencia puede plantearse desde unos pocos años,

hasta décadas o incluso siglos, dependiendo del tipo de intervención o de proceso que se proponga realizar o de la meta que se proponga alcanzar. Es bueno recordar que en último término, la sostenibilidad tiene de todas maneras un límite en el tiempo.

Como puede concluirse de lo dicho, debido a la naturaleza compleja del concepto de sostenibilidad, su aplicación eficaz implica llegar a acuerdos y compromisos entre los diversos elementos que interactúan en la conformación de un territorio específico en un período definido. De aquí se deriva la necesidad de contar con la participación efectiva de los diversos actores institucionales y comunitarios que intervienen en los procesos de conservación y uso de los bienes, y servicios ecosistémicos.

Hacia una definición de la sostenibilidad

Para avanzar hacia una mayor claridad sobre el concepto de sostenibilidad se presenta la Figura 2.2, que si bien es una gran simplificación de lo descrito en el numeral anterior, sirve para ilustrar de manera esquemática su significado. Como puede apreciarse los escenarios 1 y 2 muestran condiciones en que la “calidad del sistema” se incrementa (1) o se mantiene constante (2) a lo largo del tiempo, es decir que son “sostenibles” y el escenario (3) es insostenible ya que la “calidad del sistema” se degrada con el tiempo.

Esta manera de ilustrar el concepto supone juicios de valor, pues el término “calidad del sistema” está impregnado de relatividad, dado que la percepción de la calidad puede variar de una persona a otra o entre comunidades diversas. Incluso en cada uno de los casos, la calidad del sistema puede variar en períodos más cortos, siguiendo trayectorias no lineales. Lo importante parecería ser la comparación entre el estado inicial y el final para el período considerado. Es decir: la tendencia de la calidad del sistema entre esos dos momentos.

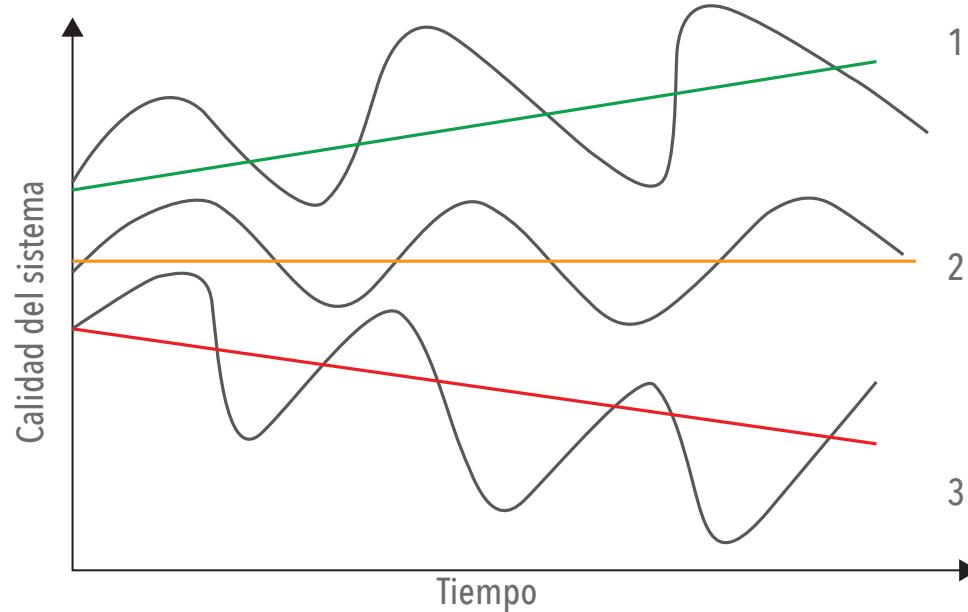


Figura 2.2. Esquema simplificado del concepto de sostenibilidad.

Fuente: Adaptado de Simon Bell and Stephen Morse en Chambers et al., 2000.

Otra manera de presentar el concepto de sostenibilidad para lograr su mejor comprensión y facilitar su aplicación, consiste en expresarlo mediante la siguiente ecuación que es apenas una ilustración muy simplificada, puesto que su carácter lineal le impide abarcar adecuadamente la complejidad inherente a la sostenibilidad y además tiene un marcado sabor economicista. Se basa en estimar el cambio en el Capital Total del que dispone una sociedad en un período dado, al realizar actividades que alteran los valores de los diversos componentes de dicho Capital Social.

$$KT = KN + KM + KST + \dots + KNI$$

Para que un proceso sea sostenible debe cumplirse que el cambio en el valor de K_t en el período de tiempo considerado, sea igual o mayor que cero, es decir: $\Delta K_t \geq 0$

Dónde:

K_T = Capital Total. Es el valor total de los activos, servicios y productos de que dispone una comunidad, ubicada sobre un territorio dado en un tiempo determinado.

KN = Capital Natural. Es el valor de los recursos naturales y servicios ambientales, incluyendo los procesos biofísicos y las relaciones entre los componentes de la ecoesfera que proveen servicios de soporte para la vida, en ese territorio.

KM = Capital Manufacturado. Es el valor de los activos y de la producción de bienes y servicios que realiza la población del territorio en consideración. Es decir es el valor del capital creado por la sociedad en su actividad.

Ks = Capital Social. Es el conjunto de las normas, reglas y costumbres que hacen posible que la comunidad viva y progrese de manera armoniosa y pacífica.

KNI = Otras formas de capital presentes en la comunidad y zona bajo estudio, como pueden ser el conocimiento, el arte, los recursos financieros, etc.

ΔK_t = Cambio en el valor del Capital Total en el período de tiempo en consideración.

La sostenibilidad fuerte y la sostenibilidad débil

Las actividades humanas implican siempre el uso de los bienes y servicios ecosistémicos y la generación de impactos ambientales que deterioran su cantidad y calidad. En el tipo de desarrollo predominante, que transforma y afecta el medio ambiente de una manera tan agresiva, el Capital Natural tiende a disminuir con mucha rapidez. Es decir: que estamos "creciendo" a expensas del Capital Natural y lo consumimos sin saber siquiera cuánto nos cuesta, puesto que la enorme mayoría de los bienes y servicios ambientales no están considerados dentro de los esquemas de costos privados, ni en las cuentas nacionales y en el mejor de los casos se consideran apenas como meras "externalidades".

El modelo de desarrollo predominante se basa en los falsos supuestos que la economía opera como un sistema abierto al que ingresan recursos naturales inagotables y del cual salen residuos de las actividades económicas que son absorbidos infinitamente por la naturaleza. Es decir: supone que los servicios ambientales, al igual que la capacidad de recuperación de los ecosistemas son ilimitados y de libre acceso. También, desde un enfoque antropocéntrico, se considera la actividad económica como el centro de este sistema. Además, se basa en la falacia de la posibilidad del crecimiento continuo y permanente, el cual es imposible de acuerdo con las leyes fisicoquímicas y biológicas. De esta concepción se deriva la idea que para lograr un proceso sostenible lo importante es hacer crecer el Capital Manufacturado a costa del Capital Natural, pues siempre habrá materias primas disponibles para su transformación y aumento de valor, sin tener en cuenta los impactos y costos ambientales.

Esta concepción de la sostenibilidad se conoce con el nombre Sostenibilidad Débil y parte del supuesto que todas las formas de capital son completamente intercambiables y

que lo que importa es la suma de todas ellas. Es decir: que el Capital Total, aumenta para generar “crecimiento”. Así, si el Capital Natural decrece pero el Capital Manufacturado aumenta por lo menos en un valor equivalente, esta visión supone que la sostenibilidad está asegurada. Por ejemplo, si se destruye un área selvática para desarrollar un proyecto agrícola, como una plantación para agrocombustibles, que genere un valor monetario por lo menos igual al dado al bosque, que probablemente ha sido tasado solamente como madera, los defensores de la Sostenibilidad Débil dirán que esta actividad es sostenible.

Además la Sostenibilidad Débil ignora que la gran mayoría de los servicios ambientales que prestan los ecosistemas, que son indispensables para el funcionamiento adecuado del mundo natural y el desarrollo de las actividades socioeconómicas, no tienen precio de mercado, por lo cual su valor no se incluye en la ecuación, escondiendo así un costo real, que corresponde al precio del trabajo de la naturaleza.

En realidad el asunto no es tan sencillo. El planeta no funciona como un sistema abierto, sino como un sistema cerrado que solamente recibe del exterior la energía solar y cuyos componentes circulan en la ecosfera en ciclos o bucles. Por ello la existencia de límites y umbrales en el mundo natural, la incertidumbre asociada a la complejidad y los riesgos que supone alterar la capacidad de recuperación de los ecosistemas, hacen que la concepción de la denominada Sostenibilidad Débil que se deriva del modelo predominante del desarrollo no sea realista.

Por su parte, la concepción de la “Sostenibilidad Fuerte”, que corresponde a un enfoque “ecologista”, sostiene que la equivalencia y el intercambio ilimitados entre las diversas formas de capital no son posibles, porque si el Capital Natural se explota más allá de ciertos límites, que superan la capacidad de resistencia a los cambios de los ecosistemas y su capacidad natural de recuperación, la generación de bienes y servicios ecosistémicos entra en una tendencia de degradación y empobrecimiento irreversibles, que hacen que la calidad de la vida y las posibilidades de desarrollo se reduzcan, e incluso que se extingan.

Así pues, es claro comprender que los límites que la visión de la “Sostenibilidad Fuerte” están definidos por la capacidad de la naturaleza para recuperarse y reproducirse, y de absorber o eliminar la contaminación. Así si un bosque se explota a una tasa de extracción que supera su capacidad de regeneración y de mantener su producción de bienes y servicios ecosistémicos, se estará consumiendo el Capital Natural más allá de lo que pudiéramos llamar los “rendimientos” de este capital, lo que implica, desde luego, un empobrecimiento.

Si esta intervención continúa aplicándose con intensidad por un tiempo suficientemente largo, se puede afectar la totalidad del Capital Natural, que en el ejemplo del bosque, está compuesto no solo por el valor de mercado de la madera, sino además por el de todos los bienes y servicios que ofrece como banco de recursos genéticos, fuente de diversidad biológica, regulación climática e hídrica y otros muchos indispensables para mantener la capacidad de soporte de los ecosistemas. Reiterando lo dicho, a pesar de la importancia vital de los bienes y servicios ecosistémicos, a la gran mayoría de ellos no se le asigna valor de mercado y por tanto no se incluyen en los esquemas de costos de las empresas, como tampoco en las cuentas nacionales. Esta grave omisión hace que los cálculos de las tasas de crecimiento de la economía escondan los costos del deterioro ambiental y que las utilidades de las empresas se hagan mediante la estrategia de transferir a la sociedad los costos ambientales generados por sus actividades.

La Figura 2.2 ilustra la situación descrita mostrando el caso del comportamiento de un ecosistema frente a una perturbación que puede ser bien de origen natural o antrópico, de acuerdo con sus características de resistencia y resiliencia. Las líneas punteadas representan los límites o umbrales que definen el rango de variación dentro del cual la estructura y función de un ecosistema pueden oscilar sin que se alteren sus características fundamentales ni su capacidad de generación de bienes y servicios ecosistémicos. La resistencia es la capacidad de un ecosistema de absorber o disipar perturbaciones. Por otra parte, la resiliencia es el rango de varios estados de un ecosistema después de la ocurrencia de una perturbación hasta regresar a su estado “inicial”. Los ecosistemas resilientes son aquellos que pueden alterarse relativamente fácil pero retornan al estado inicial más rápidamente. En la Figura 2.3 la resiliencia se muestra como el periodo de tiempo que transcurre entre un punto de perturbación a) y un punto de recuperación b) (Holling, 1973, citado de Vogt et al., 1997).

Al sufrir una perturbación cuya intensidad y duración no hacen que la estructura y función del ecosistema exceda estos umbrales, el ecosistema tiende a volver a sus características “normales”, gracias a sus propiedades de resiliencia y resistencia. Pero si la perturbación es muy intensa o muy prolongada o ambas, el ecosistema entra en un proceso de degradación que lo altera fundamentalmente, reduciendo su capacidad de generación de bienes y servicios ecosistémicos, con lo cual se empobrece afectando la calidad de la vida y las posibilidades de desarrollo.

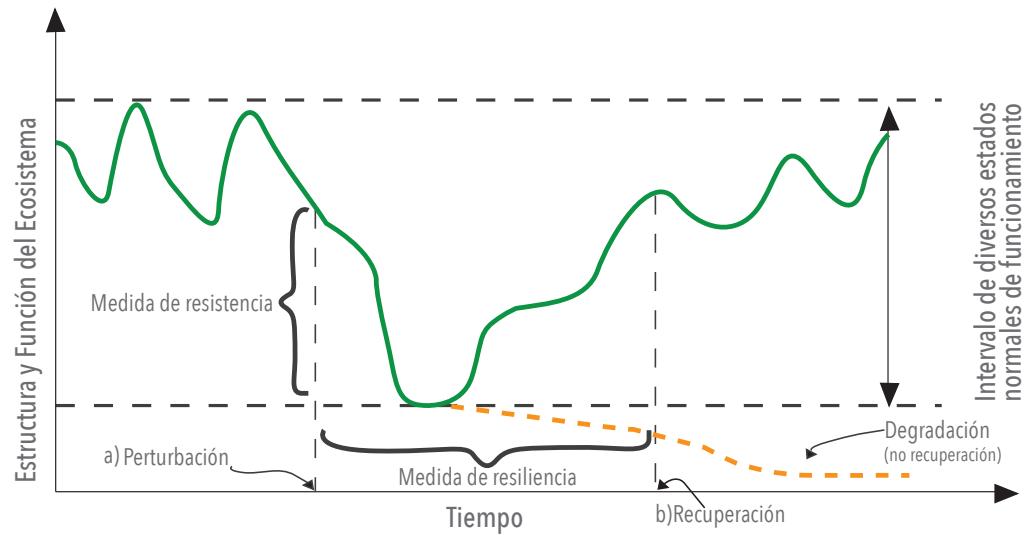
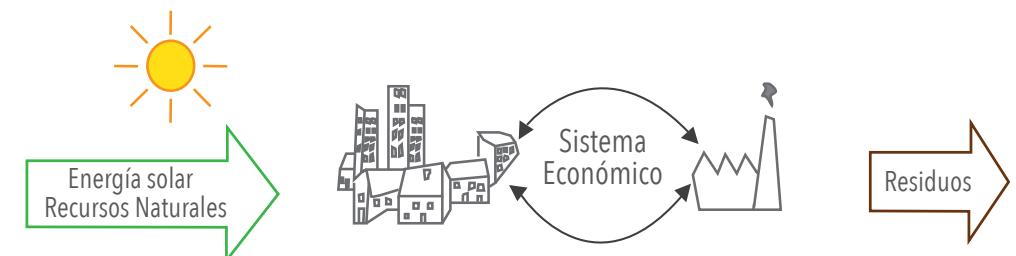


Figura 2.3 Esquema de respuesta de un ecosistema a una perturbación.

Fuente: Vogt et al., 1997.

Así pues, la diferencia fundamental entre las dos conceptos de la sostenibilidad presentados, radica en que la Sostenibilidad Débil asume que la sociedad opera en un sistema abierto y que el Capital Natural es completamente intercambiable con otras formas de capital, mientras que la Sostenibilidad Fuerte considera que el sistema es cerrado y que la posibilidad de sustitución entre las diversas formas de capital tiene límites definidos por las propiedades de los ecosistemas denominadas resistencia y resiliencia. La Figura 2.4 presenta las diferencias esenciales entre las visiones mencionadas de la relación entre la economía y la naturaleza.

Sistema abierto: visión de la economía tradicional



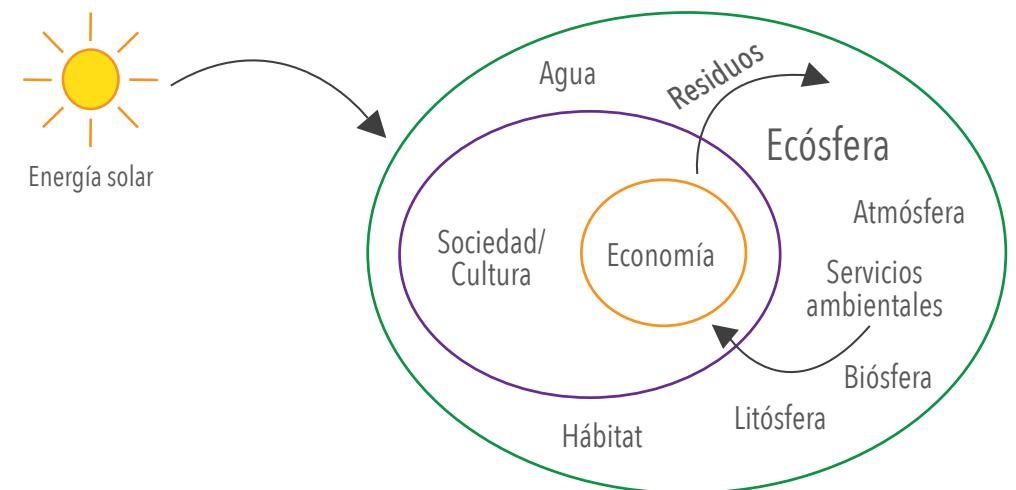
El sistema económico es el centro

Los flujos de recursos y servicios ambientales se asumen infinitos y gratuitos

La producción de residuos puede ser ilimitada pues siempre se disipará

Los precios no reflejan la disponibilidad de recursos y servicios ambientales

Sistema cerrado: visión desde la ecología



La ecosfera es limitada.

El sistema económico es una parte de la ecosfera.

Recibe energía del exterior para mantener su potencial.

Los residuos entran en ciclos que son aprovechables en buena medida.

Los recursos y los servicios ambientales son limitados.

Figura 2.4 Comparación de las visiones sobre sostenibilidad.

Fuente: Elaboración Propia

Sin embargo, el análisis económico está cada vez más atento a las rápidas innovaciones “... ponemos énfasis en las innovaciones que se introducen en la propia teoría económica. Los economistas son innovadores y las ideas económicas pueden provocar mareas cuando se aplican a los problemas del mundo real. Entre las innovaciones importantes que se estudian en este libro se encuentra la aplicación de la economía a los problemas del medio ambiente...” (Samuelson y Nordhaus, 1999, p. xxxii).

La sombría advertencia del distinguido biólogo de la universidad de Harvard, E. O. Wilson (1993), expresa perfectamente el punto de vista ecologista. “El ecologismo concibe la humanidad como una especie biológica estrechamente dependiente del mundo natural. Muchos de los recursos vitales de la tierra están a punto de agotarse, su química atmosférica está deteriorándose y la población humana ya ha crecido peligrosamente. Los ecosistemas naturales, fuentes de un entorno sano, están degradándose irreversiblemente...Soy suficientemente radical para tomarme en serio la pregunta que con tanta frecuencia se oye ¿es suicida la humanidad?” (Wilson, 1993, p. 27). Quienes creen en este sombrío panorama sostienen que los seres humanos deben practicar un crecimiento económico que pueda mantenerse y aprender a vivir con las limitaciones de nuestros recursos escasos o, de lo contrario, pagaremos las funestas e irreparables consecuencias. En el otro extremo se encuentran los “cornucopianos”, que creen que los recursos naturales o la capacidad de la tecnología distan de agotarse. Según esta visión optimista, podemos esperar que las economías crezcan ilimitadamente y que los niveles de vida mejoren y que el ingenio del hombre sea capaz de resolver cualquier problema de medio ambiente que se plantee. Si se agota el petróleo, existe abundante carbón y uranio. Si éstos no resultan, la subida de los precios generará nuevas tecnologías. Según esta teoría, la tecnología, el crecimiento económico y las fuerzas del mercado no son villanos, sino salvadores.

La relación entre los seres humanos y el ambiente implica su transformación continua. En la medida en que la humanidad crece y aumenta sus necesidades de alimentos, agua, y energía, las presiones sobre los ecosistemas y sus bienes y servicios también lo hacen; la biosfera se transforma permanentemente por la acción humana, hasta el punto que nuestra época se ha denominado el “período antropoceno”. Históricamente, las principales intervenciones se produjeron cuando el hombre se asentó, convirtió los bosques en explotaciones agrícolas y comenzó a criar las plantas y animales domésticos. Pero esa transformación cualitativa no es nada comparada con la bioingeniería, la deforestación y la extracción de recursos minerales y botánicos de la tierra realizada a gran escala en la actualidad. Todas estas cuestiones suscitan las inquietudes fundamentales manifestadas

por Wilson y otros autores. Generalmente, los economistas tienden a encontrarse entre los extremos ecologista y cornucopiano y señalan cuán importante es conjugar sabiamente las fuerzas del mercado con la intervención del Estado, tanto para la supervivencia del medio ambiente como para continuar mejorando el nivel de vida (Samuelson y Npordhaus, 1999, p. 328).

A pesar de los aspectos positivos del sistema de mercado mencionados hasta aquí, dejar que éste encuentre la solución al problema de qué es lo que la sociedad quiere conseguir, a partir de lo que tiene y cómo va a repartirlo, es notablemente peligroso. Por ello las distintas sociedades intervienen en mayor o menor medida el mercado, condicionando su funcionamiento, y excluyendo sectores completos de su ámbito de actuación (Azqueta, 2002, p. 81).

La sociedad parece estar de acuerdo en que la lógica del mercado es una buena forma de producir y distribuir mercancías, es decir, bienes y servicios que adquieren un valor, fundamentalmente de uso, que éste revela con su realización. Sin embargo, con ellos no se agota el conjunto de bienes y servicios económicos que satisfacen necesidades humanas: existen muchas otras cosas que a las personas no les gustaría producir y distribuir de acuerdo con esta lógica, tanto como individuos, como en calidad de miembros de un colectivo social. Son bienes que bien sea por la relación que se establece directamente con ellos, o por aquella que se establece con alguna persona o grupo social con la que están ligados, adquieren un valor superior (Azqueta, 2002, p.84).

Existe “...toda una serie de cuestiones sobre el medio ambiente y los recursos naturales, cuya solución sería tremadamente arriesgado dejar en manos de un proceso de expresión de preferencias individuales...Y ello, entre otras cosas, porque involucra colectivos que no pueden expresar su opinión; incluyendo, por supuesto, las generaciones futuras. De ahí que, desde hace ya muchos años, algunos autores distinguen entre el comportamiento individual de la persona como consumidor individualista) y su comportamiento como ciudadano (miembro de un grupo social). Este último canalizaría sus preferencias a través, de las llamadas normas sociales. En este caso, no son los individuos como tales los que toman las decisiones, sino un colectivo que, aun con base en las preferencias de sus componentes, trasciende al individuo más estricto” (Azqueta, 2002, p.111).

La evolución de las formas de gestión del agua

Uno de los campos que se destacan con mayor urgencia en la búsqueda de la sostenibilidad es la puesta en práctica nuevas formas de gestión de los recursos naturales y del medio ambiente basadas en el reconocimiento de su carácter vital y complejo. En buena medida el deterioro de los ecosistemas planetarios proviene de las maneras simplistas y lineales como se manejan, originadas en el desconocimiento de sus múltiples funciones vitales y las interdependencias entre las expectativas y necesidades de sus múltiples usos y usuarios, como del desconocimiento de sus límites y capacidades de generación y restauración.

En lo que respecta al agua, la comunidad internacional ha concluido que las dificultades para contar con una disponibilidad permanente y con la cantidad y calidad adecuadas para los diversos usos, estriban más en su pobre administración que en su escasez natural, por lo cual ha considerado necesario crear una nueva cultura que exprese una nueva relación entre la sociedad y el agua, para hacer posible su manejo sostenible.

Este planteamiento ha conducido a cambiar las formas tradicionales de gestión del agua, que tienen un carácter lineal, buscando nuevas formas alojadas en el dominio de la complejidad, basadas en la necesidad de introducir la integralidad en el manejo del agua, adoptando visiones holísticas y múltiples con relaciones interactivas, el enfoque ecosistémico y la participación de los interesados.

En la Figura 2.5 se presenta la secuencia de la evolución de las formas de gestión del agua, en función de la variación de las necesidades socio económicas, políticas y naturales, hasta llegar a formular la Gestión Integrada del Agua, GIRH, como forma de materializar la Nueva Cultura del Agua y a su adopción como la forma más adecuada e incluyente para buscar su manejo sostenible. Actualmente se plantea la necesidad de articular el planeamiento y gestión del agua con las estrategias de desarrollo territorial para lograr territorios sostenibles.



Figura 2.5. Evolución de la gestión del agua.

Fuente: Elaboración Propia.

La evolución de las formas de gestión del agua de la linealidad a la complejidad, ha estado impulsada por la necesidad de satisfacer las necesidades crecientes de las sociedades y al mismo tiempo tratar de frenar el deterioro de las condiciones naturales frente a la presión antrópica. En los numerales siguientes se describen las características de las etapas de la evolución de la gestión del agua.

Igualmente, dentro de la aplicación específica de los mecanismos de gestión del agua, históricamente también se ha evolucionado desde lo simple y lineal hasta lo más complejo y sistemático. Inicialmente se privilegiaban instrumentos de gestión lineales, priorizando inversiones en infraestructura física para garantizar la oferta mediante sistemas de captación, tratamiento/adecuación, transporte y distribución hasta los usuarios finales. Posteriormente se introdujeron sistemas de incidencia sobre la demanda, uno de cuyos ejes centrales fue el establecimiento de sistemas de tarifas para incidir sobre la demanda, incentivando un uso más racional por parte de los usuarios finales, incluyendo sistemas de transferencia de los costos de operación y de inversión a través de la tarifa final a pagar por el usuario. Una concepción más desarrollada, y con mayores niveles de complejidad, es aquella que propende por una gestión integrada del

recurso, incorporando mecanismos de gestión proactiva, con participación de los distintos actores y combinando distintos tipos de instrumentos de gestión (regulación directa, incentivos económicos y mecanismos de financiación). Finalmente, una visión todavía más integral, y en consecuencia más compleja y por tanto más exigente, es aquella que se propone aquí articular todos estos sistemas de gestión a estrategias consensuadas de ordenamiento del territorio, asignando al agua un papel preponderante como eje articulador de dicho ordenamiento.

La Línea Dura: Gestión con base en la oferta

Es la aproximación más tradicional y tiene un carácter fundamentalmente técnico. Se basa en la idea de aumentar y hacer más estable la oferta de agua para los diversos usos, mediante la construcción de obras civiles como embalses, canales, túneles, plantas de tratamiento, plantas de desalación de agua del mar y otras infraestructuras, con el objetivo de garantizar una oferta mayor y más continua de agua en situaciones donde la demanda excede la oferta, como en zonas con insuficiente dotación natural para el presente o para el futuro, o para subsanar limitaciones en la disponibilidad en períodos de sequía prolongados. Implica la búsqueda permanente de nuevas fuentes de agua, recurriendo cada vez a proyectos de mayor tamaño y costo, puesto que son cada vez más distantes de los sitios de consumo. En otras palabras, ignora los límites de la oferta natural de agua y la capacidad de los ecosistemas para brindar servicios ambientales relacionados con ella.

Esta forma de gestión tiene un carácter lineal, que no considera la integralidad ni las interrelaciones entre los ciclos hidrológicos y del uso del agua. Su planeación y manejo se centran en un enfoque técnico basado en la construcción de infraestructura y en el uso de instrumentos de gestión de comando y control como concesiones de uso y permisos de vertimiento.

Este enfoque ha sido el más utilizado por los gobiernos y la banca multilateral tal vez por ser el más sencillo de percibir y de realizar, pero sus resultados pueden generar impactos ambientales severos, y no conducen necesariamente a la sostenibilidad de la disponibilidad de agua en el tiempo.

La Línea Blanda: Gestión con base en la demanda

Esta aproximación se basa en un enfoque más consciente de los límites naturales de la oferta de agua y de los servicios ecosistémicos, buscando la racionalización del consumo y el uso más eficiente del agua. Tiende a considerar la integralidad de los ciclos hidrológico y del uso del agua, dentro de una visión más holística y sistemática y generalmente

adopta como unidad de planificación y de gestión la cuenca hidrográfica y se apoya en la participación de todos los usuarios.

Los instrumentos de gestión que utiliza buscan racionalizar los comportamientos de los usuarios mediante la aplicación de instrumentos económicos como tasas de uso de agua, tasas por contaminación, políticas tarifarias y otras por el estilo, que se basan en los principios de que el que usa y contamina paga y de que el agua financia al agua, para generar, al menos teóricamente, recursos financieros derivados del aprovechamiento del agua y de los impactos que los usos generan sobre su calidad, para realizar proyectos y actividades para mantener su disponibilidad en términos de cantidad y de calidad a lo largo del tiempo. Estos instrumentos económicos se complementan con otros como la normatividad, la educación y la participación pública, el desarrollo y uso de tecnologías ahorradoras y de mayor eficiencia, que en su conjunto buscan la sostenibilidad en el uso del agua.

En la Línea Blanda el manejo del agua deja de ser un tema exclusivamente técnico y lineal y se convierte en un asunto sociopolítico con carácter sistémico, en el cual intervienen múltiples disciplinas como las ciencias naturales y las ciencias sociales, como la economía y la sociología, además de la ingeniería.

De todas maneras es conveniente advertir que las dos aproximaciones descritas no son excluyentes y que por el contrario ambas son necesarias y muchas veces se complementan. Para que su combinación sea exitosa es indispensable que se traten como un conjunto alojado en un escenario complejo y sistémico, en el que las múltiples variables interactúan entre sí y en el que se tengan en cuenta simultáneamente todos y cada uno de los diversos componentes de los ciclos hidrológico y de uso del agua.

La Gestión Integrada del Agua, GIRH

En los numerales siguientes, 2.3 y 2.4, se presentan en detalle los principios y objetivos de la Nueva Cultura del Agua y de la Gestión Integrada del Agua, por lo que a continuación se tratarán someramente estos conceptos con el propósito de ilustrar la secuencia de evolución de las formas de gestión del agua de las aproximaciones lineales a las complejas.

Existen diversas definiciones de la GIRH, por considerarla la más acorde con los objetivos de este trabajo se adoptará la de la Global Water Partnership, GWP; que la entiende como “un proceso que promueve el desarrollo y el manejo coordinado del agua, el suelo y

los recursos relacionados, para maximizar los resultados económicos y el bienestar social de una forma equitativa, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales". Con la aparición de la GIRH como resultado de la necesidad de contar con una forma de gestión más participativa, incluyente y articuladora de esfuerzos y recursos, se coloca plenamente la gestión del agua en el terreno de lo sistémico y lo complejo, al incluir diversas disciplinas, actores e intereses en ella.

Sin embargo, a pesar de la formulación de la GIRH y de la ampliación de la visión de la gestión del agua que conllevó, las dificultades prácticas de su aplicación tampoco han podido resolver la problemática del uso sostenible del agua. En el Foro Mundial del Agua del año 2000, se reafirmaron los principios de Dublín y se establecieron metas con respecto a la implantación de la GIRH. Se acordó que para 2005 deberían estar en ejecución las políticas para implantarla en el 75% de los países y que para el año 2015 deberían abarcar la totalidad de los países. En la Cumbre de Desarrollo Sostenible de Johannesburgo del 2002, se acordó, "Desarrollar planes de gestión integrada del recursos hídricos y de eficiencia para el 2005, apoyando los planes de desarrollo", lo cual suponía que para fines de dicho año, los países deberían preparar estrategias para implementar la GIRH articulándola a los instrumentos de planificación del desarrollo. Lamentablemente esta meta no se logró.

La articulación de la gestión del agua con la estrategia de desarrollo territorial

Como síntesis de lo dicho hasta ahora puede decirse que pese a los esfuerzos para implantar la GIRH en el mundo y de los compromisos de los países para hacerlo, los resultados no han sido los esperados. Las dificultades para adelantar un aprovechamiento sostenible de los bienes públicos, como los recursos naturales, ha hecho que su planificación y gestión no hayan entrado en la corriente principal de la gestión estatal ni privada y sigan teniendo un carácter marginal frente a los programas y proyectos de desarrollo territorial y sectorial.

Una de las dificultades más serias que presenta la gestión de los bienes y servicios ambientales caracterizados por la complejidad como es el caso del agua, es que a pesar de ser del interés de todos, su gestión integral no es responsabilidad de ningún actor en particular, sino que muchos actores tienen responsabilidades

limitadas y desarticuladas que incluso pueden ser contradictorias y conflictivas. La gestión sostenible de este tipo de bienes, implica la acción articulada y conjunta de todos los actores, para lograr metas comunes acordadas conjuntamente entre ellos.

La mayoría de los actores públicos y privados del desarrollo consideran que temas como la conservación de los ecosistemas, el respeto de los caudales ambientales o de las rondas de los ríos, la calidad del agua y la visión holística de largo plazo que son indispensables para la sostenibilidad territorial, son responsabilidad de las instituciones ambientales, pero que nada tienen que ver con su campo de acción definido por procesos de desarrollo que buscan la maximización de los ingresos en el corto plazo e ignoran la sostenibilidad.

Desde esta perspectiva es claro porque los mandatos legales como el ordenamiento del territorio incorporando los determinantes ambientales por parte de los municipios o la destinación del 1% de los ingresos de los municipios a la compra y conservación de terrenos para proteger el suministro de agua que estableció la Ley 99 de 1993 se incumplan frecuentemente ya que se prefiere que estos recursos se orienten hacia actividades con resultados a corto plazo, que arrojan mayores dividendos políticos. También es frecuente que las empresas bajo el concepto de la responsabilidad social empresarial, hagan aparecer como inversiones voluntarias para la protección del medio ambiente o del agua, algunas que en realidad son obligatorias u otras que obedecen a otras finalidades que deben satisfacerse por razones técnicas de los procesos necesarios para el logro de sus propósitos empresariales.

Es por estas razones, que en diversos países se ha dado el paso fundamental de buscar una nueva forma de planeación y gestión del agua, que conservando los principios y objetivos de la GIRH, la articule con las estrategias de desarrollo territorial y sectorial, para contribuir al objetivo superior de generar territorios sostenibles. De esta manera, los temas ambientales y los relativos al agua en particular, pueden entrar a formar parte de los criterios directores de los instrumentos de planificación y de los recursos destinados a los planes de desarrollo territorial y sectorial.

Cuando los temas relativos al agua, como la protección de los ecosistemas productores o el respeto y conservación de los espacios del agua, se incorporen en los instrumentos de planificación territoriales y sectoriales y los proyectos y acciones resultantes cuenten con recursos provenientes de los presupuestos de los entes territoriales y las empresas, se estará avanzando con posibilidades de éxito hacia la gestión sostenible del agua, como un elemento esencial y determinante de la sostenibilidad territorial.

Fortalezas y debilidades de los enfoques sistémicos para la gestión del agua

La aplicación de los criterios de integralidad y holístico no es sencilla y en muchos casos estas macrovisiones son muy difíciles de llevar a la práctica. Es por ello que la experiencia internacional ha identificado las principales dificultades y ha propuesto soluciones que permiten lograr la aplicación de las aproximaciones integrales en busca de la sostenibilidad.

En primer lugar es importante precisar los significados de los enfoques “holísticos” y aquellos basados en la “integralidad”, términos que en muchas ocasiones se usan equivocadamente como si fueran equivalentes. Si bien es cierto que ambos poseen carácter “sistémico”, el primero de ellos parte de identificar y entender “todas” las variables y relaciones que actúan en el ecosistema completo en que se quiere actuar como por ejemplo en una cuenca, ofreciendo por tanto muchas dificultades prácticas. El segundo enfoque, el de la integralidad, conserva su naturaleza sistémica, pero tiene un carácter más selectivo y en lugar de analizar todas las variables y sus relaciones, busca focalizarse en las de mayor importancia e impacto. Es decir incluye el criterio de la priorización de las variables para hacer más efectiva la acción. La aplicación de la integralidad busca remediar la debilidad práctica del enfoque holístico originado en la enorme cantidad variables y de interrelaciones que implica y por tanto el elevado número de acciones posibles que genera.

Aproximación	Holística	Integrada
Fortalezas	Considera todo el sistema, sus partes e interrelaciones.	Mantiene una perspectiva sistémica, es más selectiva y focalizada.
	Un amplio espectro que evita ignorar las variables significativas.	Mayor probabilidad de completar el análisis en un tiempo oportuno.
	Su mayor valor está en las etapas normativas y los niveles estratégicos de la planeación.	Su mayor valor está en las etapas operacionales y tácticas de la planeación.
	Enfatiza en el conocimiento científico de los ecosistemas.	Fomenta el uso tanto del conocimiento científico como del tradicional y el local.
Debilidades	Pretende la comprensión de sistemas complejos y la oportunidad de controlarlos. Las dos son improbables.	Puede ignorar una o más variables críticas, lo que implicaría una comprensión limitada de los ecosistemas, y la confiabilidad del plan.
	Su gran amplitud implica tanto tiempo en la planeación que las condiciones pueden cambiar invalidando los resultados.	

Tabla 2.1 Características de los enfoques sistémicos.

Fuente: Mitchell (2005).

Por estas razones se considera que el enfoque holístico es más apropiado para las etapas de carácter estratégico del ciclo de gestión, mientras que el enfoque integral lo es para las etapas de carácter táctico y operativo, al centrarse en las variables dominantes y priorizar las intervenciones en ellas, focalizando así sobre las acciones y los recursos. La Tabla 2.1 tomada de un trabajo de Bruce Mitchell (2005) presenta las fortalezas y debilidades de las dos interpretaciones anteriores.

La Nueva Cultura del Agua

En el Capítulo 1 se hizo una presentación de la situación del agua en el mundo y sus perspectivas, destacando que la tendencia global apunta hacia un panorama de escasez y de sed para la mayoría de los países y para grandes grupos de población. De acuerdo con estudios de las Naciones Unidas mientras que en los últimos 300 años la población se cuadriplicó, el uso del agua se multiplicó por siete. Además indican que en la última década el uso del agua ha aumentado más del doble que la tasa de crecimiento de la población, generando una presión creciente sobre los ecosistemas productores y protectores. También se estima que en el 2025 1.800 millones de personas vivirán en países o en regiones con escasez absoluta de agua, que dos terceras partes de la población mundial vivirá bajo condiciones de estrés hídrico y que la disponibilidad de agua per cápita habrá disminuido en una tercera parte (UN-Water, 2012; PNUD, 2006). A este desalentador panorama se agrega la creciente contaminación de las fuentes hídricas que está haciendo cada vez más difícil y costoso su aprovechamiento.

Esta situación ha llevado a que la comunidad internacional plantea la necesidad imperiosa de cambiar la tradicional relación entre la sociedad y el agua, limitada y “extractivista”, dando paso a una “Nueva Cultura del Agua”, que adopte un enfoque integral y articule la planificación y la gestión del agua con la del territorio y de los sectores para aprovecharla sosteniblemente.

Los principios de la Nueva Cultura del Agua

Las bases y el alcance de la Nueva Cultura del Agua se fueron definiendo paulatinamente en diversas conferencias internacionales convocadas por las Naciones Unidas, entre las cuales se destacan por su importancia las celebradas en Dublín en 1992 y en Bonn en 2001. Como resultado de ellas se han acordado los siguientes principios generales:

- La concepción del agua como un “bien público”.
- La priorización en la importancia de sus usos.
- La regionalización de la gestión a nivel de cuenca.
- La participación de los usuarios en la planificación y administración del recurso.
- La coordinación interinstitucional.
- La calidad de acuerdo con la salud pública, los usos del recurso y las condiciones del entorno.
- La aplicación del principio del “contaminador pagador”.
- El uso racional del recurso.
- La reutilización y el desarrollo de nuevas fuentes de agua.
- Recuperación total de los costos (en la medida de lo posible).

En adición a los principios anteriores el “World Water Development Report” publicado en 2006 por las Naciones Unidas, hace una serie de recomendaciones que se transcriben para ampliar el marco conceptual de este trabajo.

- Se debe reconocer el acceso al agua de buena calidad como un derecho humano fundamental.
- Es necesario mejorar la administración del agua, considerando a todas las partes interesadas, tanto en el sector público como en el privado, y a la sociedad civil, como la única solución plausible para aportar a la solución del más grave problema global actual que es la pobreza.
- Es necesario entender mejor los complejos sistemas ambientales y los impactos de las actividades humanas, si la sociedad busca anticiparse, mitigar y adaptarse a los cambios ambientales.
- Es necesario reconocer que los problemas y retos que presenta el agua tanto sectorial como geográficamente, son interdependientes y no están aislados.
- Es necesario entender que el agua se mueve dentro de límites naturales, que generalmente no concuerdan con los límites político-administrativos dentro de los cuales se organizan las sociedades.
- Frente a una demanda creciente y una oferta decreciente, la competencia entre los diferentes sectores y usuarios está aumentando, por lo que se requiere mayor conocimiento y sabiduría para asignar el recurso y usarlo más eficientemente.

- Con los rápidos cambios en condiciones socioeconómicas unidos al deterioro ambiental sin antecedentes, la crisis del agua en diversas regiones del mundo se está volviendo cada vez más severa.

Con estos principios como marco y por medio de instrumentos de planificación, normas, instrumentos económicos, generación de conocimiento, desarrollo tecnológico, obras civiles y educación se ha buscado implantar la integralidad para aplicar la “Nueva Cultura del Agua”.

La Gestión Integrada del Agua, GIRH

La Gestión Integrada del Agua, GIRH surge como una forma de aplicar la “Nueva Cultura del Agua”. Con ella la gestión del agua deja de ser un tema fundamentalmente técnico y lineal, otorgándole un carácter complejo, integral e interdisciplinario, en el cual ocupa un espacio muy destacado la búsqueda de la sostenibilidad, al integrar los criterios e intereses socio políticos y económicos con las disciplinas técnico-científicas.

La GIRH se plantea entonces como una respuesta a la crisis del agua, expresada en la creciente presión sobre el recurso, originada en el aumento de la demanda, a la contaminación y la incertidumbre generada por el Cambio Climático. También se entiende como una solución al problema de la inadecuada administración del recurso, que se ha reconocido globalmente como el factor más crítico para atender las necesidades individuales y sociales, y para su aprovechamiento sostenible.

Sin embargo, la aplicación de la GIRH no es un asunto fácil, como lo señaló la Global Water Partnership (2000), “La GIRH es un reto para las prácticas convencionales, actitudes y certezas profesionales, que confronta los arraigados intereses sectoriales y requiere que el recurso sea gestionado de manera holística para beneficio de todos. Nadie pretende que alcanzar la GIRH sea un reto sencillo, pero es vital comenzar ahora y evitar una crisis que está emergiendo”. Con base en los principios generales mencionados, los objetivos generales establecidos para la GIRH se han definido de la siguiente manera:

- Promover el acceso más equitativo a los recursos hídricos y a los beneficios que se derivan del agua como medio para enfrentar la pobreza.
- Asegurar que el agua escasa se use con eficacia y para el beneficio del mayor número de personas
- Lograr la utilización más sostenible del agua, incluyendo el uso para un mejor medio ambiente.

Naturalmente estos objetivos generales deben adaptarse a las condiciones sociales y naturales del territorio en el cual se busca aplicar la GIRH y complementarse con aquellos que impliquen sus especificidades naturales y culturales.

Así por ejemplo en el caso de la Región Andina los principios y objetivos adoptados para la GIRH se expresan de la manera siguiente:

Dada la gran extensión espacial de la Cordillera de los Andes, que abarca enormes dimensiones tanto latitudinales como altitudinales, se genera en ella un variado mosaico de condiciones climáticas y ecológicas. Los pueblos aborígenes asentados en ella establecieron relaciones con la naturaleza, que dieron origen a una serie de visiones, principios y tecnologías para entender, conservar y aprovechar el agua, que les permitieron aprovecharla sosteniblemente durante miles de años en los muy diversos ambientes. En muy buena medida la sostenibilidad de estas relaciones se basa en la comprensión del ser humano, como parte de la naturaleza y del principio de que si el mundo natural se encuentra bien, sus servicios serán suficientes y de buena calidad, lo que contrasta con el enfoque antropocéntrico característico de la visión occidental tradicional basada en el utilitarismo y la explotación sin límites (Guhl y Montes, 2008).

En la actualidad casi la totalidad de las poblaciones indígenas comparten una situación social y económica caracterizada por el sometimiento y la marginalidad. Frente a una creciente escasez de agua en los ecosistemas alto andinos es especialmente atractivo integrar al concepto de la GIRH, los principios y prácticas que permitieron la sostenibilidad de las poblaciones indígenas. A pesar de las variaciones en sus relaciones sociedad – agua, que se derivan de diferentes condiciones espaciales y ambientales, es posible encontrar denominadores comunes en el conjunto de las poblaciones indígenas andinas, que dan origen a una propuesta que respete la visión de esas comunidades y las de los campesinas de los Andes, fortalezca su identidad, asegure sus derechos y permita la conservación y el manejo sostenible del agua (Guhl y Montes, 2008).

Definición

Dado que la GIRH es un concepto dinámico y evolutivo, existen muchas definiciones de ella en la medida en que se va aprendiendo al aplicarla. Como se mencionó anteriormente, para los efectos de este trabajo se adoptó la definición que se considera más acorde con sus objetivos, que es la dada por la Global Water Partnership, GWP (2012), que la definió como “un proceso que promueve el desarrollo y el manejo coordinado del agua, el suelo y los recursos

relacionados, para maximizar los resultados económicos y el bienestar social de una forma equitativa, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales”.

La GIRH no debe entenderse como una intervención puntual y esporádica sino como un proceso de mejoramiento continuo que debe ir incrementando la cantidad y calidad de la oferta hídrica con el paso del tiempo. Dada la naturaleza sistémica e integral del concepto, este proceso debe apoyarse en una multiplicidad de factores entre los que se destacan la cooperación interinstitucional, el conocimiento y la información, la participación de los actores en la planificación y en la gestión basada en la generación de visiones consensuadas y en compromisos y responsabilidades para lograrlas, compartiendo los recursos de todos ellos en el propósito común de lograr el manejo sostenible del agua.

La GIRH implica una visión de la relación sociedad-naturaleza, basada en un marco conceptual orientado a gestionar la búsqueda de la sostenibilidad y el desarrollo de los recursos hídricos. Lograrla supone que la población cambie las prácticas insostenibles de consumo y de uso; adquiera una visión de conjunto sobre los efectos de las acciones individuales y se dé cuenta que los impactos que causa cada individuo, aparentemente insignificantes, se agregan a los de los demás amplificándose por millones. También busca introducir un elemento de descentralización en la forma como se hace la gestión del agua, con énfasis en la participación de actores interesados que toman decisiones al nivel más cercano al uso local del agua.

Principios

Los principios generales de la GIRH se basan en los de la Declaración de Dublín y se desarrollan de la siguiente manera:

- *El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para mantener la vida, el desarrollo y el medio ambiente.*

El agua es esencial para mantener la vida y el funcionamiento de los ecosistemas, por ello la gestión efectiva de los recursos hídricos requiere un enfoque integrador y complejo, vinculando el desarrollo económico y social con la protección de los ecosistemas naturales. La gestión efectiva relaciona los usos del agua y del suelo en toda el área de una cuenca o de recarga de un acuífero, que además es la unidad básica natural para la gestión de los recursos hídricos. Por su naturaleza vital el acceso al agua de buena calidad y en cantidad suficiente para garantizar una vida digna se considera cada vez con mayor

énfasis como un derecho fundamental a nivel global.

- *El desarrollo del recurso hídrico y su gestión debe basarse en un enfoque participativo, involucrando a los planificadores y a los legisladores en todos los niveles.*

Toda la población tiene responsabilidades e intereses relacionados con el agua y debe participar en la toma de decisiones con respecto a su administración y uso. Un enfoque participativo es el mejor medio para lograr el consenso duradero y los acuerdos entre los usuarios y demás actores. La participación implica asumir responsabilidades; reconocer los efectos de las actividades sectoriales y personales sobre otros usuarios del agua y sobre los ecosistemas y aceptar la necesidad de cambiar los patrones de consumo y las tecnologías para mejorar la eficiencia del uso del agua y permitir su desarrollo sostenible.

- *La mujer juega un papel primordial en el suministro, administración y salva guarda del agua.*

Es ampliamente reconocido que la mujer juega un papel importante en la recolección y preservación del agua para uso doméstico -y en muchos casos- agrícola, aunque tiene un rol mucho menos influyente que el del hombre en su manejo, análisis de problemas y procesos de toma de decisiones. Además juega un papel fundamental en la formación de valores y costumbres en la familia. Se requieren diferentes mecanismos para incrementar el acceso de las mujeres a la toma de decisiones y para ampliar su espectro de participación en la GIRH.

- *El agua tiene un valor económico en todos sus usos competitivos y debe ser reconocida como un bien económico.*

Es esencial reconocer el derecho fundamental de todo ser humano a tener acceso al agua pura y al saneamiento por un precio razonable. En el pasado, la ignorancia sobre el valor económico del agua condujo al desperdicio y a su mala utilización con efectos perjudiciales para el medio ambiente. La gestión del agua, en su condición de bien económico, es un medio importante para lograr su uso eficaz y equitativo y para alentar su conservación y protección. El “valor” del agua en usos por fuera del mercado es importante para su asignación racional, por medios regulatorios o económicos, al entenderla como un recurso limitado y vital. Establecer cuanto debe cobrarse por el agua es una herramienta para ayudar económicamente a grupos en desventaja, intervenir el comportamiento a favor de la conservación y el uso eficiente, proveer incentivos para la gestión de la demanda, contribuir a la recuperación de costos y señalar a los consumidores que deben pagar para realizar inversiones en servicios relacionados con el agua.

Para aplicar exitosamente la GIRH en casos concretos, estos principios generales deben contrastarse y complementarse con otros que emanen del entorno específico creado por las características culturales y ecológicas de la región y de su población.

Continuando con el ejemplo de la región Andina, se transcriben como un ejemplo los principios adoptados, de acuerdo con lo planteado en el documento “La Visión Andina del Agua” (Iniciativa Minga del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, 2004) que recoge las propuestas de los indígenas y campesinos de los Andes. Estas propuestas entran en conflicto con algunas de las que ofrece la Visión Mundial del Agua, aprobada por el II Foro Mundial del Agua, celebrado en La Haya en 2003, que buscan favorecer las grandes explotaciones agrícolas con semillas transgénicas y la conversión del agua en un “producto” para ser explotado por el capital privado, lo que implica buscar la recuperación total del costo del agua y por tanto tarifas y costos excesivos para las poblaciones de escasos recursos.

- *El agua como patrimonio común.*

Desde la visión y experiencia del mundo andino, cualquier plan de acción con relación al agua debe estar orientado a protegerla y conservarla, garantizando su disponibilidad con equidad para asegurar la existencia de todos los seres vivos del planeta. Para ello se deben asegurar y proteger los sistemas hídricos, tanto en su entorno geográfico, como en su ciclo natural, consensuando acciones y mecanismos que mantengan la integralidad de los ecosistemas, especies animales, vegetales y la vida de las comunidades con dignidad, y recreando su identidad cultural. El agua es patrimonio de la tierra y de toda forma de vida animal, vegetal y humana. Por ello, cualquier marco jurídico con relación a los recursos hídricos debe estar basado en este principio.

- *El agua como dominio público.*

Este principio implica la definición del agua en las Constituciones, como bien público bajo el control de la sociedad en su conjunto.

Al mismo tiempo se deben formular mecanismos equitativos de uso que respondan a las necesidades de la naturaleza y de las comunidades humanas, priorizando los derechos de subsistencia, soberanía alimentaria y desarrollo local.

- *El agua es un bien común no una mercancía.*

El acaparamiento del agua por los sectores más dinámicos de la economía como el sector

minero, industrial, agrícola empresarial, exportador y otros, va en desmedro de la gran mayoría de usuarios y de la propia naturaleza. Por lo tanto, ninguna empresa, nacional o transnacional, o persona particular, tiene el derecho de apropiarse del dominio del agua o acaparar su uso para fines de lucro privado en perjuicio del resto de la colectividad. Además, con base en el principio del agua como un bien de dominio público, es un recurso vital que no puede ser tratado como mercancía, ser reducido a un valor comercial y estar sometido a las leyes de mercado y desde luego tampoco ser materia de tratados de libre comercio internacional.

- *Revalorización de conocimientos, tecnologías y organización andina.*

Los conocimientos del mundo andino, sus sistemas tecnológicos y sociales de gestión del agua parten del principio de la convivencia armónica con la madre tierra y se sustentan en la propiedad colectiva del agua, basados en un sistema legal y social propio. Estos lograron garantizar la sustentabilidad de los ecosistemas desde tiempos inmemoriales y por lo tanto deben ser preservados, respetados y reconocidos.

Los sistemas tradicionales de manejo del agua, desarrollados y validados a lo largo de cientos de años, hoy en día marginados, son probadas alternativas para la sostenibilidad de los recursos hídricos. Por ello deben ser mejor comprendidos, valorados, recuperados y difundidos como tecnologías para la sustentabilidad del desarrollo.

- *Sistemas de gestión integrales y participativos.*

Los sistemas de gestión del agua deben basarse en un concepto de integralidad, a partir de una concepción territorial de cuenca, de usos compatibles y sustentabilidad del recurso. La priorización de los usos del agua debe basarse en mecanismos participativos que permitan garantizar su conservación y el acceso equitativo. Los proyectos de gestión sustentable requieren de información pública sobre el estado actual y disponibilidad de las aguas superficiales y subterráneas, información hoy en día casi inexistente, poco sistematizada y de difícil o costoso acceso.

- *Institucionalidad participativa y control social.*

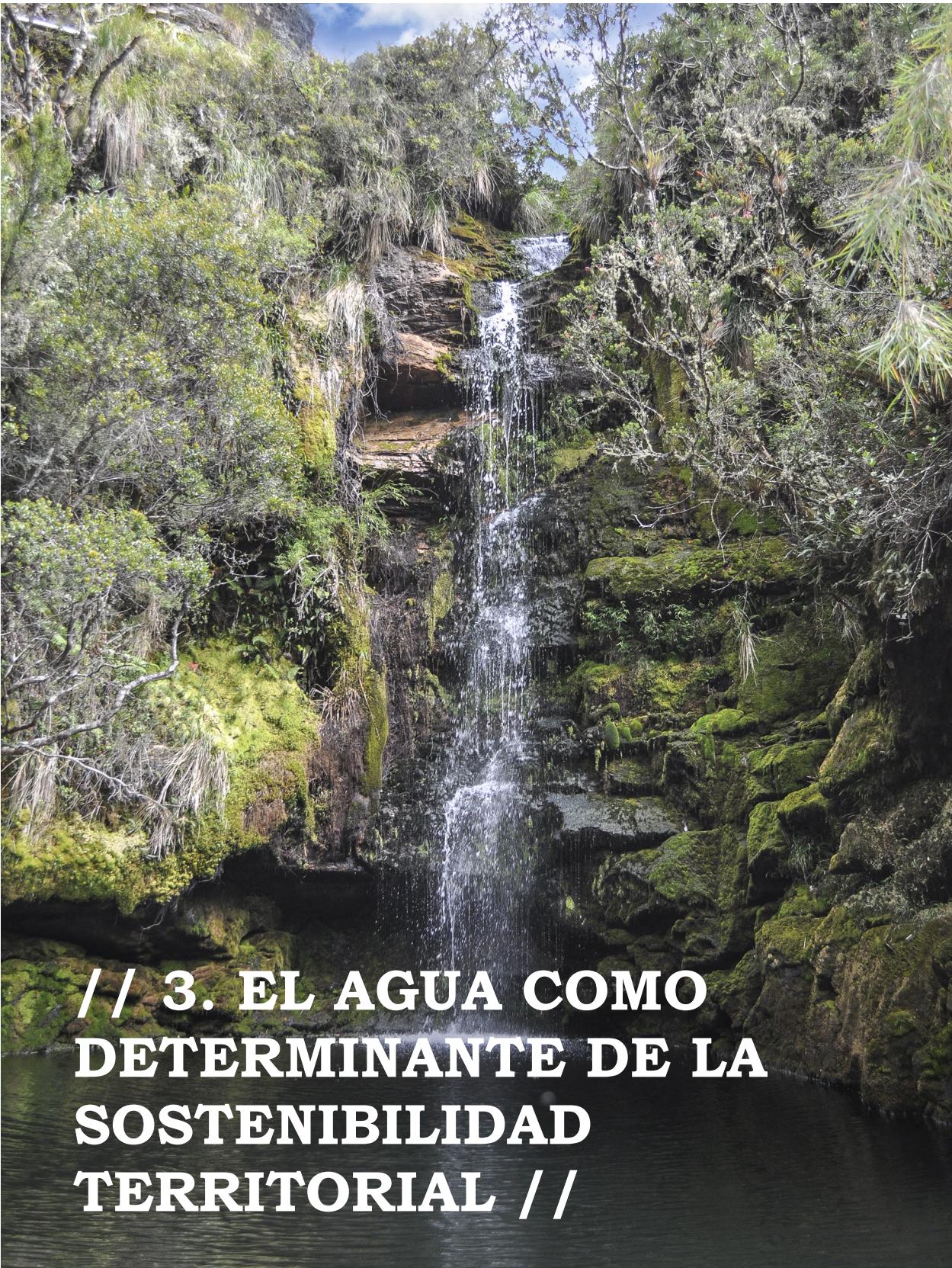
Las normas legislativas y formas de gestión del agua deben garantizar la disponibilidad del agua en términos de volumen y de calidad, para asegurar la sustentabilidad y necesidades de los ecosistemas y de las comunidades humanas. Para ello, los sistemas de gobernabilidad, tanto a nivel de cuenca como nacionales, deben basarse en las autoridades hídricas locales ya existentes, tales como comunidades indígenas, campesinas, asociaciones de riego y demás usuarios del agua.

Los gobiernos de los países andinos deben respetar y valorar la gestión y el derecho originario comunal e integral de las comunidades indígenas y campesinas, debiendo éstos ser reconocidos como patrimonio de la humanidad.

- *Políticas económicas adecuadas.*

Toda política de inversión pública debe considerar prioritariamente la conservación del recurso, la gestión sustentable y el desarrollo local y regional sobre la base de los usos y costumbres indígenas y campesinos. Cualquier inversión privada en el sector agua debe someterse a estos criterios.

En las cuencas andinas, el recurso agua se genera en las partes altas pero por lo general se beneficia a las partes bajas. Las políticas hídricas deben priorizar mecanismos adecuados para el beneficio equitativo, que garantice una mejor calidad de vida de los pobladores de las cuencas altas, que son los menos favorecidos.



Fotografía: Andrés Guhl Corpas, Salto de la Nutria, río Bogotá, 2013

Marco conceptual

El agua posee una serie de características y potencialidades inherentes a su naturaleza que le confieren un carácter único e insustituible y la capacidad de actuar como un factor determinante en la configuración del territorio y en su sostenibilidad. Dentro de estas se destacan su papel esencial para la vida y su función como eje del funcionamiento de los ecosistemas, así como su papel como recurso fundamental para todos los procesos y actividades sociales y económicas. Tiene además la capacidad de transformar y modificar la geografía y el paisaje, lo que le da la capacidad de crear poder económico y político, lo cual relieva su importancia como factor estructurante en la conformación de territorios sostenibles.

Desde la perspectiva del desarrollo social, el agua es esencial para la calidad de vida y la equidad. Además su gestión integrada ofrece un gran potencial de generación de capital social, puesto que sus programas de conservación y aprovechamiento sostenible se deben desarrollar como procesos participativos de cooperación y mediante acuerdos para llegar a metas consensuadas y compartidas por las instituciones y los usuarios del agua.

La sostenibilidad territorial depende en buena medida del manejo integral del agua, para lo que es necesario satisfacer, de manera simultánea y completa, tanto el ciclo hidrológico como el del uso. Desde esta perspectiva la conservación de la cantidad y la calidad del agua y su disponibilidad, adquieren una importancia central para la construcción de territorios sostenibles. El acceso al agua en los proyectos de desarrollo debe dejar de ser una variable de respuesta que se concede a los usuarios que lo solicitan, para pasar a convertirse en una variable proactiva, con límites definidos en cuanto a la cantidad que se les otorga y la calidad con que deben devolverla al medio, que condiciona las formas de desarrollo, el ordenamiento territorial y los usos del suelo.

La importancia de la gestión integrada del agua para la sostenibilidad territorial ha sido extensamente reconocida por la comunidad internacional, y en muchos países y regiones se ha considerado que para lograrla es indispensable poner en marcha la estrategia de articular la planeación y la gestión del agua, con las estrategias y la planificación del desarrollo territorial y sectorial. Esta nueva forma integral y articulada de entender, planear y gestionar el agua, reconoce la complejidad del manejo del territorio, para que la interacción de las múltiples fuerzas y variables que lo conforman, lo hagan de manera sostenible. Esta nueva visión implica a su vez, una nueva forma de gobernanza del agua.

¿Qué es un territorio sostenible?

Hace apenas dos siglos, a principios del siglo XIX, tan solo el 3% de la población mundial era urbana. Como resultado de la Revolución Industrial y el desarrollo tecnológico a mediados del siglo la población urbana ya llegaba al 30% del total y en la actualidad la población urbana supera a la población rural y se espera que para el 2030 represente más del 60% del total. Este fenómeno es especialmente notorio en los países en vías de desarrollo en los cuales se encuentran las principales megalópolis del planeta. La Tabla 3.1 muestra como ha variado a lo largo del tiempo la ubicación de las mayores ciudades del mundo concentrándose en los países del Tercer Mundo.

Rango	Ciudades (1950)	Población (1950)	Ciudades (2010)	Población (2010)
1	New York, U.S	12.463.000	Tokio, Japón	36.933.000
2	Londres, Gran Bretaña	8.860.000	Delhi, India	21.935.000
3	Tokio, Japón	7.000.000	Ciudad de México, México	20.142.000
4	Paris, Francia	5.900.000	Nueva York, U.S	20.104.000
5	Shanghái, China	5.406.000	São Paulo, Brasil	19.649.000
6	Moscú, Rusia	5.100.000	Shanghái, China	19.554.000
7	Buenos Aires, Argentina	5.000.000	Mumbai, India	19.422.000
8	Chicago, U.S	4.906.000	Beijing, China	15.000.000
9	Región del Ruhr	4.900.000	Daca, Bangladés	14.930.000
10	Calcuta, India	4.800.000	Calcuta, India	14.283.000

Tabla 3.1. Las 10 aglomeraciones urbanas más pobladas del mundo en 1950 y en 2010.

Fuente: Chandler, 1987; UN, 2011.

La urbanización acelerada ha hecho que la población se concentre en zonas muy pequeñas cambiando la densidad del hábitat humano. Se estima que hoy en día alrededor de la mitad de la población global vive apenas en el 3,6% de la superficie terrestre. Este fenómeno también ha generado un efecto de vaciado en las zonas rurales, cuyos habitantes han migrado hacia las grandes ciudades en busca de una mejor calidad de vida y de las mayores oportunidades que ofrecen las ventajas de la aglomeración.

En palabras de Cano Orellana (2008), este cambio originó “en primer lugar, el tránsito de un metabolismo circular, que cerraba los ciclos naturales, a un metabolismo lineal que los deja abiertos. Este proceso, característico de la sociedad industrial, ha dado origen al problema de la escasez de los recursos y al fenómeno de la acumulación de los desechos. Uno de los aspectos más vistosos y engorrosos, en la sociedad del usar y tirar, de los resultados de la transformación y uso de los bienes en la vida urbana lo constituyen los residuos sólidos. En segundo lugar, los modernos asentamientos humanos han consagrado el divorcio existente entre localizaciones geográficas y localizaciones ecológicas. Esto es, el lugar donde habitamos cada vez se distancia más de aquellos lugares desde donde obtenemos los recursos y de aquellos otros donde vertemos los desechos que generamos”.

“Esto último anticipa otro aspecto asociado a los problemas ambientales presentes y futuros. Esto es, junto a la concentración en grandes urbes, especialmente en los países pobres, se observa un despoblamiento importante de vastas áreas territoriales. Se puede producir, entonces, una crisis demográfica derivada de no tanto de un incremento ilimitado de la población sino más bien de un descenso importante de ésta en determinados lugares. De este modo, los movimientos migratorios en el sur y desde el sur, acentuado por los efectos previsibles del cambio climático, se unen a dinámicas demográficas desequilibradas. No es sólo un flujo de población de las áreas más depauperadas del Planeta, que combinan los efectos pull y push, hacia las megalópolis del “sur” y las áreas urbanas del “norte”; es, también, la despoblación de una parte importante de los territorios de los países más desarrollados. Esta tensa relación entre actividad humana y naturaleza, entre el singular modo de asentamiento que hemos desarrollado los seres humanos en los últimos doscientos años y el progresivo deterioro ambiental se puso de manifiesto en la primera Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Cumbre Mundial de la CNUMAD) celebrada en Río de Janeiro en 1992. Durante su desarrollo Maurice Strong, Secretario General de la Cumbre, afirmó que «la batalla por la sostenibilidad se ganaría o perdería en las ciudades». Desde entonces, las diferentes agendas desarrolladas desde distintas instancias internacionales han establecido una estrecha relación entre la dinámica urbana y los actuales desarreglos planetarios. Se asume, pues, la necesidad del tratamiento de lo urbano para hacer frente tanto a los problemas de ingobernabilidad social como de sostenibilidad ambiental” (Cano, 2008).

La creciente transformación de los asentamientos humanos derivada de la concentración de la población en grandes ciudades y de la organización del espacio a su alrededor como motor y nodo de la región, modificó la relación sociedad-naturaleza, haciéndola

cada vez más tensa o lo que es lo mismo, volviéndola menos sostenible y rompiendo el vínculo vivencial entre los seres humanos y la naturaleza, que incorporaba en la vida cotidiana tradicional, la percepción clara de los límites y cambios de la oferta ambiental.

Pero la ciudad no se asienta en un contexto aislado, vive, se desarrolla e interactúa con la región que la rodea, de la cual recibe diversos insumos y beneficios, en especial los bienes y servicios ambientales, que la hacen posible. Además la región recibe los impactos ambientales que causan las diversas actividades socioeconómicas que se realizan en ella y en su entorno. La Huella Ecológica de la ciudad puede tener unas dimensiones espaciales muy considerables, generadas por sus necesidades de bienes y servicios ambientales y por los recursos e insumos que requiere para su funcionamiento.

Esta relación de dependencia e interacción de la ciudad con el territorio que la circunda, da origen a la necesidad de articular los objetivos, políticas, instrumentos de planificación y los recursos, mediante nuevas formas de gestión en un espacio supramunicipal, que permita tratarlos de manera equitativa y sostenible para la región y para la ciudad. Para buscar este objetivo se han generado diferentes definiciones territoriales funcionales como las zonas metropolitanas, asociaciones de entes territoriales como las regiones administrativas y de planificación y muchas otras, que pueden variar de acuerdo con la temática que se pretenda cubrir, los problemas que se busque solucionar o los proyectos que se piense desarrollar.

En lo que respecta al agua, el fenómeno de la concentración de la población y las actividades socioeconómicas en espacios reducidos, ha hecho que el acelerado crecimiento de la demanda haga necesario el desarrollo de nuevas fuentes, lo que ha implicado ejecutar proyectos cada vez más lejanos de los sitios de consumo que implican grandes inversiones para su desarrollo. Además, la concentración de la población ha hecho que la producción de aguas residuales y otros impactos ambientales derivados de las actividades socioeconómicas sobre los sistemas hídricos se concentren, generando bolsas de alta contaminación que superan la capacidad natural de recuperación de los ecosistemas y la transformación y el deterioro del sistema hídrico natural superficial y subterráneo.

En las zonas suburbanas el espacio también se ha transformado, pasando de tener un carácter rural a convertirse en el lugar de localización de actividades derivadas de la ciudad, como rellenos sanitarios y plantas de tratamiento de aguas residuales. A distancias un poco mayores también han cambiado los usos del suelo pasando de rurales, a servir de

asiento a actividades industriales y recreacionales y a proyectos habitacionales dispersos que buscan ventajas económicas o mejoras en la calidad de vida “campestre”, con los altos costos sociales y ambientales que este tipo de desarrollos implica.

Sistema lógico para aplicar la GIRH como apoyo a la sostenibilidad territorial

La materialización de la sostenibilidad territorial implica definir lo que la sociedad espera hacia el futuro para el territorio en que se asienta, mediante la formulación de estrategias para orientar el logro de los objetivos planteados y su desarrollo, mediante programas y planes de acción basados en el concurso y la cooperación de todos los grupos de interés y de la población en general.

El estudio de las muy variadas propuestas resultantes de análisis realizados en diversas partes del mundo sobre la articulación de la gestión integrada del agua y el ordenamiento del territorio y los usos del suelo, pueden sintetizarse en el logro de unos objetivos mediante estrategias y programas, que permitan generar planes, proyectos y acciones específicas en busca de la sostenibilidad del territorio, como se indica en seguida.

Debe destacarse una vez más, que la naturaleza compleja de la gestión territorial y de la gestión del agua, hace que estos objetivos, estrategias, programas y planes de acción no sean elementos aislados y lineales, sino que formen una red de interacciones entre los diversos componentes, que debe dar como resultado la integración y la articulación de las variables que conforman las dinámicas territoriales para la sostenibilidad.

A continuación se presenta una síntesis de los componentes de la gestión del agua que se consideran más relevantes para lograr la sostenibilidad territorial hasta el nivel de las estrategias. En el Capítulo 5, numeral 5.1.2 se presentan programas seleccionados que se consideran más relevantes para la GIRH.

Objetivo General:

- Utilizar la Gestión Integrada del Agua, como un factor determinante para apoyar la sostenibilidad territorial.

Objetivos Específicos:

- Garantizar la disponibilidad de agua en cantidad suficiente, para satisfacer las necesidades de la sociedad y de los ecosistemas.
- Garantizar la calidad de la oferta de agua para satisfacer las condiciones necesarias para los diversos usos sociales y naturales del agua.
- Orientar la adopción de formas y procesos de desarrollo enmarcados dentro de los límites y capacidades de la base natural que los hace posibles.
- Prevenir los riesgos sobre el recurso hídrico generados por el cambio climático y las actividades insostenibles y adaptarse a ellos.

Estrategias y programas:

• Articular la gestión del agua con las estrategias de desarrollo territorial y sectorial.

El propósito de esta estrategia es utilizar la planificación y la gestión del agua como factores determinantes del ordenamiento del territorio y de los usos del suelo, otorgándole un carácter supramunicipal que responda a una visión regional.

• Contribuir a la adopción de formas y procesos sostenibles de desarrollo.

El objetivo de esta estrategia es minimizar los impactos del desarrollo en la cuenca, planeando y diseñando los proyectos de manera que reduzcan su impacto ambiental y definir los usos del suelo buscando prevenir y mitigar los impactos de estos proyectos sobre la salud de los ecosistemas de la cuenca y sobre el agua.

• Conservar y restaurar la infraestructura verde.

La estrategia busca mantener la cantidad y la calidad de la oferta de bienes y servicios ambientales que proveen los ecosistemas, en general y en particular aquellos relacionados con el agua.

• Desarrollar la infraestructura y la capacidad institucional para gestionar el agua.

La estrategia busca aprovechar las fuentes de agua y su almacenamiento, transporte, distribución y tratamiento, mediante la provisión de infraestructura eficiente y de bajo impacto, que maximice su cantidad y mejore su calidad.

• Difundir conocimiento y tecnologías para el uso eficiente y racional del agua.

Esta estrategia busca reducir el consumo de agua y mejorar su calidad mediante la generación de conocimiento y la difusión de información a los usuarios del agua sobre su estado en el territorio y su capacitación en el uso racional del agua.

• Aplicar instrumentos de gestión del agua económicos y financieros.

Esta estrategia busca promover el cambio de comportamiento de los usuarios del

agua para estimular su uso eficiente y sostenible y generar los recursos financieros para desarrollar los planes de acción formulados participativamente para el aprovechamiento sostenible del agua.

• Formar y consolidar capital social.

Esta estrategia busca fortalecer la aplicación de la GIRH y su articulación con las estrategias de desarrollo territorial y sectorial. Mediante la participación informada y positiva de los diversos actores del agua en la definición de metas y en la ejecución de planes de acción concertados y compartidos.

Las relaciones entre los componentes del sistema lógico propuesto

La Figura 3.1 presenta de manera simplificada como se relacionan los diferentes componentes del esquema lógico propuesto para utilizar la GIRH como un factor de apoyo a la sostenibilidad territorial, destacando la interdependencia y la integralidad existentes entre los objetivos específicos y las estrategias y programas planteados para lograrlos, como corresponde a la complejidad de la gestión sostenible del territorio.

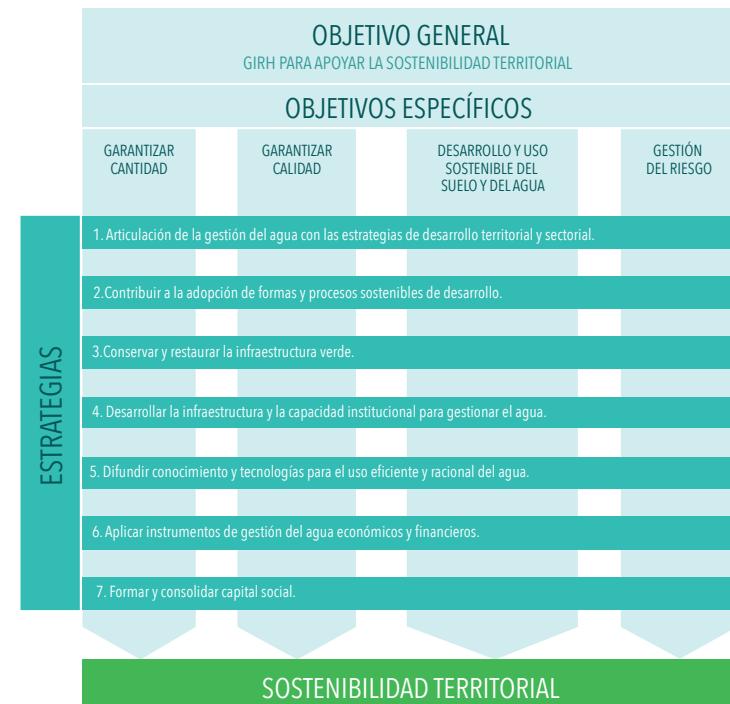


Figura 3.1. Las relaciones entre los componentes del sistema lógico.

Fuente: Elaboración propia.

Modelo operacional para la gestión sostenible del territorio y el agua

La GIRH como apoyo para la sostenibilidad territorial implica tener muy claros los objetivos buscados y las estrategias, programas, recursos y la institucionalidad para lograrlos. Además es indispensable contar con un modelo operacional que permita integrar y articular todos estos componentes para que funcionen de manera sistémica e integrada, superando la gestión lineal y aislada tradicional.

La aplicación de un modelo innovador y articulador que responda a la complejidad de la GIRH y de su empleo como herramienta para la sostenibilidad territorial, implica necesariamente una fuerte voluntad política para cambiar las formas de gestión tradicionales por otras novedosas y generar cambios culturales en las actitudes y los comportamientos de los diversos actores.

Como resultado de las investigaciones realizadas sobre este tema y el análisis de diversas experiencias exitosas en diversos países, se han identificado dos criterios esenciales para proponer un modelo operacional que permita cumplir eficazmente con el propósito buscado.

En primer lugar la **Planificación Participativa**, que permite generar una visión subramunicipal, democrática y consensuada de los objetivos y metas que la sociedad espera con la aplicación de la GIRH para la sostenibilidad territorial y establecer las estrategias y programas acordados para lograrlos, los cuales se plasman en un Plan Director de largo plazo. Estos acuerdos deben generarse, desarrollarse, legitimarse y aprobarse por los diversos actores del agua, articulando y complementando las funciones, planes y recursos y capacidades de las diversas entidades y fomentando la cooperación y el uso racional del agua entre sus diversos usuarios tanto públicos como privados. El desarrollo y la ejecución de los programas que establece el Plan Director se realiza mediante la formulación y desarrollo de Planes de Acción de más corto plazo, que están conformados por los proyectos y acciones priorizados mediante acuerdos entre los actores del agua.

En segundo lugar, el criterio denominado **Gestión Financiera Integrada** que se basa en la orientación de la utilización efectiva de los instrumentos existentes para lograr la gestión integrada del agua. Los instrumentos de regulación directa como las concesiones y permisos de vertimiento hacen posible controlar la cantidad y la calidad del agua y los económicos, como las tasas, basados en los principios de que el que usa y contamina paga

y de que el agua financia al agua, son herramientas poderosas para dar a los usuarios las señales apropiadas para que la usen sosteniblemente, modificando y orientando su comportamiento.

Los anteriores instrumentos complementados con esquemas tarifarios equitativos y realistas hacen posible generar los recursos para impulsar y cofinanciar los programas, proyectos y acciones prioritarios, acordados participativamente por los actores del agua en el Plan de Acción y son una poderosa herramienta para propiciar la cooperación entre ellos, articulando sus recursos propios y complementándolos con los producidos por la aplicación de los instrumentos económicos y financieros.

La disponibilidad de recursos financieros generados por todos los usuarios que permitan cofinanciar proyectos incluidos en el Plan Acción, definidos de acuerdo con sus mandatos legales y sus intereses, es la herramienta fundamental para establecer la articulación y la cooperación entre las instituciones y entre los usuarios, superando su aislamiento institucional tradicional.

Es importante destacar que el modelo operacional que se propone tiene un carácter dinámico e iterativo, pues se debe operar como un ciclo de mejoramiento continuo, en el que los nuevos conocimientos e informaciones sobre el agua, unidos a la retroalimentación de los resultados del monitoreo de sus condiciones reales de cantidad y calidad, así como el seguimiento del desarrollo y los resultados de los proyectos y acciones previstos en el Plan de Acción, suministran los elementos para ir ajustando periódicamente las metas y los planes con un enfoque adaptativo y flexible.

En la Figura 3.2 se presenta un diagrama del modelo operacional que se propone y una descripción general de su funcionamiento. Como puede apreciarse el modelo está enmarcado por los principios, normas, políticas y planes nacionales y regionales para la gestión del agua y el desarrollo territorial. Lo anterior implica que en desarrollo del Principio de Gradación Normativa, los planes municipales y regionales deben respetar el carácter superior y la preeminencia jerárquica de las normas y planes dictados por autoridades y entes de jerarquía superior bien sea por su jerarquía institucional o por el mayor ámbito de su jurisdicción territorial. El modelo propuesto está constituido por una serie de etapas alimentadas por procesos que deben desarrollarse para lograr el objetivo último; la sostenibilidad territorial.

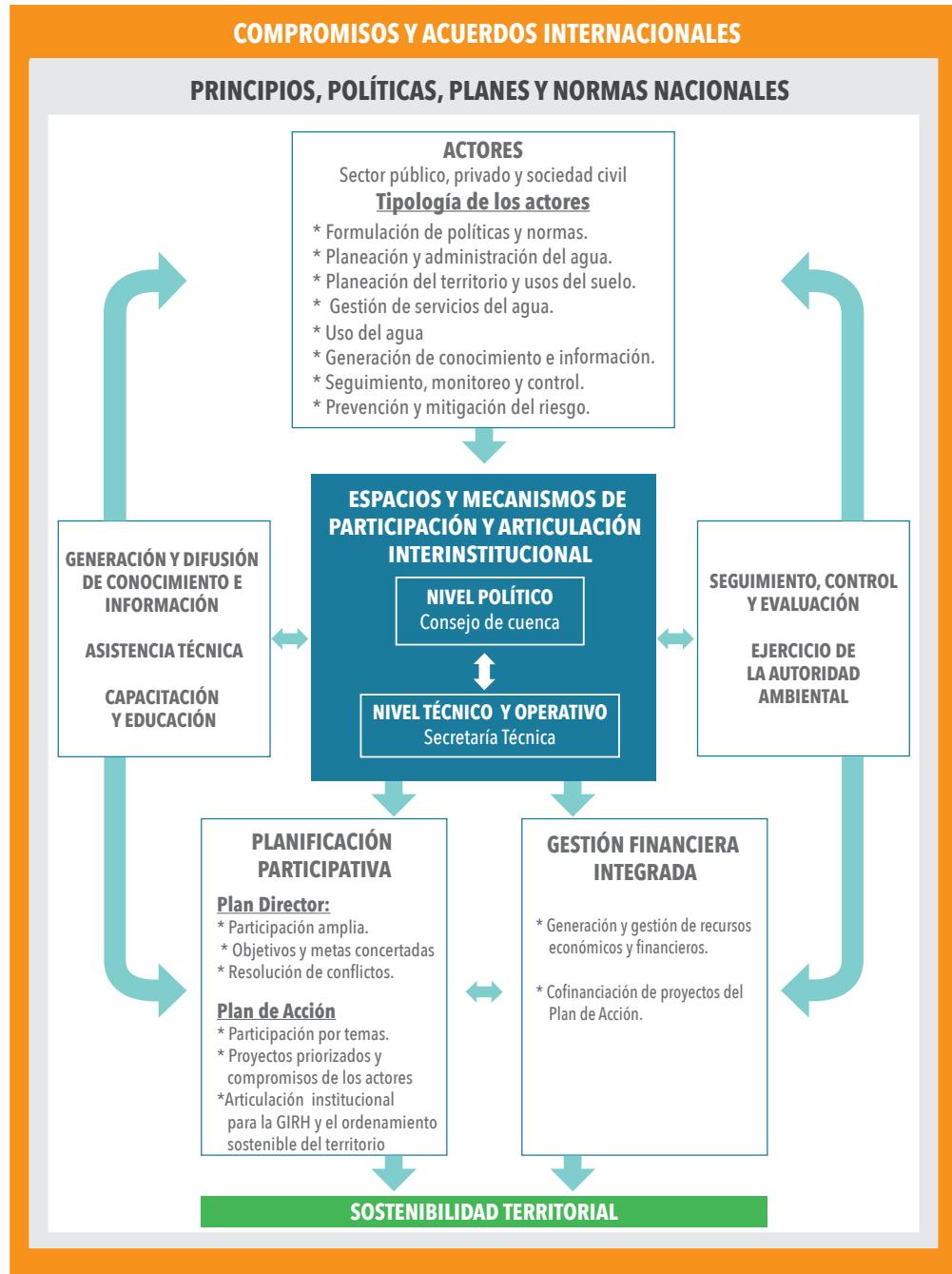


Figura 3.2. Modelo operacional para la GIRH y la sostenibilidad territorial.

Fuente: Elaboración propia.

La aplicación del modelo operacional implica previamente a su puesta en marcha una decisión fundamental; la delimitación y la caracterización del territorio donde se pretende implantar. Esta delimitación responde al hecho de que, como queda dicho, cada caso de aplicación de la GIRH es un caso sui generis, en razón que cada cuenca constituye un territorio único y por tanto, cada caso de delimitación es una función de las características, atributos y condiciones naturales y sociales propias del territorio en el que se busque aplicar el modelo operacional.

La delimitación del territorio no es un ejercicio sencillo, ya que su definición es un resultado de los propósitos que se busquen. Es decir, que no existe una delimitación que sea la única o la mejor para todos los efectos, puesto que la delimitación territorial con un propósito específico, como por ejemplo la competitividad regional puede no ser adecuada para la gestión del agua o para la conservación de la base natural.

Para la delimitación del territorio en el caso de la gestión sostenible del agua se deben utilizar diversos criterios que parten de la consideración de la cuenca hidrográfica como unidad natural para la planificación y la gestión. Este criterio estructurante recibe el nombre de criterio hidrológico. Sin embargo, generalmente los límites de la cuenca no coinciden con la jurisdicción de los entes territoriales. Pero estos, y en especial los municipios son la unidad básica para la gestión del estado y por tanto es indispensable combinar el criterio hidrológico, con el criterio político administrativo, lo que da origen a un territorio conformado por los entes territoriales que tengan una vinculación directa con la cuenca o con captaciones de agua que fluyan hacia ella.

Pero lo anterior puede no ser suficiente, puesto que para proteger y restaurar la estructura ecológica y sus ecosistemas productores, reguladores y generadores del agua que abastece la cuenca, puede ser necesario incluir además de los anteriores criterios de delimitación el criterio ecosistémico, ya que los ecosistemas de interés para la GIRH pueden extenderse por fuera de la cuenca y de los límites de los entes territoriales que la conforman.

De esta manera la delimitación del territorio en el que se aplicará la GIRH articulada al desarrollo territorial, resulta de la consideración conjunta de los tres criterios mencionados con base en el conocimiento que se posea sobre sus características y atributos. Además es necesario tener en cuenta para la delimitación los ciclos hidrológico y de uso del agua, para incluir las captaciones de agua y los vertimientos de aguas servidas.

La identificación y caracterización de los actores del agua que tienen incidencia en el territorio definido, es otra etapa esencial para la aplicación del modelo. El mapa de actores

resultante debe incluir tanto las instituciones públicas que tienen funciones relacionadas con el agua y el ordenamiento del territorio y los usos del suelo, como las empresas y comunidades que prestan servicios de agua y a todos sus usuarios.

La siguiente etapa se refiere a la definición de la manera como se integrará institucionalmente la aplicación de la GIRH, pues como se ha mencionado, su aplicación es una responsabilidad compartida pero diferenciada de todos los actores del agua. El establecimiento y la operación efectiva de los espacios y mecanismos para la interacción de los actores es un requisito esencial para desarrollar la GIRH y poder utilizarla como una herramienta para lograr la sostenibilidad territorial.

El modelo está dinamizado por dos tipos de procesos. Los primeros están relacionados con el conocimiento, la información, la asistencia técnica, la capacitación y la educación. Hay que destacar la importancia crucial del conocimiento y de la información sobre el agua y sobre la cuenca, que deben generar y difundir las instituciones cuya misión sea la de adelantar las investigaciones necesarias para lograrlos. Con ellos se alimentan las etapas que definen la planificación, la definición de metas y los proyectos y acciones para lograrlas. En particular el conocimiento y la información juegan un papel esencial para identificar metas comunes y lograr una participación concreta, clara y proactiva, evitando la tendencia a que se convierta simplemente en “discursiva” y generalista, o como ocurre en muchas ocasiones contestataria o movida por intereses particulares. Por su parte, la educación y la concientización de la población en temas relativos a la importancia del agua y a su utilización racional, son elementos fundamentales para la sostenibilidad del recurso.

La ciencia y el conocimiento cumplen también una función esencial en el manejo de la incertidumbre que han introducido en los escenarios futuros del agua, el cambio climático, los riesgos asociados y los impactos de las actividades insostenibles, como la urbanización de gran escala, la gran minería, la agroindustria y los usos inadecuados del suelo. En otras palabras, la GIRH enfrentada a escenarios inciertos, debe convertirse en una forma de gestión anticipatoria y proactiva basada en el conocimiento y la información.

Como el desarrollo de los proyectos y acciones que conforman el Plan de Acción y sus resultados pueden verse afectados por circunstancias no previstas y están sometidos a la incertidumbre propia de los temas complejos y de fenómenos difícilmente predecibles como los impactos mencionados, es esencial contar con procesos permanentes y confiables de seguimiento, control y monitoreo de los proyectos y acciones definidos en el Plan de Acción, que permitan evaluar la efectividad de su cumplimiento y producir la información

necesaria para realizar los ajustes, de manera que los proyectos y acciones se adapten de la mejor manera posible a un contexto de circunstancias cambiantes, reiterando así el carácter proactivo y flexible que debe tener la gestión sostenible del agua.

Actores de la GIRH y su tipología funcional

Como se ha descrito a lo largo de este trabajo, la participación de los diversos actores interesados en los temas relativos al agua es uno de los elementos fundamental para lograr su exitosa gestión integrada. Sin embargo, la importancia esencial del agua para la vida y para las actividades socioeconómicas, hace que todos sus usuarios y todas las organizaciones que tienen que ver con ella, quieran, con justa razón, tener presencia en los espacios en los que se generan las políticas, planes y decisiones que tienen que ver con su conservación y utilización. Esta enorme diversidad de interesados en los temas relativos al agua, hace que los mecanismos para que pueda darse su participación sean extremadamente complejos y que en muchas ocasiones no existan los espacios necesarios para lograr resultados efectivos basados en la coordinación y la articulación de los diversos intereses y recursos.

La aplicación de la GIRH articulada con las estrategias de desarrollo para lograr la sostenibilidad territorial implica que los diversos actores aporten su conocimiento y experiencia en temas específicos y se aprovechen con mayor eficacia y claridad los espacios y mecanismos para la articulación institucional y la participación social. Para ello es conveniente clasificarlos de acuerdo con los campos y temas en los que cada uno actúa y que participen de acuerdo con su responsabilidad y conocimiento sobre la temática que se busca abordar o para la solución del problema que se busque resolver. La Figura 3.3 muestra las diversas tipologías en los que se pueden clasificar los diversos actores para lograr este propósito.

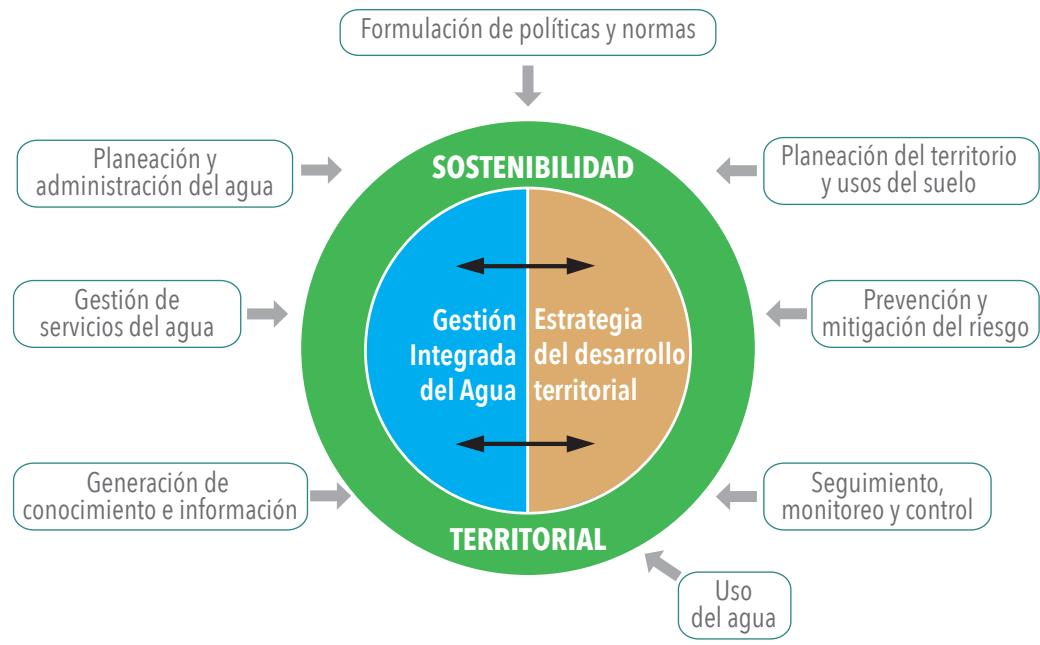


Figura 3.3. Tipología funcional de los actores para la GIRH y la sostenibilidad territorial.

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 3.2 presenta la función principal que desempeñan los actores ubicados en las categorías tipológicas propuestas.

Tipología de los actores	Función principal
Formulación de políticas y normas	Orientación y regulación de la gestión del agua y del territorio.
Planeación y administración del agua	Definición de metas de cantidad y calidad, aplicación de los instrumentos de regulación directa, incentivos económicos e instrumentos financieros.
Planeación del territorio y usos del suelo	Formulación y adopción de los POT, EOT y POMCAS con la inclusión de los Determinantes Ambientales.
Gestión de servicios del agua	Servicios de captación, almacenamiento, potabilización, transporte, acueducto, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, servicios de riego.
Uso del agua	Consumo del agua para los diversos usos.
Generación de conocimiento e información	Producción y difusión de conocimiento e información sobre temas relativos al estado del agua en el territorio en su cantidad y calidad y sobre el estado de los ecosistemas, las coberturas, las amenazas que se prevén y demás características relevantes del territorio.
Seguimiento, monitoreo y control	Ejercicio de la autoridad ambiental y producción de información.
Prevención y mitigación del riesgo	Conocer, prever y gestionar los riesgos de carácter hidrometeorológico que amenazan el territorio y la calidad y cantidad del agua

Tabla 3.2. Tipología de los actores y su función principal.

Fuente: Elaboración propia.

Desde la perspectiva del ciclo del uso del agua también es posible identificar los tipos de actores que intervienen en cada etapa. La Figura 3.4 presenta esta información y permite apreciar la importancia relativa de cada uno por la amplitud y variedad de sus responsabilidades e intereses, dado que algunos de ellos deben tener participación en el planeamiento y la gestión en una o más de las etapas del ciclo.

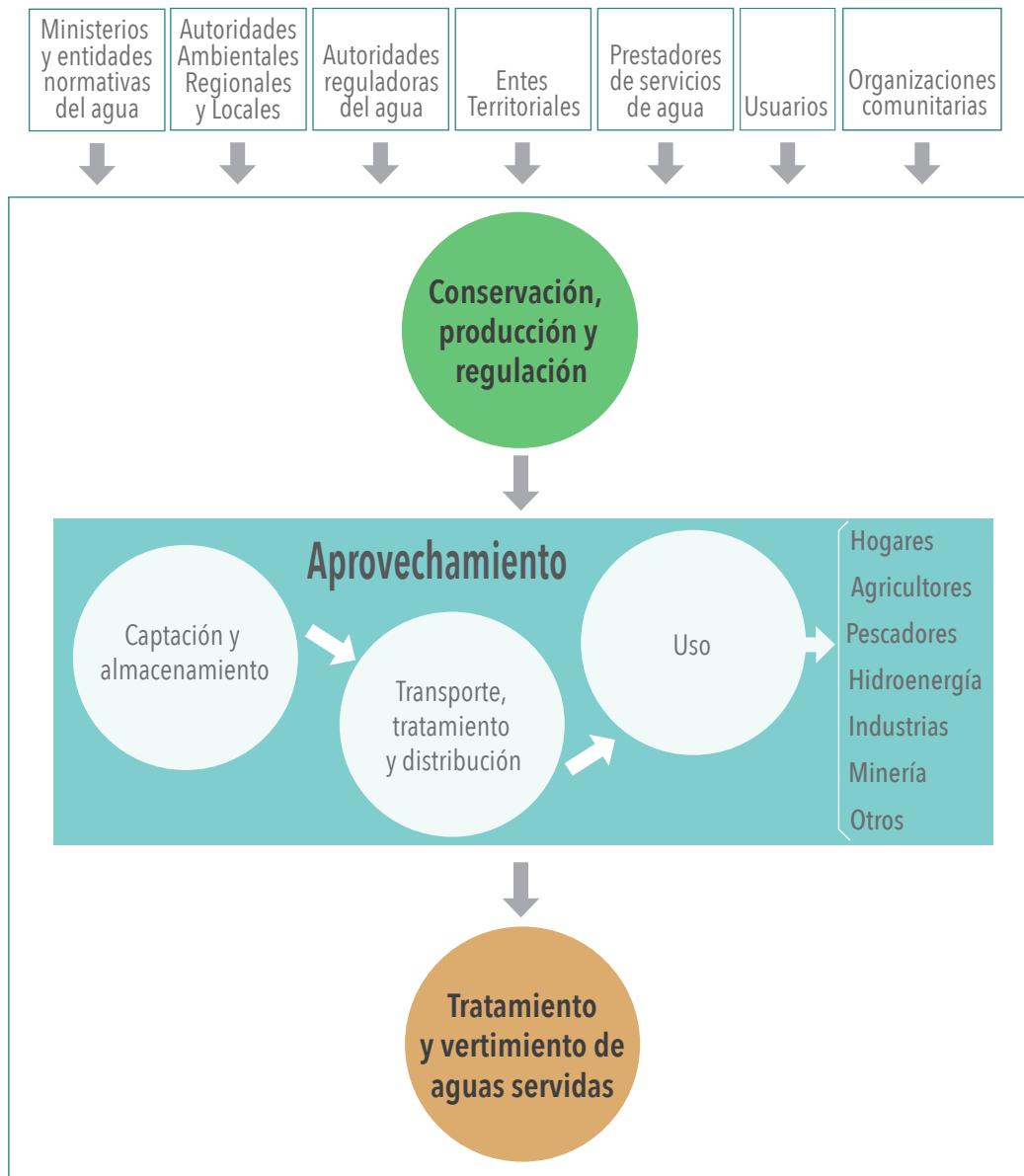


Figura 3.4. Actores en el ciclo del uso del agua.

Fuente: Elaboración propia.

Dadas las particularidades propias de la normativa y la institucionalidad de cada territorio, la aplicación del modelo operativo propuesto implica definir para cada país o región cuales son los actores que deben participar en sus procesos fundamentales, la Planificación Participativa y la Gestión Financiera Integrada, de acuerdo con sus intereses, funciones y competencias y también determinar los espacios y mecanismos en los que su participación y la coordinación de sus capacidades es más útil y valiosa para el logro de los resultados que se buscan.

Los espacios y mecanismos para la articulación y participación de los actores del agua

La experiencia internacional señala que para lograr resultados y acuerdos que permitan desarrollar exitosamente la GIRH como factor de apoyo a la sostenibilidad territorial, la participación de los actores y la articulación y coordinación de las instituciones, deben darse en dos niveles interrelacionados.

En primer lugar debe existir un espacio de tipo político con amplia representación y participación de los actores del territorio, el cual se aprueba un Plan Director de Ordenamiento y Manejo del mismo con una visión regional de largo plazo, que establezca los objetivos y las metas definidos consensualmente. En este nivel aparece con mucha frecuencia la figura de un Consejo de Cuenca o una Comisión de Cuenca, integrado por las instituciones oficiales relacionadas con el agua, los entes territoriales y los usuarios públicos y privados, con una representación equitativa. Este espacio debe servir como escenario para la participación amplia y el intercambio de ideas entre los actores y para la resolución de eventuales conflictos que surjan entre ellos. En cuanto al tipo de papel que se le otorga, la tendencia general es que esta instancia tenga un carácter decisivo en la gestión del agua, al aprobar el Plan Director con los objetivos, metas y estrategias adoptados consensualmente.

Este espacio político, debe complementarse con una instancia técnica permanente de muy buena calidad y alta capacidad operativa, que se encargue de la fluida operación de los dos elementos básicos del modelo; la Planificación Participativa y la Gestión Financiera Integrada. Esta instancia actuará como secretaría técnica de la instancia política y debe preparar el Plan Director, que analice y sintetice las propuestas y acuerdos entre los actores, el cual presentará para aprobación a la instancia política.

Además de contar con el Plan Director, cuyo horizonte se ubica alrededor de los 10 años, la aplicación práctica de la Planificación Participativa debe concretarse y ejecutarse mediante sucesivos Planes de Acción, que cubran períodos más cortos, del orden de 5 años. En estos planes se estructurarán los proyectos y acciones para tratar temas específicos que se deben desarrollar para ir logrando los objetivos y metas de largo plazo definidos en el Plan Director tanto en relación con el agua como con el ordenamiento del territorio, definidos y acordados consensualmente. Naturalmente cada Plan de Acción debe establecer con claridad los compromisos de los actores para compartir y aportar recursos y las metas e indicadores para poder hacer el seguimiento de los resultados de la ejecución del plan.

Sin embargo, es esencial destacar la importancia de que los planes y proyectos preparados por la secretaría técnica se formulen y diseñen aplicando criterios y métodos científicos y técnicos reconocidos y confiables y que la instancia política, que ha fijado los objetivos y metas de largo plazo, no pueda modificarlos sin una clara justificación técnica. Es decir, que el espacio de intervención de esta instancia, esté limitado por los criterios y parámetros basados en el conocimiento y la técnica, sin los cuales la gestión sostenible del agua es imposible.

La instancia técnica debe encargarse además de la generación, recopilación y difusión del conocimiento y la información relativa al territorio y al agua entre los actores, para cualificar su participación y encargarse de la tarea fundamental de adelantar procesos de seguimiento y control de los proyectos y acciones que conforman el Plan de Acción.

Con respecto a la forma de la instancia del nivel técnico y de coordinación y articulación, la gama de figuras que se han puesto en marcha en diversos escenarios es amplia y variada; son frecuentes las agencias del agua, los comités interinstitucionales para cooperación con determinados propósitos, los fondos de financiación, las asociaciones de usuarios y los órganos técnicos de asociaciones de municipios y de regiones por cuencas, creadas para la gestión del agua.

Es muy importante reiterar que la instancia política y la técnica y operativa son interdependientes y que la una sin la otra no pueden operar adecuadamente. Así, no tiene mucha utilidad crear una instancia política sin la capacidad técnica y operativa, como tampoco la tiene contar con una instancia técnica que no cuente con el respaldo y la legitimidad que le otorga la instancia política.

En la práctica la articulación entre las dos instancias se logra mediante un Consejo Directivo de la instancia técnica. Los miembros de este consejo que deben ser del orden

de 5 a 7 personas, la cual los designará entre sus miembros considerando su capacidad técnica y guardando la equidad en la representación de los diversos tipos de actores. El Consejo Directivo es el órgano de orientación y control de la instancia técnica para formular y desarrollar los proyectos y acciones para lograr los objetivos y metas aprobadas por la instancia política. El Consejo Directivo designará al director de la instancia técnica y este a su vez nombrará el equipo técnico correspondiente.

Como puede apreciarse, la indispensable interacción entre la instancia política, con su carácter participativo, deliberativo y aprobatorio y la técnica con su capacidad de planeación y de gestión de recursos, conforma una unidad articulada por el consejo directivo para efectos de la gestión sostenible del agua.

Además, esta interacción debe estar soportada en un mecanismo que permita la gestión financiera integrada, con su respectivo fondo de cofinanciación. Este instrumento debe servir para captar recursos de todos los actores comprometidos; y distribuirlos entre ellos mismos de acuerdo con las prioridades del Plan Director y de cada Plan de Acción aprobado por las instancias pertinentes.

A continuación se sintetizan las características principales que deben tener estos espacios para que su acción conjunta permita aplicar efectivamente la GIRH como una herramienta para la sostenibilidad territorial.

En primer lugar debe dejarse en claro que la instancia política, Consejo de Cuenca y la instancia técnica, Secretaría Técnica, no pretenden remplazar ni competir con las instituciones existentes. Todo lo contrario; lo que buscan es facilitar la coordinación y articulación de sus funciones.

Igualmente es muy importante destacar que los aportes que hagan los diversos actores al fondo común, deben tener carácter voluntario y servir para apalancar y cofinanciar proyectos y acciones de carácter regional que se consideren necesarios para aplicar la GIRH y mejorar la cantidad y calidad de la disponibilidad de agua para los diversos usos.

La implantación del modelo implica cambios en las formas de gestión tradicionales y en las formas de participación, lo que supone un cambio cultural que requiere tiempo suficiente para poder desarrollarse exitosamente.

En cuanto al nivel político (Consejo de Cuenca), las experiencias internacionales exitosas señalan las siguientes características (Dourojeanni, 2012):

- Su propósito fundamental es generar acuerdos y consensos sobre los objetivos y me-

tas que quiere la sociedad con respecto al agua y al territorio. Además debe prevenir y solucionar conflictos y no crear unos nuevos.

- Debe tener capacidad para hacer cumplir los acuerdos y metas acordadas.
- No puede modificar sin el adecuado sustento técnico los planes y propuestas que la Secretaría Técnica le presente para su aprobación.
- La representación de los actores debe ser balanceada y equitativa. En términos generales se encuentra una composición del consejo por tercios, entre los representantes del estado, los políticos regionales y locales electos y los usuarios.
- La participación de los actores en el Consejo debe ser democrática y lo menos jerárquica posible.
- Debe designar de su seno a los miembros del consejo directivo de la instancia de nivel técnico y operativo.

En lo que se refiere al nivel técnico y operativo (Secretaría Técnica) las recomendaciones principales son las siguientes:

- Debe lograr el reconocimiento y la credibilidad de los actores con base en su alta capacidad científica y técnica.
- Debe contar con estándares y criterios de acción que deben ser respetados por los actores para mantener el enfoque de la GIRH y el territorio.
- Debe tener la capacidad de formular el Plan Director, siguiendo los lineamientos generados por el Consejo de Cuenca y someterlo a su aprobación.
- Debe poder formular los Planes de Acción de manera consensuada entre los actores pertinentes, definiendo los compromisos y acuerdos entre ellos y establecer la programación en el tiempo y los presupuestos de los proyectos y acciones mediante cronogramas sucesivos para cumplir las metas del Plan Director y someterlo a la aprobación del Consejo de Cuenca.
- Debe informar y rendir cuentas ante el Consejo Directivo designado por el Consejo de Cuenca.
- Debe recopilar y difundir información para los usuarios e interesados en la formulación del Plan de Acción.
- Debe disponer y difundir entre los actores del agua el conocimiento y la información para que su participación sea lo más fundamentada y concreta posible.
- Debe disponer de un presupuesto estable y suficiente para mantener su operatividad con alta capacidad técnica.

- Dado que el modelo operacional propuesto tiene carácter dinámico e iterativo, las estrategias, proyectos y acciones priorizados que conforman el Plan de Acción deben ir cambiando con el tiempo, bien sea por que no pudieron realizarse y deben ajustarse, o por que los resultados buscados se van obteniendo, dando así paso a nuevos objetivos que permitirán avanzar y refinar el proceso de acercarse paulatinamente a la sostenibilidad territorial.

La Figura 3.5 presenta esquemáticamente los anteriores planteamientos y muestra las estrechas relaciones entre las instancias política y técnica, así como los procesos que dinamizan su funcionamiento. El primero de ellos, tiene por objeto la generación de conocimiento e información sobre el territorio y el agua, para cualificar y hacer más preciso y eficiente el funcionamiento de los espacios político y técnico y facilitar la coordinación y la articulación interinstitucional al aumentar la sensibilidad y nivel de educación y de capacitación de los actores con respecto a la importancia del agua y su gestión sostenible. El segundo proceso dinamizador corresponde al impulso y consolidación de procesos de seguimiento, evaluación y control, con el objetivo de alimentar y cualificar permanentemente la participación y la articulación mediante el monitoreo del estado del agua y del territorio y de los avances y dificultades en la ejecución del Plan de Acción y el Plan Director.

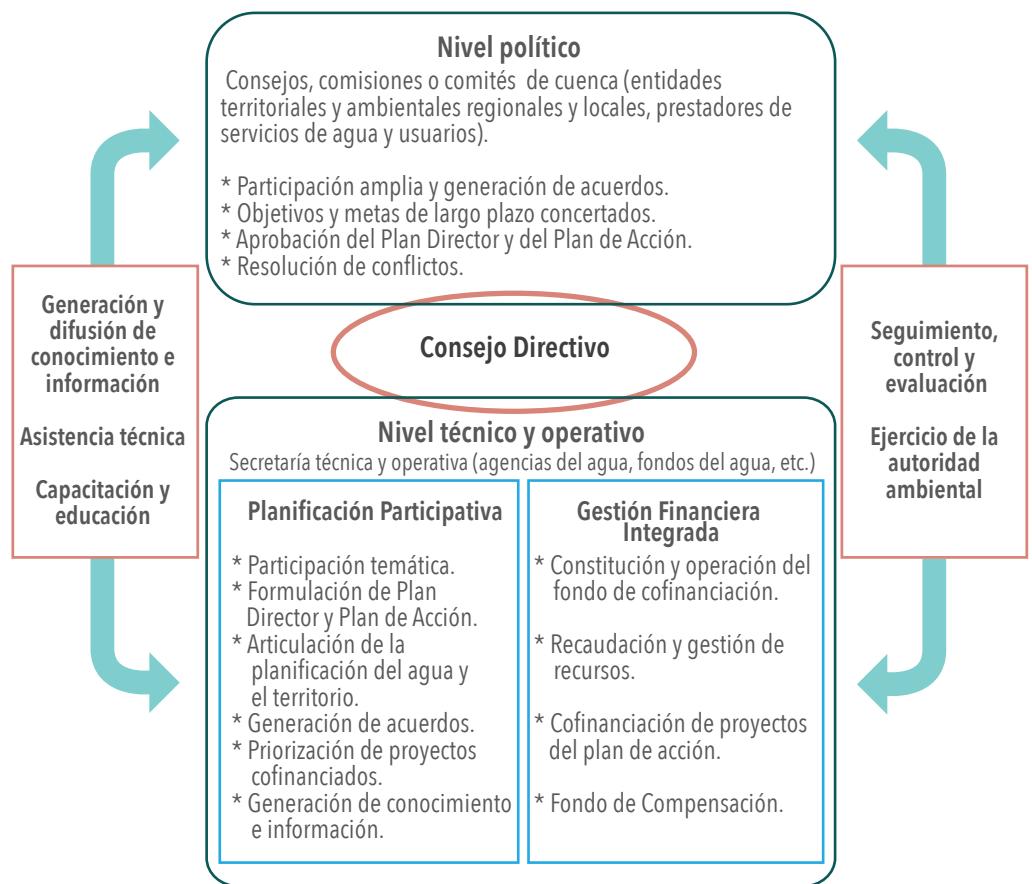


Figura 3.5. Espacios y mecanismos de participación y articulación interinstitucional.

Fuente: Elaboración propia.

Instrumentos para la gestión del agua: regulación directa, señales económicas y mecanismos de financiación⁷

Los recursos hídricos son bienes públicos porque si están disponibles para alguien, están disponibles para todos. Sin embargo, no son bienes públicos puros, ya que cada vez que un usuario hace uso de ellos, por ejemplo, para usar el agua de acuerdo a sus necesidades o para verterla al cuerpo de agua como receptor de desechos, termina limitando las posibilidades de

7. Guillermo Rudas Lleras es el autor de este numeral.

uso por parte de otros usuarios potenciales, o excluyéndolos de su uso. Esta clase de bienes, cuando tienen libre acceso y no están sometidos a regulación o control que restrinja su uso, terminan sometidos a lo que Hardin (1968) denominó la tragedia de los bienes comunes, en la que cada usuario busca satisfacer sus necesidades al máximo, pero ante la ausencia de regulación y control, termina agotando la posibilidad de que otros, e incluso él mismo, puedan seguir haciéndolo en el futuro. En síntesis, no solo es cierto que, si están disponibles para uno, están disponibles para todos; también lo es que si se agotan para uno, terminan agotándose para todos. Evitar esta situación es el reto de la gestión sostenible del agua.

Ante las dificultades de definir y ejercer derechos de propiedad individual sobre el agua en su fuente natural, los estados generalmente por decisión de política pública, optan por considerarla como un bien público y en consecuencia, definen una institucionalidad especial para su administración. Para hacerlo existen en general tres tipos de instrumentos de gestión que pueden y deben aplicarse de manera combinada: normas de regulación directa de cantidad y calidad del agua, para controlar su limitada disponibilidad y proteger las cuencas abastecedoras; incentivos para motivar un uso racional del agua, para evitar su agotamiento y mantener su calidad; y mecanismos financieros para generar recursos adecuados para implementar la GIRH.

La regulación directa establece controles sobre el uso del agua y del suelo. Un ejemplo de estos instrumentos son las concesiones que definen la cantidad que puede ser empleada por cada usuario para un uso determinado, con la que el administrador establece un sistema de autorizaciones de captación para cada usuario, restringiendo el uso del agua hasta el caudal autorizado. Igualmente operan los permisos de vertimientos, que obligan a retornar al sistema natural las aguas servidas en condiciones de calidad determinadas, mediante un permiso que las establece, o estipula los procesos de tratamiento a aplicar antes de realizar el vertimiento. La regulación directa también se aplica para ordenar el uso del suelo en el territorio, estableciendo áreas protegidas y restricciones para evitar la degradación de las fuentes de agua.

Pero además de la regulación directa se deben aplicar instrumentos de gestión que incentiven un uso racional del recurso, aplicando el principio de quien usa y contamina el agua, paga. Este tipo de incentivos envía una señal económica al usuario del agua tomada de la fuente natural, o del servicio que presta el cuerpo receptor, indicándole con claridad que estos recursos tienen un valor económico que debe ser pagado de manera proporcional a la magnitud de su uso. Se envía de esta forma una señal inequívoca de que resulta más favorable para la actividad económica usar racionalmente el agua, no solamente porque se tenga conciencia ambiental o existan normas que fijen determinados límites, sino también porque un uso ra-

cional reduce los costos de producción y mejora la rentabilidad de la actividad productiva.

Los instrumentos de regulación directa establecen parámetros determinísticos de uso del recurso y son de obligatorio cumplimiento. La autoridad, con base en su conocimiento técnico de la disponibilidad de la fuente de agua, de la capacidad de asimilación del cuerpo receptor y de las relaciones complejas entre el uso del suelo y el comportamiento del recurso, fija los límites que a su juicio, garantizarían el uso balanceado de un recurso que por su propia naturaleza es limitado. Es decir, define reglas de uso del agua que buscan garantizar su aprovechamiento sostenible, para obtener el mayor provecho en el largo plazo, satisfaciendo en el mayor grado y dentro de los límites posibles, las necesidades de los distintos usuarios, evitando así los desequilibrios del entorno natural que generaría su uso incontrolado. Son normas definidas por la autoridad gestora del recurso, con base en solicitudes formuladas por los usuarios que se concretan en medidas de obligatorio cumplimiento por estos, dentro de los parámetros establecidos por la autoridad. Para establecerlas se requieren exigentes niveles de conocimiento, tanto del recurso mismo, como de las posibilidades de cumplimiento por parte de cada uno de los usuarios, para llegar a decisiones que no comprometan de manera significativa los distintos usos y permitan un máximo bienestar en función del interés colectivo.

En contraste, los incentivos económicos son mucho más flexibles. Se establecen mediante la determinación por parte de la autoridad, de un precio o tasa por unidad del recurso usado, bien sea la cantidad de agua captada o las unidades de sustancia contaminante vertidas, para que el usuario pague un valor total en función de la cantidad empleada de acuerdo con su propia decisión, o alternativamente, se otorgan permisos de uso, limitados en su cantidad de manera similar a la que sucede con la regulación directa, pero transables entre los distintos usuarios, del tal forma que los puedan reasignar entre ellos de manera voluntaria, de acuerdo con sus necesidades y preferencias específicas. De esta manera, se otorga una mayor flexibilidad a los usuarios del recurso sin renunciar a las metas agregadas sobre su uso, determinadas por la autoridad reguladora.

En el caso del establecimiento de un precio o tasa definidos por el regulador y no por el mercado, es posible fijar inicialmente una tarifa relativamente baja y una meta de reducción de la cantidad de agua captada o de los vertimientos realizados. Si en un plazo determinado no se cumple con esta meta, se elevan progresivamente las tarifas para incrementar el efecto sobre los costos de producción y aumentar el incentivo a usar más racionalmente el recurso⁸.

8. Este instrumento fue propuesto por Baumol & Oates (1971), dando respuesta a los argumentos de Coase (1960) sobre la imposibilidad de determinar una tasa pigoviana que refleje adecuadamente los costos de la externalidad ambiental. Los autores retoman esta propuesta en Baumol & Oates (1988) bajo el sugestivo título de Efficiency without optimality: the charges and standards approach (pp. 159-176).

En el segundo caso, el de los permisos transables, la autoridad distribuye entre los usuarios un número de permisos que en total lleguen al valor máximo que busca la autoridad como meta, entendido como el máximo caudal concedionado en toda la cuenca, o el máximo volumen aceptable de vertimiento de cargas.

Al permitirse la transacción de estos permisos, los usuarios terminan reasignándolos entre sí, adecuándose a los requerimientos específicos de cada uno de ellos, pero manteniendo las cantidades totales establecidas por el regulador. De esta forma la autoridad sólo tiene que fijar metas agregadas, sin necesidad de establecer límites inflexibles a cada uno de los usuarios. Aplicando estos incentivos económicos, cada usuario termina usando la cantidad del recurso que más le conviene, dependiendo del precio que establezca la autoridad, en el caso de las tarifas incrementales, o del precio que fija el mercado de permisos, en el caso de los permisos transables, pero todo ello, claro está, en función de los objetivos que se plantee el planificador⁹.

Los niveles de flexibilidad y los requerimientos de información marcan dos grandes diferencias entre los instrumentos de regulación directa y los incentivos económicos. En efecto, para establecer una concesión de agua, un permiso de vertimiento o un área protegida, se requiere un proceso de negociación entre la autoridad y el usuario, para fijar un límite que termina siendo bastante inflexible. Por ejemplo, cuando la autoridad quiere otorgar concesiones y permisos de vertimiento bastante restrictivos, porque dispone de un caudal limitado que tiene que distribuir entre los distintos usuarios, estos tienen un fuerte incentivo para solicitar autorización de uso del agua, o de vertimientos contaminantes, por encima de lo que realmente requiere, para evitar eventuales restricciones futuras. El problema es que generalmente existe una marcada asimetría en la información, que lleva a que las decisiones finales sean poco confiables.

Por el contrario, al establecer una tarifa única para todos los usuarios, será cada uno de ellos quien tomará la decisión voluntaria de cantidades de uso, de acuerdo con su propia disponibilidad de recursos técnicos y económicos. La autoridad puede concentrar sus esfuerzos en hacer seguimiento a los resultados agregados, sin tener requerimientos de información técnica y económica de detalle de cada uno de los usuarios, quienes generalmente la manejan de manera confidencial.

Otra ventaja de los instrumentos económicos sobre la regulación directa se refiere a la capacidad de los primeros de fortalecer financieramente a la autoridad ambiental. En con-

9. Este sistema de permisos negociables fue originalmente propuesto por Dales (1968) y desarrollado con más detalle por Baumol & Oates (1988).

traste con los instrumentos de regulación directa, los cuales requieren cubrir sus costos de operación, regulación y control con recursos obtenidos de otras fuentes, las señales de precio cumplen una doble función; incentivan un uso razonable del agua o de los cuerpos receptores y adicionalmente, generan recursos para la autoridad, fortaleciendo su capacidad de operación como entidades de regulación y control, así como su capacidad para financiar diversas acciones de gestión del agua.

Algo similar al costo de aplicar regulación directa sucede con otro tipo de incentivos económicos; los subsidios al ahorro del agua y a hacer vertimientos más limpios. Es posible que envíen una señal adecuada al usuario al premiar el uso eficiente del agua y de los vertimientos, pero tienen una limitación intrínseca, relacionada con la disponibilidad de recursos de las entidades públicas, ya que su aplicación implica un costo a su cargo. Es el caso, por ejemplo, de los incentivos tributarios a quienes tomen decisiones de conservación de cuencas hidrográficas, o de instalación de procesos que ahorren agua o disminuyan la contaminación. Si bien pueden generar efectos ambientales positivos, tienen límites operativos especialmente en situaciones de déficit fiscal.

A pesar de los alcances y la efectividad de los incentivos económicos para propiciar un uso más eficiente del agua, existen situaciones en donde estos instrumentos son muy riesgosos y no deben ser aplicados. Es el caso, por ejemplo, de la regulación de vertimientos de sustancias de alta toxicidad o en el del uso de aguas con niveles de contaminación muy elevados, para los sistemas de acueducto para consumo humano. En ellos, dada la alta peligrosidad para la salud humana y la de los ecosistemas, no es pertinente aplicar instrumentos que como los de las tarifas incrementales, buscan una aproximación sucesiva a las soluciones óptimas aplicando métodos de ensayo y error. En este tipo de casos, estos métodos no son aplicables. Debe recurrirse entonces, sin excepción, a prohibiciones absolutas y no a señales económicas con considerables niveles de incertidumbre, prohibiendo absolutamente ciertas acciones, lo que conceptualmente equivaldría a cobrar una tarifa infinita por su uso y por tanto imposible de ser pagada.

En relación con el desarrollo territorial es importante incorporar tanto los instrumentos de regulación directa como los incentivos económicos, dentro de las estrategias de ordenamiento territorial. Unos y otros se constituyen en señales para incentivar los usos del suelo más deseables y desincentivar aquellos que sean menos compatibles con un ordenamiento sostenible del territorio. Este aspecto es de especial relevancia, dado que todas las actividades de ocupación y uso del suelo tienen un factor común; requieren agua. La administración y gestión sostenible del agua, vía regulación directa o aplicando incentivos económicos, se

constituye entonces en un instrumento de especial fortaleza para inducir un uso eficiente del suelo y un desarrollo sostenible del territorio.

La compleja red de relaciones entre los instrumentos de regulación directa que se enfocan en las normas de uso del agua y de los servicios que prestan los ecosistemas, con los instrumentos económicos que se orientan a incentivar cambios de comportamiento en los usuarios de los mismos, puede observarse en el Figura 3.6.

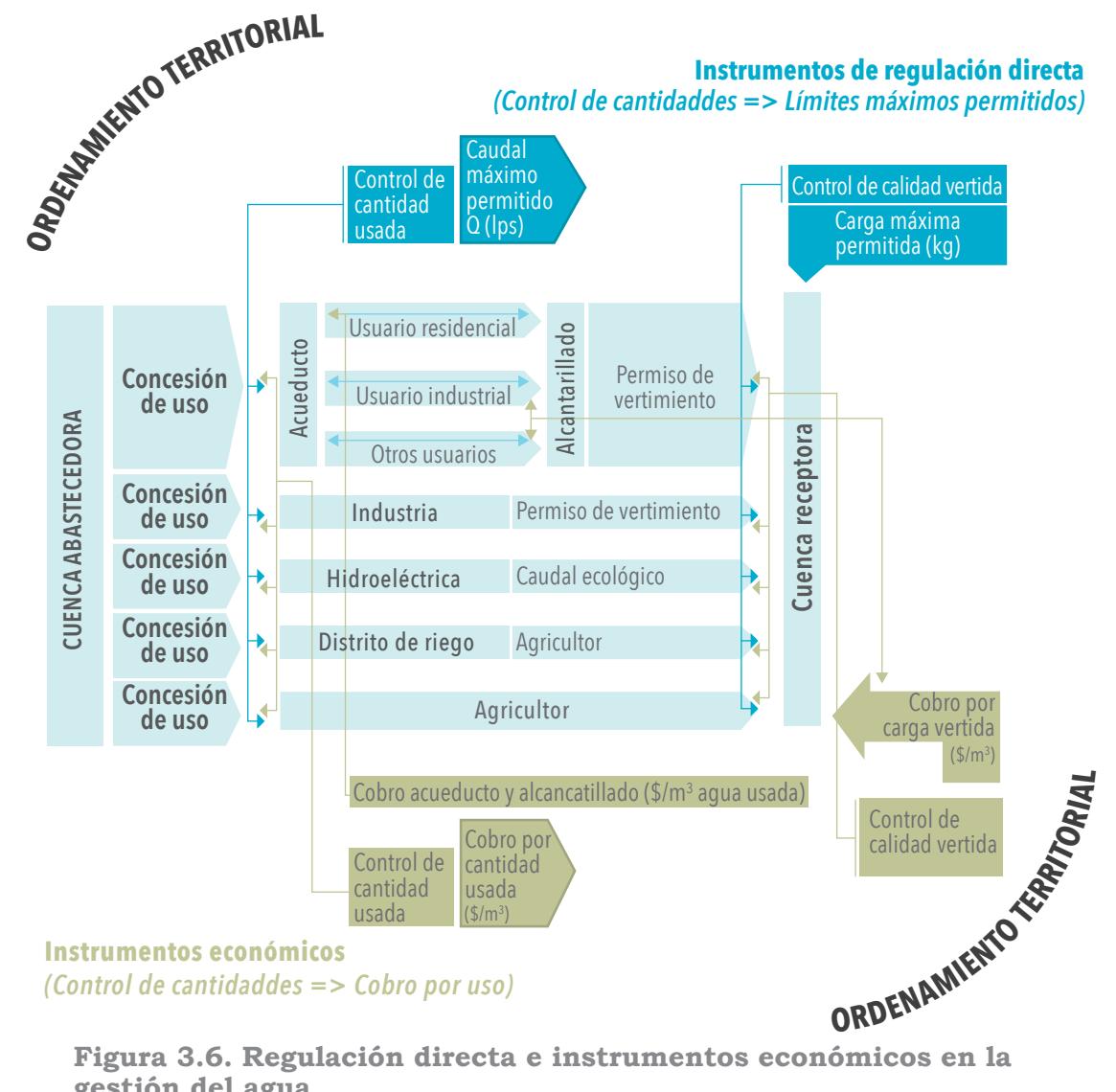


Figura 3.6. Regulación directa e instrumentos económicos en la gestión del agua.

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, es necesario resaltar que en cualquier caso la regulación directa y los incentivos económicos del agua comparten un requisito fundamental; la necesidad de contar con capacidad financiera para ejercer una adecuada vigilancia y un efectivo control por parte del gestor del recurso. Si no hay capacidad de vigilar el cumplimiento de las normas de regulación directa ni de castigar a los infractores de las mismas, dicha regulación termina por ser totalmente ineficaz. Pero, de igual manera, si no hay capacidad de vigilar que los cobros sean efectivamente proporcionales al uso del recurso, ni de cobrar efectivamente los valores causados por este uso, los incentivos económicos aplicados para el cobro de este servicio serán totalmente inefectivos. De allí una conclusión central; el desarrollo de la capacidad institucional es, para todo tipo de instrumentos de gestión, una condición imprescindible para lograr un manejo sostenible del recurso, aplicando el principio de que el agua financia el agua.

Es aquí donde entran a jugar un papel determinante la definición y aplicación de mecanismos de generación de recursos financieros, como condición sine qua non para poder articular de manera consistente los instrumentos de regulación directa y los incentivos económicos hasta aquí analizados.

Los instrumentos de financiación de la gestión integral del agua ya no se orientarán únicamente hacia la asignación de recursos públicos para financiar las inversiones; ni tampoco únicamente al establecimiento de sistemas de tarifas que recauden los costos directos, de operación y de inversión, que requiere la operación de los sistemas de abastecimiento de agua. Deben cumplir, al menos, dos condiciones adicionales y complementarias; enviar señales virtuosas que incentiven un uso racional del recurso y servir como mecanismo de articulación entre los distintos actores involucrados.

El primer aspecto, el envío de señales virtuosas, se refiere a que la captación de recursos financieros mediante el sistema tarifario opere no solo como un sistema de recaudo, sino también como un mecanismo que incentive tanto el uso racional del agua, como la conservación de las fuentes y el tratamiento de los vertimientos, actuando en todas las etapas del ciclo de uso del agua. Todo ello de manera consistente con el ya relativamente consolidado enfoque tarifario, que busca transferir a los usuarios finales todos los costos del sistema, pero manteniendo criterios claros de equidad mediante mecanismos de tarifas estratificadas. Es decir, propendiendo por una adecuada combinación de los dos principios rectores propuestos; el que usa y contamina paga, como principio orientador del sistema de incentivos virtuosos y el agua financia el agua, como principio rector de la sostenibilidad financiera del sistema.

Pero este primer aspecto debe combinarse adecuadamente con el segundo; un sistema de financiación colectivo, articulador de voluntades de distintos actores, claramente diferenciados en cuanto sus expectativas y posibilidades y que se adecúe a la multiplicidad de requerimientos de aplicación de inversiones directas, tales como:

- *Administración de caudales superficiales mediante concesiones que garanticen la sostenibilidad del recurso.*
- *Regulación del uso de aguas subterráneas para garantizar un adecuado equilibrio entre las captaciones y la capacidad de recarga de los acuíferos.*
- *Adquisición y administración de áreas de importancia estratégica para la conservación del agua.*
- *Administración y saneamiento de los títulos dentro de áreas protegidas nacionales, regionales y locales abastecedoras de la cuenca.*
- *Gestión de las rondas de los cuerpos de agua.*
- *Adecuación de humedales para prevenir catástrofes derivadas de eventos hidrometeorológicos extremos.*
- *Inversiones en construcción y mantenimiento de infraestructuras de captación, potabilización, transporte y distribución para los acueductos.*
- *Inversiones en construcción y mantenimiento de infraestructuras para distritos de riego.*
- *Inversiones en construcción y mantenimiento de infraestructuras de alcantarillado, colectores y plantas de tratamiento de aguas residuales.*
- *Pago de los costos del arreglo institucional para la GIRH.*
- *Generación y difusión de información sobre el agua y el territorio entre los actores.*

Es claro que, en un contexto territorial específico, un mismo tipo de actor tiene características totalmente distintas, según sus condiciones particulares. Una empresa de acueducto y alcantarillado de una población pequeña, tendrá tanto expectativas como posibilidades de gestión totalmente distintas de las que presta sus servicios a una gran metrópoli, así actúen dentro de la misma cuenca hidrográfica. Lograr entonces una integración adecuada entre actores así diferenciados, manteniendo una adecuada combinación de los dos principios rectores adoptados, implica desarrollar sistemas de articulación entre ellos que sean armónicos y permitan conciliar expectativas y posibilidades en muchos casos conflictivas entre sí.

El reto es entonces, cómo operar un sistema de gestión integrada del agua, incluyendo los respectivos mecanismos de financiación, que permitan la acción proactiva y no conflictiva entre actores con grandes diferencias operativas. Para tal efecto se propone un mecanismo de Gestión Financiera Integrada, que garantice una captación y distribución de recursos financieros con amplia participación, y que cumpla con tres condiciones básicas:

- *Respeto a la autonomía de los distintos actores.*

Se propone crear un fondo común, con múltiples fuentes de recursos, aportados voluntariamente por cada uno de los actores, de acuerdo con reglas estables soportadas en mandatos institucionales de mediano y largo plazo y no en decisiones coyunturales de una administración específica. Este fondo debe tener como objetivo central servir como mecanismo de cofinanciación de las decisiones de cada uno de los actores participantes, comprometiendo recursos propios que cada uno de ellos administra de manera autónoma.

- *Asignación de recursos de manera concertada.*

La asignación de estos recursos para cofinanciar proyectos de actores individuales, o proyectos conjunto de varios actores, deben estar sujetos al Plan Director y al Plan de Acción aprobados de manera colectiva por el órgano político del sistema, e incorporados de manera explícita y consensual dentro del respectivo Plan de Acción de cada vigencia específica.

- *Administración imparcial e independiente de las partes.*

Teniendo en cuenta la disparidad de expectativas y posibilidades de cada uno de los actores, la administración del fondo común debe estar en cabeza de un Consejo Directivo, nombrado por el Consejo de Cuenca que siga los lineamientos del Plan Director y del Plan de Acción acordados colectivamente, pero que tenga autonomía total de cada uno de los actores que lo constituyen. Esta condición es imprescindible para garantizar la neutralidad de la gestión de recursos financieros, evitando los desequilibrios que se generarían si esta gestión la asume uno de los actores en particular. Es por tanto condición “sine qua non”, para garantizar las dos condiciones previas; el respeto de la autonomía de todos los actores y la asignación de recursos de manera concertada entre ellos.



Fotografía: Planta de potabilización de Tibitó, EAB

La Sabana de Bogotá y el agua

El origen de la sabana de Bogotá es acuático. Al igual que las demás altiplanicies andinas de nuestra Cordillera Oriental, ocupa el lugar de un lago que se formó al irse llenando de agua un valle sinclinal cerrado. Al erosionarse las montañas que encerraban el valle con el paso del tiempo, los sedimentos se fueron depositando en el fondo del lago, elevándolo poco a poco hasta llegar a la altura que tiene hoy en día. La sedimentación del lago forzó su desecación y la formación de un desaguadero, dando origen al río Bogotá y al Salto de Tequendama.

La Sabana forma parte de las cuencas Media y Alta del río Bogotá y su parte plana tiene una extensión del orden de las 120.000 hectáreas. Su altura sobre el nivel del mar está alrededor de los 2.600 m; posee una temperatura media de 13,5°C con un ciclo térmico diario con fuertes variaciones que pueden llegar a más de 25°C, propias de un clima ecuatorial de alta montaña.

El terreno plano que resultó de la desecación del lago, cuenta con unas condiciones especialmente favorables para la ocupación humana. El clima suave, la fertilidad del suelo y la abundancia de aguas superficiales, estimularon desde tiempos precolombinos que se asentaran en ella comunidades humanas que fueron desarrollándose hasta conformar el embrión del imperio Chibcha, cuya consolidación se vio interrumpido por la llegada de los españoles al inicio del siglo XVI.

Estas mismas condiciones, climáticas y ambientales, hicieron que los conquistadores decidieran fundar la capital del Nuevo Reino de Granada en terrenos del Zipa, gobernante local, dando así origen a la ciudad de Santa Fe de Bogotá, que por su localización en el interior del territorio de lo que hoy es Colombia, lejos de las costas, facilitó la aventura de la conquista del interior del país. Dadas las enormes dificultades de transporte, por su localización, la Sabana funcionó como un enclave autosuficiente y prácticamente aislado del mundo exterior hasta bien entrado el siglo XX.

El crecimiento de la población de Bogotá fue muy lento durante sus primeros siglos pero al iniciarse la segunda mitad del pasado siglo XX registró un acelerado incremento, con lo cual empezó a hacerse evidente que la disponibilidad de agua se convertiría, en el corto plazo, en el limitante principal del crecimiento de la ciudad y de las actividades en la región (Figura 4.1).

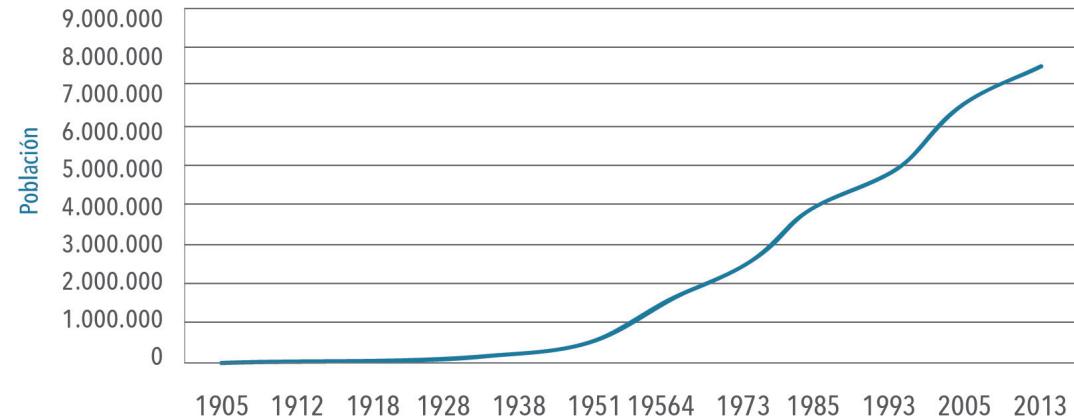


Figura 4.1. Crecimiento de la población en Bogotá (1905-2013).

Fuentes: Cardona, 1976, citado en Alcaldía Mayor de Bogotá, 2007; Dane, Secretaría Distrital de Planeación, 2011.

La distribución de la lluvia en la Sabana de Bogotá y las montañas que la circundan presenta un ciclo originado en las formas del terreno. Como puede apreciarse, en el perfil de la Cordillera Oriental que se muestra en la Figura 4.2, en las montañas que encierran la Sabana se presentan precipitaciones mayores que en la parte plana, puesto que ofrece una amplia superficie de evaporación que permite la formación de nubes y corrientes de convección que al chocar con las vertientes de las montañas se descargan como lluvias orográficas. La Sabana actúa así como un espacio de calentamiento que reabastece la atmósfera con humedad mediante el fenómeno conocido como “efecto sartén” (Figura 4.3). Este mecanismo se fortalece por la presencia de los vientos ascendentes y periféricos de la Sabana que traen humedad desde el valle del Magdalena y el piedemonte de los Llanos Orientales (Guhl, 1974, p. 75).

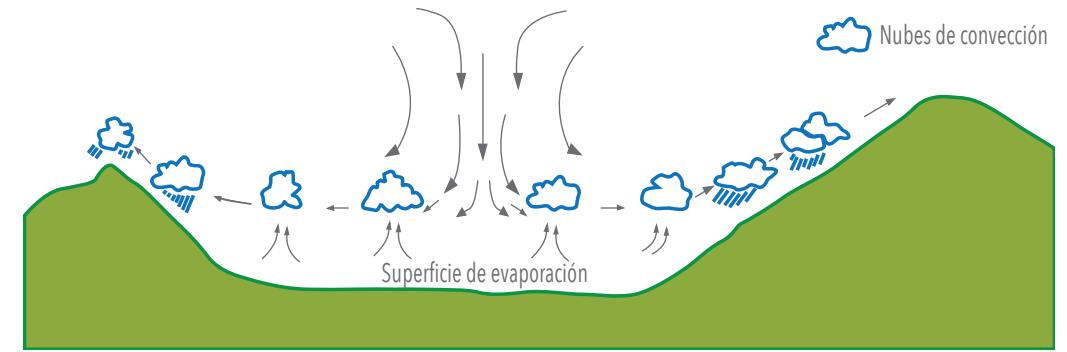


Figura 4.3. Circulación atmosférica diurna en un amplio valle estructural longitudinal (“efecto sartén”).

Fuente: Guhl, E. 1974. Las lluvias en el clima de los Andes ecuatoriales húmedos de Colombia, p. 47.

La distribución anual de la precipitación en la Sabana sigue un patrón bimodal con máximos en abril-mayo y octubre-noviembre. Los climadiagramas que aparecen en la Figura 4.4 presentan esta distribución en diversos puntos de la Sabana.

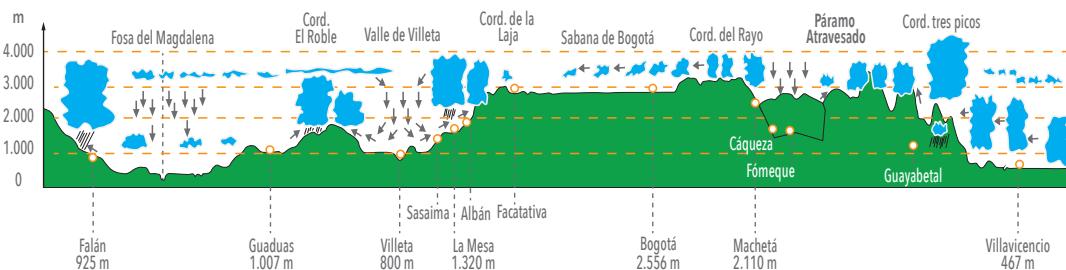
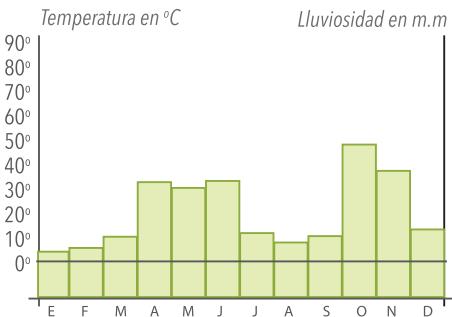


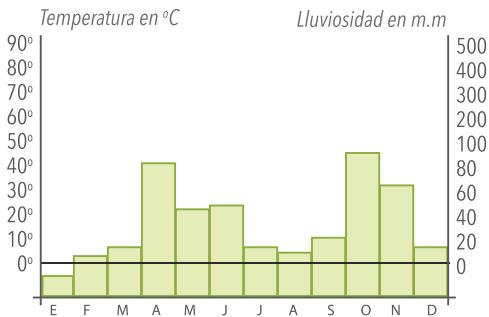
Figura 4.2. Perfil sinóptico a través de la Cordillera Oriental.

Fuente: Modificado de Weischet, 1965, tomado de Guhl, 1974.

EL DORADO (Bogotá)
LATITUD: 04°42'N
LONGITUD: 74°09'W
ELEVACIÓN: 2547m

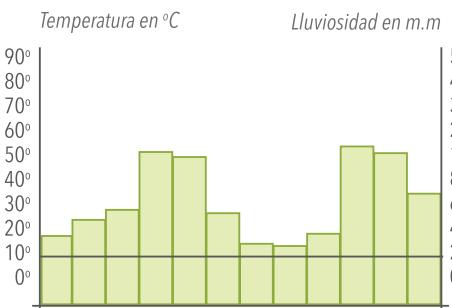


TIBAITATÁ (Mosquera)
LATITUD: 04°42'N
LONGITUD: 74°15'W
ELEVACIÓN: 2550 m



Estudios muy cuidadosos realizados en la década de 1940 señalaron con claridad que la oferta de agua que dispone la Sabana era insuficiente para sostener el crecimiento que se preveía. Se calculó que para una población de 3.600.000 habitantes en la Sabana las necesidades de agua “para fines de uso humano e industrial, corresponde a una cantidad de 559.000.000 m³ por año” y que si a este caudal se agregaba el requerido para riego, que se estimó en 1.518 millones de m³ al año, “serían un total de 2.077.000.000 de demanda contra los 860.000.000 de que dispone la Sabana en años normales de lluvia” (Wiesner, citado en EAB, 2003). Lo anterior nos lleva a concluir que: “Es evidente, pues, que, el factor natural más importante para el desarrollo del hombre en la Sabana de Bogotá es el agua” (Guhl, 1975). Los anteriores estudios y apreciaciones sobre las perspectivas de la demanda por agua en la Sabana, dejaron en claro la necesidad de buscar otras fuentes de agua confiables y con mayores caudales por fuera de su cuenca.

BOGOTÁ (O.M.N.)
LATITUD: 04°36'N
LONGITUD: 74°06'W
ELEVACIÓN: 2556m



ISLA SANTUARIO (Fúquene)
LATITUD: 06°26'N
LONGITUD: 73°44'W
ELEVACIÓN: 2650 m

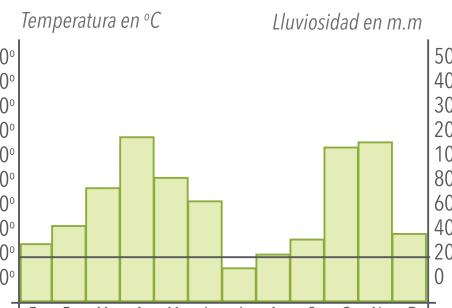


Figura 4.4. Climadiagramas del altiplano de la Cordillera Oriental, 1974.

Fuente: Guhl, E. 1974. Las lluvias en el clima de los andes ecuatoriales húmedos de Colombia, p. 24.

1800

- 1807 La ciudad contaba 6 pilas y 24 "chorros".
- 1831 El municipio cede la administración de las aguas a los "rematadores".
- 1838 El cabildo asume de nuevo la administración de las aguas.
- 1847 La administración de aguas se cede a José Ignacio París y Valerio Ricaurte.
- 1852 Se rescinde el contrato anterior y se vuelve a subastar el manejo de las aguas.
- 1869 Se crea una Junta Administradora de Aguas.
- 1870 Se presenta una violenta epidemia de fiebre de tifoidea.
- 1871 Se inicia la construcción de los primeros tramos de alcantarillado subterráneo.
- 1877 Se contrata con Tomas J Agnew, la construcción de un acueducto moderno; el cual nunca se cumplió.
- 1881 Se presentan muchas quejas sobre la falta de abastecimiento en zonas de la ciudad.
- 1882 Solo trescientos inmuebles cuentan con mercedes de aguas, o "plumas".
- 1886 Se concede el privilegio de establecer un acueducto con tubería de hierro y su usufructo a Ramón B Jimeno y Antonio Martínez de la Cuadra.
- 1888 Se inaugura oficialmente el Acueducto de Hierro.
- 1890 Casi la tercera parte de la ciudad cuenta con conexión parcial a alcantarillado subterráneo. Grave epidemia de tifo.
- 1891 Se interrumpe el servicio durante siete meses por derrumbes en los cerros orientales.
- 1897 Había 2.763 "plumas" particulares de agua en Bogotá y 38 en Chapinero.
Se informa positivamente sobre el abastecimiento de agua. La población era de unos 100.000 habitantes.

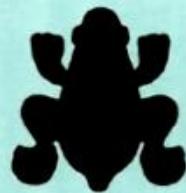
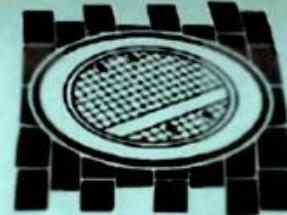


1900

- 1904 Epidemias de enfermedades gastrointestinales. Deforestación de los cerros orientales.
- 1906 El Chorro del Fiscal, uno de los más importantes, se clausura por agotamiento de sus aguas por la deforestación de los cerros orientales. Además, se había convertido en un "excusado público".
- 1907 Se realizan análisis de calidad del agua del acueducto que demuestran que es impotable por sus altas concentraciones de materia orgánica.
- 1910 Las enfermedades hídricas llegan a causar el 16% de las muertes.
- 1914 El Municipio compra la empresa de acueducto. Malos olores por desagües superficiales, enfermedades gastrointestinales. La Academia Nacional de Medicina recomienda comprar las hoyas de los ríos y su reforestación.
- 1916 Canalización de los ríos San Francisco y San Agustín.
- 1918 Se hacen las primeras compras de tierras y se desalojan sus pobladores.
- 1919 Epidemia de fiebre tifoidea.
- 1920 Se ordena al Acueducto a desinfectar las aguas con cloro líquido y se producen protestas de la población por sus posibles efectos secundarios.
Disminuyen enfermedades gastrointestinales.
- 1922 Escasez de agua por verano.
- 1924 Se inaugura el primer "gran acueducto" del río San Cristóbal, con tanques en Viterbo y San Diego. Escasez de cloro.
- 1927 Se presenta grave racionamiento por el verano.
- 1930 Se considera indispensable recurrir a nuevas fuentes. Río Tunjuelo y Embalse del Neusa.
Se instalan los primeros contadores para reducir el gasto.
- 1933 El gobierno nacional se asocia con el municipio para apoyar la construcción de un acueducto adecuado a las necesidades de la ciudad.
Se define el proyecto del río Tunjuelo.
- 1938 Se terminan las obras del sistema del nuevo acueducto y se envían a la ciudad 50.000 m³ de agua filtrada y purificada.
Pronto fue insuficiente. Bogotá tenía alrededor de 325.000 habitantes.
- 1945 El verano obliga al racionamiento y al cierre de los colegios. De las 46.000 instalaciones sólo 26.000 tenían contadores. Se inicia el proyecto del embalse de Chisacá, se reforestan los cerros orientales y se adquiere la hoyuela del Tunjuelo (25.000 ha) y se empiezan a buscar nuevas fuentes.
- 1946 Se estudian los proyectos del Sisga y el Neusa.
- 1948 El Banco de la República comienza la construcción de la represa del Neusa.
- 1949 La Caja Agraria lanza la construcción del embalse del Neusa. Escasez de agua por el verano.



- **1950** El municipio pacta la compra de la represa del Neusa. El verano genera una fuerte escasez.
Se transfiere el manejo de aguas servidas al Acueducto.
- **1951** Se concluye el embalse de Chisacá y nuevas tuberías a Vitelma. Entra en operación el embalse del Sisga.
Se soluciona el abasto de agua a Bogotá por unos años. La ciudad tenía alrededor de 700.000 habitantes.
- **1952** Se inaugura la represa del Neusa. Racionamiento en el verano.
- **1954** Se crea el Distrito Especial de Bogotá.
- **1955** Se crea la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.
Se inaugura la primera etapa de Tibitoc, entra a operar hasta 1959.
El 40% de la población no tenía servicio de agua potable.
- **1962** Finalizó la construcción del Embalse del Tominé. La población de Bogotá llegaba a 1.6 millones de habitantes.
- **1968** Plan Maestro de Alcantarillado Bogotá I. Evacuación de aguas negras y lluvias.
Racionamiento de agua por verano.
- **1971** Se inicia la política de suministro de agua a municipios vecinos.
- **1973** Entró en funcionamiento Tibitoc II. Se llegó a una población del orden de 2.8 millones de personas.
- **1974** Suministro de agua al territorio por contrato a municipios y operadores privados.
- **1985** Entró en funcionamiento el sistema de Chingaza.
- **1986** Se inicia el gigantesco plan Bogotá IV con el Banco Mundial, para la interconexión de agua potable de toda la ciudad, mediante el Túnel de Los Rosales, líneas matrices, tanques de compensación, lo que permite abastecerla con agua de Chingaza o de las otras fuentes.
- **1991** Se termina el túnel de Los Rosales que entrega agua potable al sector del Parque Nacional, tanque del Silencio, lo que permitió la interconexión del sistema Chingaza con el sur de la ciudad.
Fue el primer túnel ejecutado con máquina de escudo completo en roca, de 4 m de diámetro en Bogotá.
- **1993** La carencia de conducciones para aguas residuales es del 20% y el 30 % para aguas lluvias.
- **1994** Se hace la reparación de los túneles de Chingaza. Finaliza la construcción del Embalse de San Rafael. Bogotá llegó a una población de 5.5 millones.
- **1996** Se inicia la gestión por la vía de la demanda. Con medidas técnicas, económicas y comerciales se disminuye el consumo de 200 a 110 lts/ hab-día.
Se aplazan las necesidades de inversión en nuevas fuentes.
- **1997** Se hacen reparaciones en túneles de Chingaza y entra en operación la superestación de bombeo de San Rafael, evitando un racionamiento mayor para la ciudad. Se entrega en concesión la planta de tratamiento de agua potable de Tibitoc. Se rehabilita la tubería Tibitoc-Casablanca 30 km de diámetro 78".
- **1998** Programas de desmarginalización y modernización Santa Fe I. Expansión de redes domiciliarias de acueducto y alcantarillado. Sustitución de tuberías de asbesto cemento.



- **2000** Se inicia la operación de la PTAR Salitre. Se construye el túnel alterno de Usaquén y la central hidroeléctrica de Santa Ana, conectandolos con el sistema de red matriz Wiesner - Suba, tanque de Suba 90.000 m³ de capacidad. Se construyen las líneas de distribución y los tanques de compensación del sur para aprovechar las aguas potables de la nueva planta de tratamiento de El Dorado para abastecer más de 500.000 habitantes.
- **2002** Se terminan las obras del gran interceptor de aguas negras con el tramo Torca- Salitre (interceptor del Norte). Se construye el canal Cundinamarca para evitar las inundaciones de Patio Bonito en el Tintal.
- **2003** Ampliación del sistema de redes matrices. Se apagan las plantas de Vitelma y San Diego. Adecuación sur oriente y sur occidente de la ciudad, que contaba con cerca de 7.7 millones de personas.
- **2004** Se inicia la construcción del embalse de amortiguamiento Cantarrana para mitigar las inundaciones del río Tunjuelo, como un sistema Urbano de Drenaje Sostenible.
- **2005** Se inicia la operación de la central hidroeléctrica de Santa Ana. Se revisten parcialmente en concreto los túneles de Chingaza.
- **2006** Se contratan los trabajos de los túneles para el saneamiento del río Bogotá tramo Tunjuelo - Canoas. Se realiza el dragado del río Tunjuelo y el refuerzo de sus jarillones.
- **2009** Concluye el estudio de sostenibilidad de Agua Subterránea suscrito con la Agencia de Cooperación Internacional del Japón, materializando la construcción de 13 pozos profundos y la construcción de la primera planta móvil autónoma para la ciudad de 10 Lt/seg.
- **2010** La cobertura de agua y alcantarillado llega al 99% de la población urbana de Bogotá. Se construyen los interceptores Fucha-Tunjuelo, Tunjuelo- Canoas, Túnel de Emergencia e Interceptor Tunjuelo Bajo, con tecnologías novedosas para construcciones subterráneas minimizando el impacto ambiental utilizando túneladoras para suelos blandos y tanques y pondajes de amortiguamiento. Se construyó el rebosadero de Chuza para aumentar la capacidad de almacenamiento del embalse.
- **2011** El Consejo de Estado otorga con su fallo la concesión de agua para el agregado norte compuesto por el río Bogotá y los embalses de Tominé, Sisga y Neusa.
- **2012** Se establece el Mínimo Vital de Agua para los estratos 1 y 2 en Bogotá. Se desiste del licenciamiento ambiental para el proyecto Chingaza II. La EAB asume el manejo de los residuos sólidos de la Ciudad.
- **2013** Se concilia con la CAR una multa impuesta en 1997. Se vuelve al manejo directo por parte de la Empresa de las 5 zonas en que está dividida la ciudad. (retoma). La población se calcula en 8.4 millones de personas.
- **2014** La EAB presta servicio de agua directamente a los municipios de Soacha y Gachancipá y suministra agua a 11 municipios vecinos. Se replantean las condiciones de los contratos de suministro de agua al territorio. Despues de 13 años se expide el Fallo del Consejo de Estado para la descontaminación del Río Bogotá. Se diseña la planta de aguas residuales de Canoas. Se solicitan concesiones de agua de los ríos San Francisco y San Cristobal. Se inicia la conformación de la planta de Vitelma como museo y emblema de la EAB. Se produce el fallo del Consejo de Estado sobre la descontaminación del río Bogotá.

2000

Desarrollo del abastecimiento de agua para Bogotá

Hasta casi la mitad del siglo pasado la ciudad de Bogotá satisfizo su necesidad de agua con los pequeños ríos que descienden de los cerros orientales, principalmente el San Francisco y el San Cristóbal. Sin embargo, a pesar que la demanda por agua no era muy grande siempre estuvo presente la amenaza constante de la escasez en las épocas de verano. Desde la época colonial se venían construyendo rudimentarios acueductos para traer el agua a la ciudad pero por falta de mantenimiento debían reconstruirse o remplazarse periódicamente. Las aguas así captadas se almacenaban en tanques y se distribuían por la ciudad mediante acequias y fuentes de uso público.

Los vertimientos de aguas servidas se hacían en muy buena medida directamente a las calles, por las que fluían hasta llegar nuevamente a los ríos. La calidad del servicio en términos de su confiabilidad y permanencia era muy precaria en especial durante las épocas secas y las condiciones sanitarias de la ciudad y de los ríos que la cruzaban eran sumamente deficientes; los malos olores y las epidemias de enfermedades gastrointestinales eran frecuentes y el tifo era prácticamente endémico a finales del siglo XIX. Los cronistas y los periódicos de la época aluden con frecuencia a esta problemática de la ciudad: “Para las necesidades del presente son suficientes las aguas del San Francisco o del San Cristóbal, que pueden suministrar 100 a 150 litros por habitante; el Tunjuelo que da él sólo 500 litros por segundo, y que puede aprovecharse sin obra costosa, es una fuente, preciosa, de reserva”. En la Figura 4.5 se muestra una línea de tiempo que muestra el desarrollo del abastecimiento de agua en Bogotá (1584-2010).

En 1886 la municipalidad de Bogotá suscribió un contrato con los señores Ramón B. Jimeno y Antonio Martínez de la Cuadra por medio del cual se les concedió por un periodo de 70 años el privilegio exclusivo para establecer, usar y explotar en Bogotá y Chapinero acueductos que usaran tuberías de hierro. Este contrato incluía el traspaso a los empresarios de los acueductos existentes; de los derechos que tenía el municipio sobre el uso de los ríos, quebradas, fuentes y vertientes y de los recursos tales como rentas auxiliares y subvenciones por concepto de aguas que percibía el municipio. En una palabra se privatizó la prestación del servicio de acueducto. El contrato original fue revisado y se puntualizó el alcance de las obras y responsabilidades de los contratistas. Después de llegar las partes a acuerdos sobre esos temas, en 1888 se oficializó el servicio de agua “por tubería de hierro”. Ese año puede considerarse como el de la iniciación de la empresa que después de varias transformaciones y cambios jurídicos, se convertiría en la actual EAB.

Para los propósitos de este trabajo es importante dejar en claro que las dificultades para lograr una adecuada disponibilidad de agua más que obedecer a escasez por causas naturales, eran resultado de un pobre e inadecuado manejo de la oferta hídrica. Igualmente esta incapacidad se manifestaba en la falta de soluciones adecuadas para resolver el manejo y la disposición de las aguas residuales.

En vista de la crítica situación sanitaria que vivía la capital al inicio del Siglo XX, el Gobierno Nacional decidió contribuir a la construcción de acueductos y sistemas de distribución para la ciudad, aprobando anualmente, con este fin, una partida presupuestal.

A principios del siglo pasado, en 1914, año en el cual se presentó una severa epidemia tifoidea, se tomó la decisión de municipalizar nuevamente el acueducto, comprándolo a su propietario y que la nueva empresa pública adquiriera, reforestara y manejara las cuencas abastecedoras de los cerros orientales para mejorar la cantidad y la calidad del agua que alimentaba a la ciudad. Periódicos de la época precisan que “Bogotá tiene para abastecerse de agua, las siguientes fuentes: ríos San Francisco, San Cristóbal, el Arzobispo, quebradas de Las Delicias y La Vieja, ríos San Agustín y Tunjuelo. Estas fuentes bien aprovechadas y cuidadas pueden suministrar 450 a 500 litros de agua por habitante, cantidad no sólo suficiente para las necesidades de la población actual, sino para unas dos y tres veces mayor”.

Las conclusiones de una serie de artículos de prensa sobre el problema del suministro de agua y de higiene de la ciudad en 1915 que buscaban presentar soluciones al problema son las siguientes:

1. “Las aguas de estas fuentes, tales como hoy se dan al consumo, son de mala calidad y no pueden reputarse como aguas potables porque contienen una gran cantidad de materias orgánicas, especialmente animales, que indican su contaminación por materias sucias, materias fecales y sustancias animales en descomposición y que las hacen nocivas para la salud. Es esta la causa principal de las epidemias de fiebre tifoidea, de disentería y de enfermedades gastrointestinales que azotan la ciudad en diferentes épocas del año”.

2. Las aguas del acueducto actual y las de los nuevos que se establezcan, necesitan antes de darse al consumo ser purificadas por filtración; es pues necesario y urgente el establecimiento de filtros que hoy no existen. Para mejorar la situación actual de la capital en materia de aguas, incompatible con la higiene, la salud, el aseo y la seguridad contra incendio de ella, son necesarias las siguientes medidas:

- Comprar las zonas de los ríos y establecer en ellas bosques con árboles apropiados, como pinos, tunos, trompetos, salvios, alisos, etc., que purificarán la atmósfera, aumentarían las aguas y construirían a lo largo un buen negocio y una verdadera y eficaz zona de protección.
- Captar y recolectar las aguas en tanques colectores cerca de su origen para evitar las pérdidas por infiltración y evaporación y el que sean contaminadas. En el trayecto, estos tanques colocados a 200 metros sobre la Plaza Bolívar, podrán suministrar además, una caída y fuerza suficiente para el alumbrado público.
- Establecer un depósito de agua filtrada, protegido y cubierto contra el polvo e inundaciones.
- Revisar y reparar las cañerías y especialmente los ajustes de los tubos, para evitar que penetren las aguas sucias de las alcantarillas y albañales e infecten las del consumo humano.
- Aprovechar las aguas del San Cristóbal, que hoy no se utilizan sino en pequeña cantidad, haciendo un tanque colector en la parte apropiada, de roca, y traerlas por tuberías de fierro a un depósito central en Las Cruces, para distribuirlas. El costo de estas obras sería de 500.000 a 600.000 dólares y no son por tanto impracticables”.

Entre 1914 y 1924 se desarrolló una exitosa tarea de consolidación técnica, financiera y operativa de la empresa municipal que produjo la transformación del servicio de acueducto. En esos 10 años se lograron realizaciones que “superaban ampliamente lo hecho durante los 26 años en que el acueducto fue una empresa privada y lo hecho durante más de 300 años de los siglos anteriores. Se superó la falta de agua en la ciudad que en 1914 “se moría de sed” hasta disponer de 310 litros diarios de agua por habitante, lo que llegó a considerarse “un desperdicio de agua” (EAB, 2003). La condición sanitaria del agua se mejoró en 1921 con su cloración, superando la tradicional falta de higiene en la ciudad y la presencia casi endémica de enfermedades gastrointestinales de origen hídrico.

El mejoramiento de la calidad de las aguas era una necesidad sentida de la ciudad y muchas organizaciones científicas y médicas manifestaron la urgente necesidad de adquirir las hoyas de los ríos abastecedores y proceder a su reforestación. Con esta medida se esperaba poder reducir la morbilidad de enfermedades de origen hídrico, que eran un azote permanente de los bogotanos.

Adicionalmente se esperaba mejorar los rendimientos de las cuencas y la regulación de sus caudales. La ciudad compró las hoyas de los ríos San Cristóbal, San Francisco,

San Agustín, del Arzobispo y de las quebradas Las Delicias y La Vieja, desalojando a las personas que vivían en ellas. El primer desalojo abarcó a cerca de 4.000 personas, número muy elevado y más aún para la época. Es importante observar la decisión y firmeza con que se actuó para implantar esta determinación en beneficio de la ciudad. Estas cuencas se entregaron para su cuidado y administración a la empresa de acueducto, con lo cual se congeló el uso del suelo en ellas, dedicándolas a la producción y regulación del agua y mejorando su calidad.

Con motivo de la celebración del cuarto centenario de Bogotá y la decidida y eficaz colaboración de la Nación, se planearon y ejecutaron diversas obras, entre ellas la construcción de un nuevo acueducto para Bogotá, y otras relacionadas para mejorar la calidad del agua y asegurar el desarrollo de nuevas fuentes, previendo la demanda futura originada en el crecimiento de la población y la ampliación de la cobertura del servicio. Así fue como se construyeron e inauguraron en 1938 la represa de La Regadera, sobre el río Tunjuelo, y la planta de Vitelma para el tratamiento de las aguas que venían desde ella y las tuberías de conducción hasta los tanques que la almacenaban antes de su distribución a la población. La capacidad de la represa de La Regadera resultó insuficiente en muy corto tiempo y ya en el verano de 1940 fue necesario recurrir al viejo acueducto del río San Francisco para completar las necesidades de la ciudad, cuyo caudal se distribuía sin filtrar.

En los estudios que se realizaron se anticipaba que el sistema no podría satisfacer la demanda más allá de 1947 y que era necesario iniciar la búsqueda de nuevas fuentes con mayor rendimiento para evitar períodos de escasez y racionamientos que podían ser “catastróficos” en los meses de verano por el menor rendimiento. Como solución temporal, ante esta grave amenaza, el Ingeniero Wiesner propuso recurrir a pozos artesianos mientras se encontraba e implementaba una solución de más largo alcance (Wiesner, citado de EAB, 2003).

Con la idea de aumentar la capacidad de embalse para aprovechar las lluvias, se buscaron embalses naturales que permitieran ampliar su capacidad y que estuvieran relativamente cerca y a una mayor altura que la ciudad. Se identificaron posibilidades en las lagunas de Guatavita y de Suesca.

También en 1940 se redefinió el perímetro urbanizable de la ciudad, “siguiendo la posición de la línea piezométrica fijada por la Empresa de Acueducto Municipal”. La Secretaría de Obras Públicas Municipales estableció que fuera de esos límites “no permitirá

formar nuevas urbanizaciones ni abrir calles, ni ejecutar obras que puedan dar origen a nuevos barrios..." y que "en las zonas en que el perímetro urbanizable vaya más allá de las curvas piezométricas fijadas por la Empresa de Acueducto, se permitirá el desarrollo de las urbanizaciones siempre que los interesados hagan a costa suya las instalaciones necesarias para el suministro de agua filtrada del Acueducto Municipal de acuerdo con las especificaciones dadas por esa" (EAB, 2003, Tomo II, p. 76).

Frente al crítico panorama de escasez, el gobierno de la ciudad decidió iniciar la búsqueda de otras fuentes más abundantes y confiables. Así en 1947 se acometió el aumento de la capacidad de embalse del río Tunjuelo. Para ello se construyó una presa en el sitio de El Hato, que se denominó represa de Chisacá, la cual se dio al servicio en 1951, después de una larga y compleja negociación con los propietarios del terreno. Poco antes, en 1949, se presentó una muy severa y peligrosa escasez de agua en Bogotá. También en 1948 y 1949 se iniciaron las obras de las represas del Neusa y del Sisga.

Dada la pobre situación financiera de la empresa, la mayor proporción del costo de estas obras se financió con un aumento diferencial en las tarifas, que llegó hasta el 100% en las propiedades con avalúos superiores a \$ 20.000.000 y con otros cobros por el servicio o su instalación (Acuerdo 10 de 1949 del Concejo de Bogotá).

En 1953, se creó el Distrito Especial de Bogotá, en cuya delimitación se tuvo en cuenta de manera fundamental facilitar el acceso a las fuentes de agua del páramo de Sumapaz, incluso las que drenan hacia el oriente, para cuando la segunda etapa del Acueducto de Tibitoc, que podía abastecer dos millones de personas adicionales, se copara. La creación del Distrito Especial, incorporando los municipios de Usme, Bosa, Fontibón, Engativá, Suba y Usaquén, buscó también poder ofrecer el servicio de acueducto a los municipios anexados, lo cual no era legalmente posible en la condición anterior. La atención de la demanda de estos municipios fue una nueva responsabilidad para la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá.

A principios de la década de los 50 se transfirió el manejo de las aguas negras de la ciudad del Municipio a la Empresa de Acueducto. Con esta medida se buscaba mejorar técnicamente los problemas más graves y acuciantes de la capital, en materia de higiene, salubridad ambiental y de estética originados por la inadecuada disposición de sus aguas servidas, mediante zanjas, canales y vertimientos directos a los cuerpos y corrientes de agua. Como resultado de esta decisión se preparó un Plan Maestro de Alcantarillado para la ciudad, que incluía la conducción de las aguas servidas hasta una planta de tratamiento

antes de verterlas al río Bogotá. La contaminación de este río con las aguas residuales de la ciudad se había convertido ya en una preocupación para la salud y la higiene local.

Las necesidades organizacionales y financieras para la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado en el Distrito Especial y la atención de los nuevos proyectos para satisfacer la creciente demanda por estos servicios, condujeron a la obtención de un empréstito con el Banco Central Hipotecario y a la constitución de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, que se oficializó mediante escritura pública el 28 de febrero de 1956.

En la creación de la nueva empresa se definieron los aportes y mecanismos financieros necesarios para que ésta pudiera cumplir con sus nuevas y trascendentales tareas y se la dotó de una naturaleza jurídica especial para facilitar la ejecución de sus proyectos dando el carácter de un "sistema mixto en el cual participe el sector privado, pero que este sector no entienda su papel como un elemento de sustitución de la autoridad pública" (Valencia, citado en EAB, 2003, Tomo II, p. 162.).

La organización jurídica y administrativa se aprobó mediante el Acuerdo 105 de 1955 del Concejo de Bogotá. En la organización de la nueva empresa se buscó, además, dotarla de una capacidad técnica y operativa que le permitiera hacerse cargo exitosamente de la satisfacción de las necesidades de la ciudad, desarrollando los nuevos proyectos.

Frente al problema planteado por la limitación natural del agua en la Sabana con respecto a la demanda esperada, se inició la búsqueda de fuentes alternativas de abastecimiento y fue así como paulatinamente se identificaron, diseñaron, construyeron y se pusieron en marcha nuevos proyectos de aprovechamiento del río Tunjuelo y posteriormente del río Bogotá.

Con el crecimiento de la población y el desarrollo urbano el área necesaria para captar, tratar y conducir el agua requerida para satisfacer la demanda se extendía notablemente. Por esa razón en 1952 se contrataron los estudios para diseñar el acueducto captando las aguas del río Bogotá, aguas arriba de la ciudad, que se conocería con el nombre de Tibitoc. Se propuso, inicialmente, captar como mínimo 1,5 m³/s, filtrarla y tratarla para su potabilización, antes de entregarla a la EAB para su distribución.

Es muy pertinente destacar, que los técnicos de la empresa contratista, The Pitometer, concluyeron muy rápidamente que: "Para aprovechar el río es indispensable organizar el control sanitario y la unificación de los usos de la hoy; es decir sin el

control adecuado no sería indicada esta fuente. Que ante esta conclusión considera que es esencial y urgente darle vida a la idea, aceptada por todas las entidades interesadas en el río, de crear la autoridad del río Bogotá...". Incluso se propuso que esta iniciativa se llevara ante el Alcalde y luego se pusiera en conocimiento al Presidente de la República.

La realización del proyecto del Acueducto de Tibitoc se concretó en 1953, gracias a la expedición del Decreto 2675 del Gobierno Nacional, en el cual se declararon de utilidad pública las obras del proyecto y se cedió al Municipio de Bogotá por tiempo ilimitado un caudal hasta de $6 \text{ m}^3/\text{s}$ con destino al Acueducto. También para la financiación del proyecto se autorizó al Municipio prorrogar la vigencia de la modificación de tarifas y pago de los derechos de abastecimiento establecidos por el Acuerdo 10 ya citado.

Se previó un desarrollo por etapas, la primera de las cuales se haría para un caudal de m^3/s , que de acuerdo con las previsiones, debería satisfacer la demanda de 1.400.000 personas, es decir, la población estimada de la ciudad para 1971. La captación de las aguas del río Bogotá se hizo mediante una presa en el sitio El Espino a 40 km de Bogotá, lugar que garantizaba un caudal mínimo de $6,75 \text{ m}^3/\text{s}$ y una muy baja contaminación por aguas domésticas servidas y vertimientos industriales.

El acueducto de Tibitoc se dio al servicio en febrero de 1958, antes de que la planta de tratamiento estuviera terminada y en operación, para superar las dificultades de abastecimiento originadas en una fuerte sequía que amenazaba terminar con las reservas de La Regadera. La planta entró en servicio en 1959 y con ello y las obras complementarias de conducción y almacenamiento, se garantizó un caudal total agregado de agua potable mínimo en verano de $320.000 \text{ m}^3/\text{día}$, que se consideró adecuado para satisfacer las necesidades de 1.400.000 habitantes.

Los estudios y análisis sobre ampliaciones y búsqueda de nuevas fuentes de abastecimiento indicaron diversas posibilidades para expandir los servicios de acueducto de una ciudad que crecía a una tasa muy elevada. Fue así como se analizaron proyectos sobre el río Teusacá y la ampliación de Tibitoc y las tuberías de conducción desde el Neusa y el Sisga.

Para el financiamiento de estos proyectos se buscó la cooperación del Banco Mundial entidad que propuso priorizar estas diversas posibilidades y reorganizar la empresa para atender eficientemente el cambio de escala requerido para atender las necesidades de Bogotá. Este conjunto de proyectos se denominó Primer Programa de Ensanches del

Acueducto, que se concretó priorizando la ampliación de Tibitoc y sus obras complementarias. Las tuberías de conducción del Neusa y el Sisga nunca se construyeron.

En 1968 se presentó una fuerte sequía y se impuso un drástico racionamiento en la ciudad. Por ello se decidió adelantar la ampliación de Tibitoc y construir como complemento el proyecto del Bajo Teusacá, con el cual se atendería la demanda de 3.500.000 habitantes población estimada para el año de 1975. Este plan se denominó Tibitoc II. El ensanche se terminó en 1973 y se logró una capacidad de tratamiento de $12,6 \text{ m}^3/\text{s}$, con lo cual se satisfacían las necesidades hasta 1977. El proyecto del Bajo Teusacá nunca se materializó.

El fuerte crecimiento de la demanda implicaba una permanente búsqueda de nuevas fuentes para satisfacerla. Dado que la captación de agua de la cuenca cerrada de la Sabana estaba ya prácticamente copada con el Primer Plan de Expansión, fue necesario buscar el trasvase de aguas de otras cuencas hacia ella.

Desde la década de 1930 la Comisión Municipal de Aguas había explorado los páramos orientales de la Sabana y había recibido información sobre la riqueza hídrica del páramo de Chingaza, que vierte sus aguas a la cuenca del Orinoco. Sin embargo, las dificultades de acceso a la zona y el hecho que había fuentes más cercanas y menos costosas de aprovechar hicieron que su estudio y consideración se aplazara por décadas. En 1959 se conformó la Comisión de Aguas de la Sabana, de la cual era administrador don Francisco Wiesner, que antes de disolverse en 1961 conceptualizó que era urgente "procurar aportar a la Sabana aguas de otras vertientes donde ellas sobran, como sucede con las orientales de los macizos de Chingaza y Sumapaz".

En 1966 en un informe preparado por el Ingeniero Luis José Castro, con una comisión de ingenieros de una firma consultora, se estimó que el flujo regulado de 15.000 hectáreas de la hoyo de Chingaza era de $6 \text{ m}^3/\text{s}$, pero que su aprovechamiento requería la construcción de una presa y conducciones de 61 km por túneles y tuberías cuyo costo se estimó en 743 millones de pesos (EAB, 2003, Tomo II, p. 219). A pesar del elevado costo del proyecto quedó en claro que este debería desarrollarse a continuación de Tibitoc II, dadas la cantidad y calidad de sus aguas y la facilidad de su conducción a la ciudad por gravedad.

Las exploraciones y estudios realizados en la zona indicaron la existencia de un sitio para una presa sobre el río Chuza que permitiría embalsar 150 millones de m^3 , con lo cual el proyecto se mejoró y simplificó. También estos nuevos estudios incrementaron el flujo regulado hasta $20 \text{ m}^3/\text{s}$, con lo cual el abastecimiento de agua para Bogotá quedó asegurado hasta el año 2020.

La importancia y magnitud de este proyecto, que desvió hacia la Sabana los flujos de los ríos Guatiquía, Chuza, Frío y otros menores, fue el resultado de años de estudios y de obras y esfuerzos financieros con el apoyo del Banco Mundial, la superación de imprevistos y contratiempos y multitud de dificultades técnicas y legales, e incluso del cambio de los contratistas durante las obras. Finalmente el proyecto se terminó a finales de 1985, con una inversión que hasta 1983 ascendía a \$42.548 millones. El problema del abastecimiento de agua potable para Bogotá a mediano plazo quedaba así resuelto.

Sin embargo, las condiciones geológicas de la Cordillera Oriental y las decisiones técnicas adoptadas para el recubrimiento y blindaje de los túneles del proyecto, llevaron a que en diferentes ocasiones se presentaran desprendimientos de materiales e incluso que los túneles se bloquearan, causando racionamientos en el suministro de agua en la ciudad de Bogotá. El más severo de los problemas se presentó en 1992, y obligó a adelantar una cuidadosa campaña de ahorro de agua mientras se hacían las reparaciones de los túneles. Resultado de esta exitosa campaña y la combinación de educación ciudadana con estímulos y sanciones para propiciar el uso racional del agua, fue la disminución en el consumo per cápita en Bogotá que entre 1990-1995 se mantuvo en 150 litros habitante día (LHD) y en el 2009 se redujo a 78 LHD (Cubillos, 2009). De esta manera la demanda disminuyó, posponiendo la necesidad de las ampliaciones de los proyectos existentes como Chingaza II y el desarrollo de nuevas fuentes en el páramo de Sumapaz.

La confiabilidad del sistema de suministro de agua para los diversos usos, incluyendo la generación eléctrica aguas abajo de Alicachín, requería de una mayor seguridad y fue así como se acometió la construcción del Embalse de San Rafael, el cual permitió almacenar una reserva de 75 millones de m³ de agua en el valle del Teusacá, en terrenos que habían sido adquiridos por el acueducto en 1944, con el fin de destinarlos al aprovechamiento del Alto Teusacá como fuente de abastecimiento.

El embalse se alimenta a través de túneles con aguas provenientes de los ríos Teusacá, Guatiquía, Blanco y del embalse de Chuza y permite la operación ininterrumpida de la planta Wiesner durante las inspecciones y mantenimientos del sistema Chingaza. Con la construcción de este embalse, que formó parte del Proyecto Bogotá IV, que permite abastecer la ciudad por tres meses, ha sido posible ir revistiendo y blindando los túneles del proyecto Chingaza sin que la ciudad tenga que sufrir racionamientos, cumpliendo una función esencial para la confiabilidad y seguridad del sistema.

En la Figura 4.4 se muestra un esquema del crecimiento urbano de Bogotá y su área de expansión para obtener más fuentes de agua desde 1560 al 2007. Se pueden observar también los embalses que conforman el sistema hidro-energético de la Cuenca Alta y Media de Bogotá.

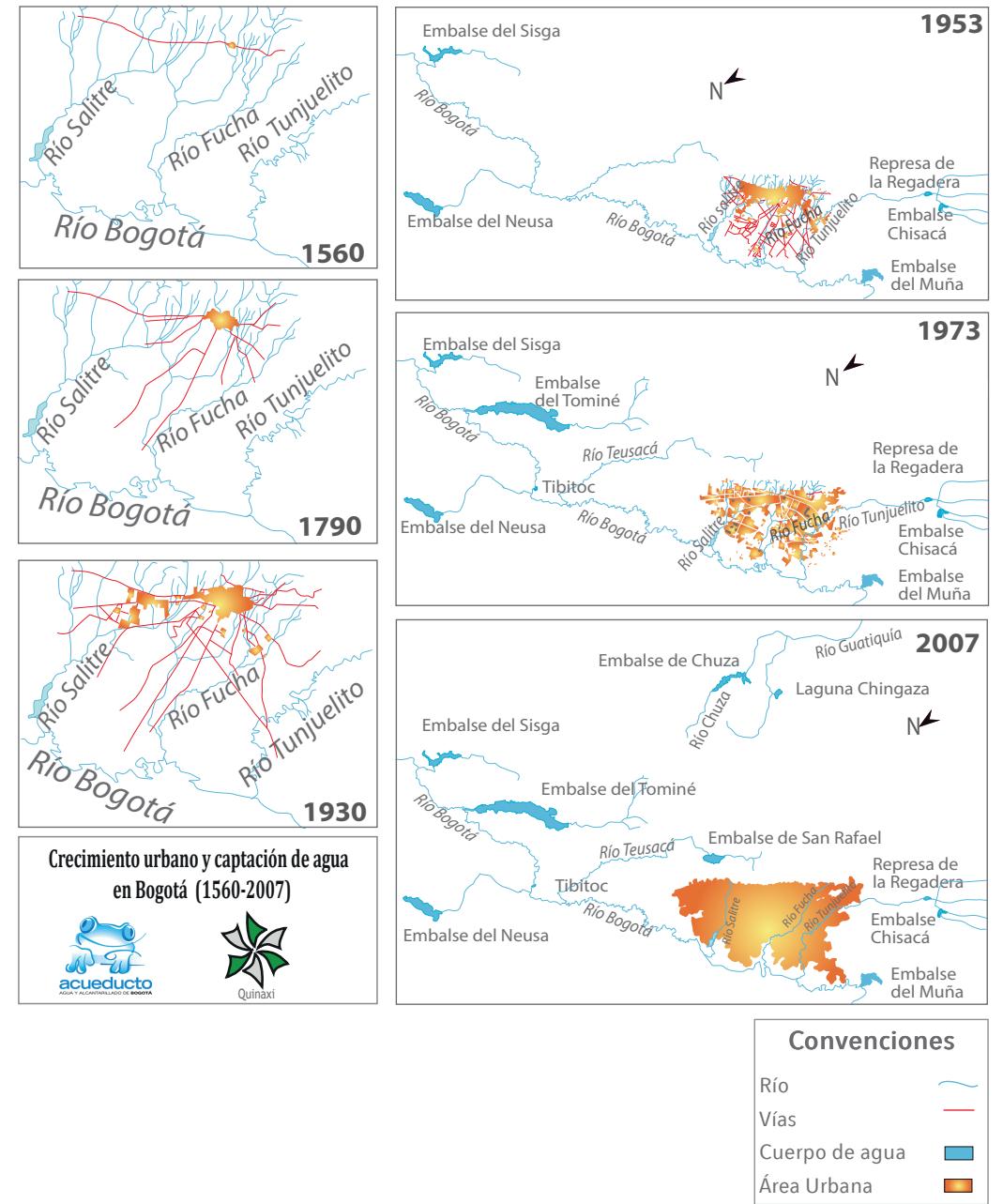


Figura 4.6. Crecimiento urbano y captación de agua de Bogotá (1584-2010).

Fuentes: Modificado de Gobernación de Cundinamarca, 2007. Mapa de cobertura vegetal. Secretaría de Planeación. EAB, 2003. El agua en la Historia de Bogotá. Villegas y Editores. MW 2013.

Actualmente la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAB) presta el servicio de agua a más de 8 millones y medio de habitantes de Bogotá y a 920.000 habitantes de municipios de la Sabana (Cubillos, 2009). En la Tabla 4.1 se muestran algunas características importantes del servicio de la EAB.

Características	Descripción
Población servida (Bogotá y municipios aledaños)	8.556.994
Porcentaje de cobertura de servicio (Bogotá)	99,5%
Porcentaje de colección de alcantarillado (Bogotá)	98,6%
Número de plantas de tratamiento agua potable	7
Capacidad de purificación	30,2 m ³ /s (2.611.440 m ³ /día)
Volumen de purificación promedio	14,65 m ³ /s (1.265.760 m ³ /día)
Capacidad de reservas de agua en servicio	571,600 m ³
Número de conexiones a hogares	1.650.406
Porcentaje de medidores instalados a usuarios	98,5%
Relación de agua no contabilizada (2012)	35,2%

Tabla 4.1. Características del servicio de acueducto y alcantarillado de la EAB.

Fuente: EAB y JICA, 2009; Cubillos, 2009; Dirección de abastecimiento EAB.

En la Tabla 4.2 se muestran las fuentes de agua concesionadas para la EAB en el 2013. Estas provienen exclusivamente de fuentes de agua superficiales con caudales concesionados vigentes de 22,04 m³/s, de los que se facturan 14,6 m³/s. Los sistemas de abastecimiento son Chingaza, Agregado Norte y Sumapaz. El sistema Chingaza aporta 14,4 m³/s, el 61% de todo el sistema. Recibe aguas del río Guatiquía, Chuza, la quebrada Leticia, quebradas del río Blanco y el río Teusacá. El Agregado Norte aporta 8 m³/s, el 36% de las fuentes de agua concesionadas, que corresponde al río Bogotá y que es tratada en Tibitoc. Finalmente el sistema Sumapaz tiene una concesión de aproximadamente 0,5 m³/s el 3% de todo el sistema. El sistema Sumapaz se abastece de las aguas de la cuenca alta del río Tunjuelo (ríos Curubital y Chisacá) (Ver Figura 4.7).

Sistema	Subsistema	Fuente de agua superficial	Municipio	Autoridad Ambiental	Caudal concesionado m ³ /s
Sistema Norte de abastecimiento Sistema Chingaza	Río Blanco	Río Guatiquía	Fómeque	UAESPNN	5,248
		Río Chuza			5,933
		Quebrada Leticia			0,3
		Quebrada el Mangón	La Calera		0,0839
		Quebrada Blanca	Choachí	Corporinoquía	0,09
		Quebrada Siberia I			0,085
		Quebrada Siberia II			0,006
		Quebrada Plumareña			0,023
		Quebrada Colorada I	Guasca	Corpoguavio	0,073
		Quebrada Colorada II			0,103
		Quebrada Cortadera			0,073
		Quebrada Horqueta			0,082
		Quebrada Piedras Gordas			0,179
		Quebrada Buitrago (Palacios)			0,322
	Teusacá	Río Teusacá (Embalse de San Rafael)	La Calera	CAR - Cundinamarca	0,9
Agregado Norte	Tibitoc-Aposentos	Río Bogotá, sector Tibitoc	Tocancipá		8
		Río Teusacá-Embalse* Aposentos	Sopó		1,5
		Quebrada Yomasa*	Bogotá, D.C		0,018
Sistema Sur	Cerros Orientales	Río San Cristóbal*	Localidad San Cristóbal, Bogotá, D.C	CAR - Cundinamarca	0,3
		Ríos Curubital y Chisacá (Río Tunjuelo)	Localidad Usme, Bogotá, D.C		0,543
Concesiones vigentes					22,0439

Tabla 4.2. Fuentes de agua superficial utilizadas por la EAB en los sistemas de abastecimiento de la ciudad de Bogotá y municipios vecinos.

* En trámite de renovación (pendiente acto administrativo). UAESPNN: Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales.

Fuente: Dirección de abastecimiento EAB, 2013.

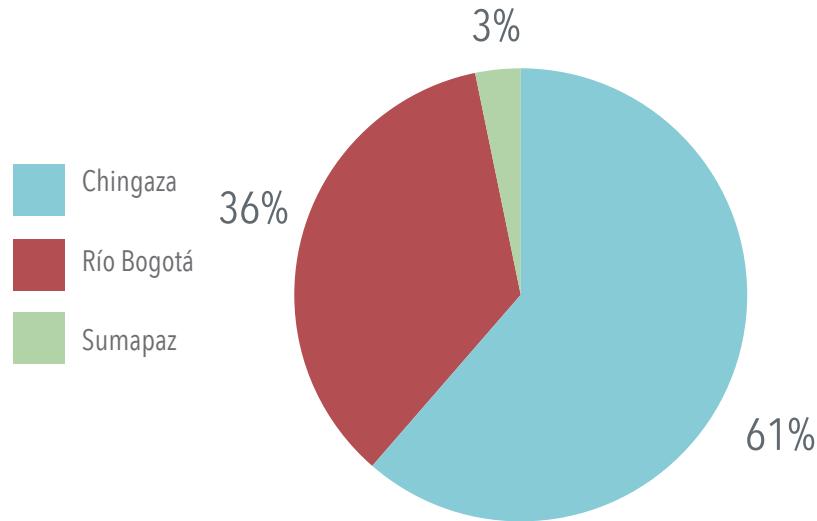


Figura 4.7. Concesiones vigentes del sistema de abastecimiento de agua superficial de la EAB.

Fuente: Dirección de abastecimiento EAB, 2013.

La Tabla 4.3 presenta las características básicas de los embalses de la cuenca del río Bogotá incluyendo el área de Chingaza. El embalse con mayor capacidad es el de Tominé con 691 MM³ que regula los ríos Aves, Siecha y Chipatá y en segundo lugar el embalse de Chuza con 223 MM³ de capacidad. El embalse de Aposentos recibe aguas del bajo Teusacá y solo se utiliza como contingencia cuando la calidad del agua del río Bogotá presenta condiciones desfavorables para su tratamiento en Tibitoc. En la Tabla 4.4 se muestran las características principales de las plantas de tratamiento para la potabilización operadas por la EAB.

Embalse	Entidad	Río	MM ³	Corrientes Reguladas	Funciones
Tominé	CAR	Tominé	691,0	Ríos Aves, Siecha, Chipatá	Abastecimiento, control de inundaciones y generación eléctrica
Sisga	CAR	Sisga	101,2	Río Sisga	Irrigación y abastecimiento.
Neusa	EEB	Neusa	101,0	Río Neusa	Abastecimiento e irrigación.
Aposentos	EAB	Teusacá	0,8	Río Teusacá	Abastecimiento.
Chuza	EAB	Chuza	223,0	Ríos Chuza, Guatiquía, quebrada Golillas	Abastecimiento.
San Rafael	EAB	Teusacá	70,0	Río Teusacá	Abastecimiento.
La Regadera	EAB	Tunjuelo	3,7	Ríos Curubital y Chisacá	Abastecimiento.
Chisacá	EAB	Tunjuelo	6,7	Ríos Chisacá y Mugroso	Abastecimiento
Laguna los Tunjos	EAB	Tunjuelo	2,4	Nacimiento río Chisacá	Abastecimiento.
Muña	EEB	Muña	41,2	Río Muña y quebrada Honda	Generación eléctrica.
TOTAL			1.241		

Tabla 4.3. Características de los embalses de la cuenca del río Bogotá.

Fuente: JICA, 2009; EAB, 2006. EEB: Empresa de Energía de Bogotá.

Plantas de tratamiento	Inicio de operaciones	Capacidad instalada (m ³ /s)	Total agua suministrada m ³ (2012)	% agua suministrada (2012)	Promedio mensual (2012)
Wiesner	1996	14,0	317.796.804,38	66,5	26.483.067
Tibitoc	1959	12,0	147.550.435,70	30,9	12.295.870
Vitelma	1938	1,4	-	-	-
San Diego	1943	0,21	-	-	-
La Laguna	1985	0,45	412.300,00	0,1	34.358
El Dorado	2001	1,6	11.655.573,77	2,4	971.298
Yomasa	2003	0,025	323.294,20	0,1	26.941
TOTAL		25.935	477.738.408,06	100,0	39.811.534

Tabla 4.4. Características de las plantas de potabilización que opera la EAB.

Fuente: Dirección de abastecimiento EAB, 2013.

Un indicador importante de la eficiencia en la administración del agua por parte de los operadores de acueductos, es el Índice de Agua No Contabilizada (IANC). Para la EAB en 1993 el índice fue de 39,3% es decir que las pérdidas ascendieron a 219 millones de m³ para ese año. Para el 2012, este índice presentó una reducción del 35%, con lo que las pérdidas se redujeron a 168 millones de m³. Sin embargo, la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) que regula el sector de agua potable y saneamiento básico, considera que el valor máximo recomendable para el IANC es del 30%.

En la Figura 4.8 se puede observar la evolución de la demanda histórica de agua en Bogotá desde 1939. El consumo crece de manera sostenida hasta 1994, año a partir del cual disminuye considerablemente como se explicó, hasta ubicarse en aproximadamente 15 m³/s en el año 2000.

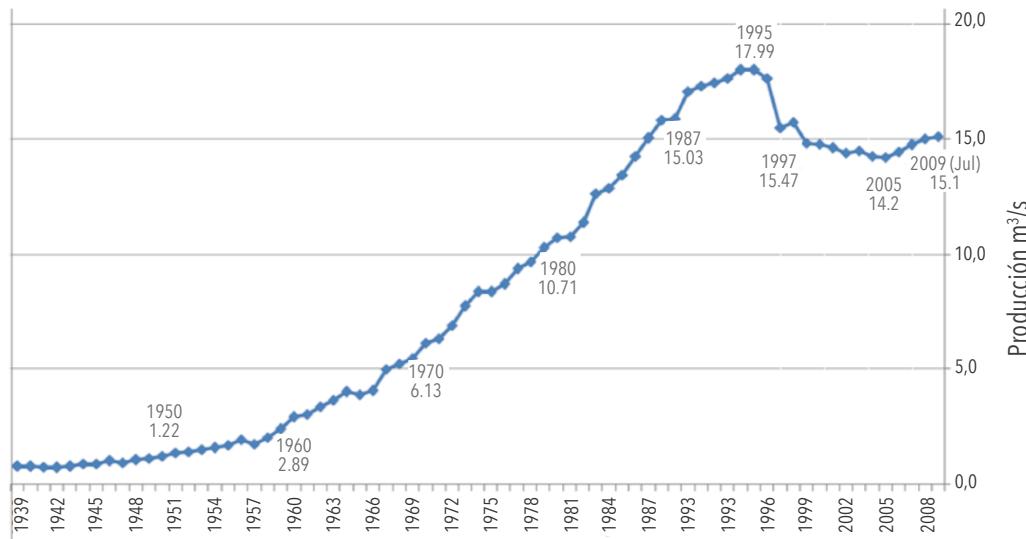


Figura 4.8. Demanda histórica de agua en Bogotá 1939-2008 (m³/s).

Fuente: Dirección Red Matriz Acueducto, Cubillos, 2009.

En la Figura 4.9 se muestra el consumo de los diferentes tipos de usuarios de agua en Bogotá en el periodo 1994-2012. Como puede apreciarse estos consumos son bastante estables y el mayor corresponde al sector residencial que se ubicó en el 79% en el 2012, seguido del comercial con el 11% y el 5,4% del industrial. En ese año el consumo del sector residencial de Bogotá fue de 9.796.147 m³ y el no residencial fue de 1.165.553 m³.

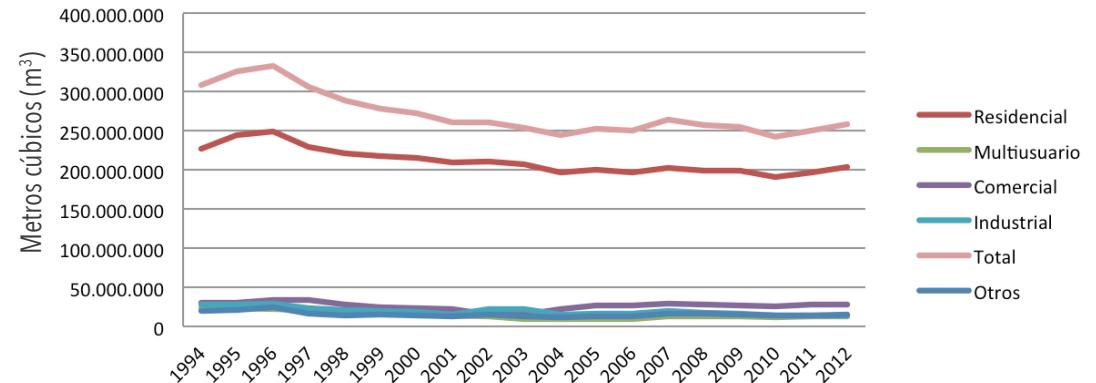


Figura 4.9. Consumo de agua diversos usuarios de Bogotá D.C.

Fuente: Elaboración propia.

Además del servicio que presta la EAB en el Distrito Capital, en el 2010 se registraron 33 acueductos comunitarios en la zona rural del Distrito, organizaciones que surgen de la necesidad de suplir sus necesidades básicas en un entorno particular donde la ocupación del espacio suele ser dispersa. De acuerdo con la Defensoría del Pueblo, en la localidad de Ciudad Bolívar operan nueve organizaciones comunitarias que requieren un mayor apoyo por parte del estado para fortalecer y capacitar sus organizaciones, además requieren inversiones para mejorar el servicio. La Defensoría también encontró que la mayoría del agua que prestan los acueductos comunitarios no alcanza los estándares de calidad que se requiere para agua potable (Pérez et al., 2011).

Aguas subterráneas

La Sabana de Bogotá dispone de un promedio de 20 m³/seg de aguas subterráneas, lo que equivale al 18% de la precipitación promedio que asciende a 800 mm/año. Es decir que los acuíferos reciben una recarga aproximada de 144 mm/año (JICA, 2003). La extracción de agua subterránea en la Sabana proviene principalmente de acuíferos poco profundos de origen cuaternario y se utiliza especialmente para la floricultura y la industria. Existen acuíferos más profundos del cretácico que todavía están por desarrollarse.

En la Sabana existen aproximadamente 7.000 pozos de los que se extraen alrededor de 3,7 m³/s para uso industrial y agrícola y 0,2 m³/s para consumo doméstico. Los pozos se encuentran principalmente en los ríos Bogotá, Bojacá, Subachoque, Chicú y Frío. El nivel freático disminuye a una velocidad promedio de 0,2 m/año (JICA, 2003).

En el estudio de JICA se encontró que existe un bombeo excesivo en el área del río Chicú por la alta concentración de pozos, esto puede ocasionar que en el futuro el agua se agote y ocurran fenómenos de subsidencia en el terreno. Para evitar estos problemas, el estudio propone que la cantidad extraída por bombeo debe ser menor a la recarga y que los pozos no deben estar concentrados en áreas pequeñas.

El agua de los acuíferos, especialmente la que proviene de fuentes de origen cuaternario, presenta altos contenidos de sulfuro de hidrógeno, manganeso y hierro. Aunque las concentraciones de estos elementos no exceden las normas colombianas, si sobrepasan la normas internacionales de la OMS (JICA, 2003). En el mismo estudio se encontraron en varios pozos con altas concentraciones de coliformes fecales, amoníaco y un alto pH, como resultado de la contaminación de los acuíferos por infiltración de aguas residuales superficiales.

La capacidad institucional para el manejo de los acuíferos no ha sido suficiente para controlar y monitorear a los diversos usuarios. Adicionalmente falta una coordinación interinstitucional efectiva entre las autoridades ambientales (JICA, 2003).

Ampliación del servicio a los municipios vecinos y a barrios desconectados

En forma paralela al desarrollo de las fuentes hídricas para abastecer la demanda de la ciudad, debido al crecimiento de la población y a la construcción del sistema de alcantarillado, la empresa se ha venido ocupando de otros dos temas fundamentales: la ampliación del servicio de acueducto hacia los municipios circunvecinos diferentes de los que pertenecen al Distrito Capital y la ampliación de la cobertura de los servicios hacia los barrios perimetrales, abarcando amplios segmentos de la población que habían carecido del servicio por sus pobres condiciones económicas o por su ubicación por fuera del perímetro de servicios.

Con respecto al primer frente, en 1971 se adelantaron conversaciones con los municipios de Soacha, Chía, Sopó y Cajicá. En los tres años subsiguientes se firmaron contratos con los dos primeros para proveerles los servicios de la empresa y en 1978 se concretó la prestación del servicio de acueducto a Cajicá, mediante una tubería derivada de Tibitoc.

Para 1979 el Concejo de Bogotá autorizó a la empresa a “suministrar agua potable a las zonas urbanas de los municipios de Funza, Madrid, Mosquera, Sopó y a la pro-

vincia del Tequendama”, proyecto que fue realizado en 1996. También se acordó que el costo del suministro del servicio sería asumido en su totalidad por los municipios y no debería implicar ningún tipo de erogación a la EAB, se prestó asesoría a los municipios de Cota, Chía, Cajicá y Gachancipá y se instaló la tubería de conducción de la Planta Wiesner hasta La Calera. De esta forma la empresa fue ampliando su área de acción a lo largo del tiempo, prestando sus servicios a los municipios de la Sabana (EAB, 2003, Tomo II p. 253).

La EAB presta actualmente el servicio de acueducto a Gachancipá y Soacha, a los que suministró en el 2012 más de 10 millones y medio de m³, con un incremento del 11% en 8 años. Además, la EAB suministra agua a los municipios de Chía, Cajicá, Mosquera, Funza, Madrid, Tocancipá, Sopó, La Calera y zonas industriales de Cota, Funza y Tenjo bajo el marco de acuerdos distritales de 1975 y 1979. En 1981 suscribió el primer contrato con Cajicá a un plazo de 20 años. Según la Resolución CRA 608 de 2012 define el contrato de suministro de agua en bloque como “un acuerdo de voluntades que tiene por objeto el suministro de agua potable por parte de un proveedor a un beneficiario, a cambio de una remuneración que cubra los costos del subsistema de producción, para que éste la transporte y/o distribuya y comercialice entre sus usuarios”. En nueve años (2003-2012) se duplicó un poco más del doble la venta de agua. En el 2003 la EAB vendió 11 millones y medio de m³ de agua y en el 2012 aproximadamente 25 millones m³.

Los municipios que demandan una mayor cantidad de “agua en bloque” en el 2012 fueron Chía con el 34% (casi 9 millones de m³), Mosquera y Cajicá cada uno con el 14% de la demanda (3 millones y medio de m³) y Funza con el 12% (3 millones de m³). Desde el 2003 Chía y Cajicá han duplicado su demanda y Mosquera y Funza la han triplicado (Ver Figura 4.10).

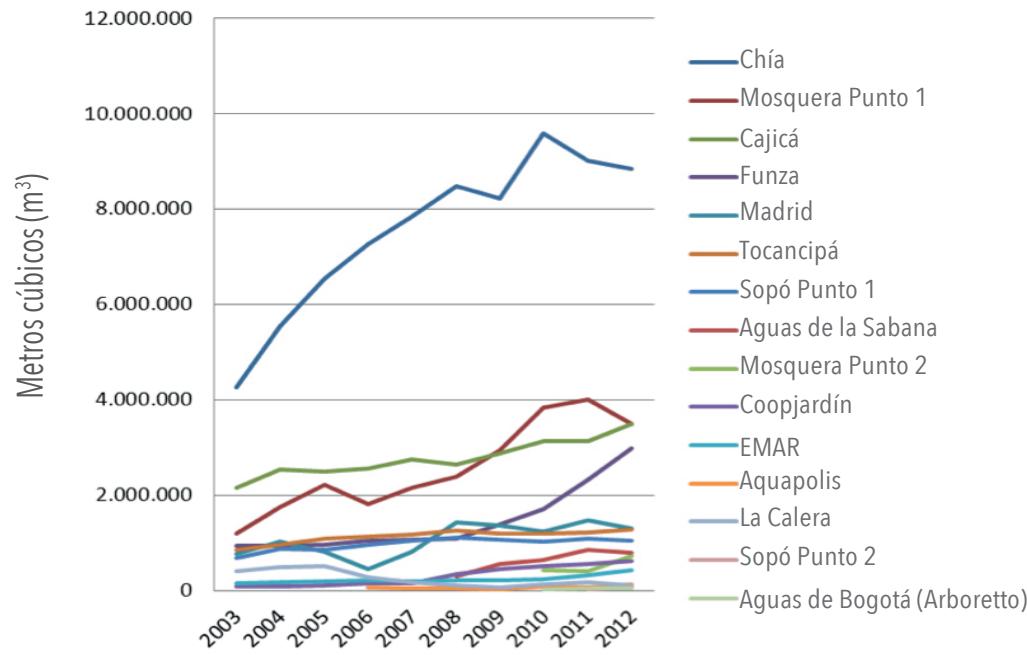


Figura 4.10. Demanda histórica de agua (m³) 2003-2012.

Fuente: Dirección de abastecimiento y Dirección de apoyo comercial EAB, 2013. Suministro de agua por fuera del perímetro Urbano: Aguas de la Sabana (Cota, Funza, Tenjo-zona industrial); Coopjardín (Bogotá, borde norte); EMAR (Soacha); Aquapolis (Tocancipá-predios aledaños a Tocancipá); Aguas de Bogotá (La Calera).

En relación con la ampliación de la cobertura de los barrios sin servicio de acueducto, especialmente de bajos estratos socioeconómicos, se contrató en 1972 un empréstito para atender cinco zonas ubicadas en la parte del sur oriente, Suba y Usme, que abarcó un área de 3.160 hectáreas con una población cercana a las 800.000 personas. En 1973 el perímetro sanitario se amplió hasta abarcar 24.000 hectáreas ubicadas en alturas inferiores a los 2.700 msnm y por fuera de las áreas inundables por las crecientes del río Tunjuelo. En 1977 se habilitó la planta de Vitelma para servir la zona sur oriental y la de Usme y en 1984 se amplió el servicio a Ciudad Bolívar mediante un crédito del BID.

En 1960 se inició el estudio para el Plan Maestro de Alcantarillado para la ciudad de Bogotá a cargo de las firmas Camp Dresser & McKee de Boston e Ingeniería Sanitaria de Bogotá, dicho estudio fue finalizado y entregado en 1962 y con él se definió el contexto de las obras para el manejo y control de las aguas lluvias y de las aguas servidas de la ciudad. En resumen: los proyectos más importantes que contenía dicho plan y que se realizarían en tres etapas fueron los siguientes:

La canalización de algunos sectores de los ríos San Francisco, Salitre, Quebrada los Molinos, río Seco, río San Cristóbal, Fucha, Negro y Jaboque, entre otros. Protección de la parte alta de la ciudad mediante la construcción de canales limitantes; algunos interceptores, entre éstos el de la Avenida Boyacá y el de Córdoba, las Américas, Fontibón y un emisario final al río Fucha y la construcción de dos estaciones de bombeo de aguas residuales en Fontibón y Salitre. La red de alcantarillado operaría de oriente a occidente y sus vertimientos se realizarían a los ríos Fucha, Salitre y Tunjuelo, las obras del plan maestro finalizaron en 1974 (EAAB, 2003, Tomo II, p. 196). En el Plan Maestro se identificaron adicionalmente como necesidades fundamentales de la ciudad y la región la rectificación del río Bogotá y efectuar los estudios pertinentes para el tratamiento de las aguas residuales producidas en la ciudad.

En 1972 el Consorcio Dresser y McKee – CEI – Planhidro efectuó un estudio interdisciplinario y comprensivo sobre el río Bogotá, el cual se caracterizó por analizar la problemática de diferentes sectores. Las principales conclusiones del estudio fueron:

- *El desarrollo de la ciudad debería orientarse, inicialmente, hacia los sectores de Fontibón, Suba, Engativá y Soacha y después de 1985 podría trasladarse al sector Funza-Mosquera, para lo cual se requería contar con un sistema de evacuación de aguas lluvias y negras.*
- *Rectificar, ampliar y profundizar el río Bogotá en el tramo Alicachín-Juan Amarillo y reducir la longitud del río de 100 km a 59,5 km entre el Puente del Común y Alicachín.*
- *Controlar las inundaciones en el río Tunjuelo mediante lagunas de amortiguación de los caudales pico, para lo cual era necesario que la empresa de acueducto adquiriera los predios necesarios. También proponía aprovechar el humedal Juan Amarillo para el mismo fin.*
- *Planear el tratamiento de las aguas residuales realizando los diseños para recoger y transportar estas aguas, mediante un interceptor que se construiría en varias etapas desde Torca hasta Alicachín.*
- *Se recomendó realizar un mantenimiento intensivo del sistema troncal de alcantarillado, debido a la pérdida de capacidad que presentaba por la falta de un programa de mantenimiento adecuado y permanente.*
- *Para el tratamiento de las aguas residuales se propusieron dos plantas de tratamiento de aguas residuales: una en Chía y otra en Tocaima.*
- *También se propuso que los municipios de la Sabana de Bogotá proveyeran sistemas*

de tratamiento a sus aguas residuales antes de verterlas al río Bogotá. De igual manera se recomendó tratar los efluentes industriales antes de verterlos al sistema fluvial.

- Por último planteó la necesidad de construir diques para separar las aguas bombeadas desde el río Bogotá al embalse del Muña, y devolverle a éste el carácter recreacional perdido por la contaminación con estas aguas.

En 1975 se iniciaron las obras del Plan Maestro de Alcantarillado y del Programa Integrado de Desarrollo Urbano de la zona Oriental de Bogotá, en el cual se realizaron obras de canalización de Contador, Limitante de las Delicias, La Perseverancia, Los Alpes, la Vieja, los Molinos, Chicó, Interceptor del Sur-ramal oriental e Interceptor del Tunjuelo-sector A.

En 1985, el Consorcio HIDROESTUDIOS – BLACK & WEATCH formuló el Tercer Plan Maestro de Alcantarillado, continuando lo recomendado en el estudio de Consorcio Dresser y McKee – CEI – Planhidro. En éste se hicieron estudios desde las diferentes perspectivas: social, económica, financiera, demográfica, de desarrollo urbano, ambiental y de ingeniería, para solucionar los problemas de manejo de aguas lluvias y residuales.

Las conclusiones más importantes que se establecieron en éste trabajo fueron:

- La incorporación de la zona del Tintal al perímetro de servicios de acueducto y alcantarillado, para evitar la expulsión de más de un millón de personas a los municipios vecinos a Bogotá.
- La realización del primer estudio de tormentas de la Sabana de Bogotá, con el fin de mejorar los diseños de la red de alcantarillado, para evitar las inundaciones producidas por el río Bogotá y la falta de capacidad del alcantarillado para evacuar las aguas lluvias.

Para ello se realizaron análisis de la variación espacio-temporal de las lluvias, en un modelo lluvia escorrentía para obtener los caudales respectivos, para su utilización en la modelación del tránsito de creciente, con el fin de establecer los niveles de inundación. Los resultados obtenidos para el manejo del drenaje de las aguas lluvias fueron; la rectificación y ampliación del cauce del río Bogotá desde Juan Amarillo hasta Alicachín para que contuviera eventos de lluvias con períodos de retorno de 100 años y la construcción de la laguna de la Magdalena para amortiguar las crecientes del río Fucha antes de su desembocadura al río Bogotá, la cual trabajando con los embalses del Tunjuelo Medio y la laguna del Juan Amarillo, permitiría entregar crecientes amortiguadas de cada uno de los principales drenajes urbanos al río Bogotá.

- Se sectorizó la ciudad para establecer los sistemas troncales de cada una de las ocho

subcuencas en las cuales está dividida: Torca, La Conejera, Salitre, Jaboque, Fucha, Tintal, Tunjuelo y Soacha.

- Para el drenaje de la parte norte de la ciudad se recomendó que las aguas lluvias debían conducirse por el canal existente de Torca, el cual desemboca en el río Bogotá aguas arriba de la desembocadura del río Frío, cruzando el Club Guaymaral. Para el drenaje de las aguas residuales, se planteó el denominado Interceptor Torca – La Conejera, el cual utilizaba el bombeo de las aguas residuales para cruzar la divisoria entre las cuencas de Torca y del mismo río Bogotá y las conducía hasta el Interceptor río Bogotá (IRB). El interceptor Torca – La Conejera recibiría los interceptores La Conejera y Suba – Tibabuyes en su ruta hacia el IRB.
- En la cuenca del Salitre se proyectó la continuación de las obras del interceptor izquierdo, el cual descargaría las aguas residuales en el Interceptor del río Bogotá y el Canal Salitre, que entregaría sus aguas al humedal Juan Amarillo, el cual ayudaría a amortiguar las crecientes antes de entregarlas al río Bogotá.
- En la cuenca del Jaboque se planeó el canal del mismo nombre, que descargaría en el río Bogotá y el Interceptor llamado de igual manera, que entregaría las aguas residuales al IRB.
- Para la cuenca del río Fucha se proyectó la continuación del canal y para la amortiguación de las crecientes del río la construcción de la laguna la Magdalena y el interceptor del mismo nombre que descargaría las aguas residuales al IRB.
- Para la cuenca del Tintal se planteó que para drenar las aguas lluvias se construyera un canal que desembocaría en el Río Tunjuelo y para aguas residuales los interceptores del alto y bajo Tintal conducirían sus aguas hasta el IRB.
- En la cuenca del río Tunjuelo se hicieron los prediseños de los interceptores de Chiguaza, Tunjuelo Alto Derecho, Tunjuelo Alto Izquierdo, Limas, Tunjuelo Bajo Derecho y Tunjuelo Bajo Izquierdo, que habrían de descargar las aguas residuales al IRB. A nivel de diseño y construcción se llevó a cabo la primera etapa del Tunjuelo Medio, que cubre el sector de los embalses de amortiguación. Se analizó una vez más la conveniencia del embalse de Cantarrana y se adelantaron diseños a nivel de factibilidad de los canales de Chiguaza y Limas (HMV Ingenieros, 2002).
- Para la cuenca de Soacha se proyectó el emisario Terreros-Soacha, el canal y los interceptores de Soacha, el canal y los interceptores de Canoas y el canal y los interceptores de Alicachín.
- Los diseños de factibilidad del Interceptor del río Bogotá.
- Se recomendó construir una planta de tratamiento en Canoas e implementar un programa de control de vertimientos industriales.

- De acuerdo con los estimativos económicos realizados para el estudio, el costo de construir el Interceptor del río Bogotá sería de US\$ 330 millones, las obras de tratamiento US\$ 680 millones, la adecuación del río Bogotá US\$ 55 millones y las troncales de aguas lluvias y negras US\$ 225 millones para un total de US\$ 1.290 millones (HMV Ingenieros, 2002).

Con el proyecto Bogotá IV se dio inicio al desarrollo de grandes obras de ingeniería para optimizar el sistema de acueducto y alcantarillado de la ciudad. Con ellas se buscaba aumentar el suministro de agua, ya que desde 1984 la ciudad requería una ampliación con un caudal 2,3 m³/seg, debido a los problemas de déficit en la distribución a cerca de dos y medio millones de habitantes, de los cuales el 15% no tenían cobertura del servicio (EAB, 2003, Tomo III, p. 35). El proyecto Bogotá IV buscó garantizar el suministro y distribución del servicio de acueducto hasta el año 1995, ampliando las conducciones y redes de distribución desde redes matrices hasta redes secundarias para cubrir las zonas que no tenían servicio y mejorar la presión en aquellas que ésta era baja y garantizar el suministro a zonas lejanas. Este proyecto con los correspondientes análisis financieros fue aprobado por el Gobierno Nacional; el Departamento Nacional de Planeación; la Alcaldía de Bogotá y la Empresa de Acueducto para garantizar la construcción de las obras, de acuerdo con el documento DNP-2.361 –UINF del 12 de abril de 1988. El costo total de sus inversiones, se estimó en US\$ 336.5 millones.

Las obras más importantes de este programa se realizaron en el sector de acueducto y fueron:

- **Túnel Los Rosales.** Con el objetivo de mejorar la distribución de agua en las zonas sur-orientales y sur-occidentales de la ciudad. Tiene una capacidad de 9 m³/seg y una longitud de 9,1 km. Su recorrido se inicia en Usaquén y llega hasta el Parque Nacional, finalizando en cercanías al monumento del Silencio, y desde este punto se distribuye a la ciudad por medio de las redes matrices. El costo total de esta obra fue de US\$ 20 millones y \$ 500 millones en obras adicionales para evitar las sobrepresiones en el túnel y poder así garantizar su correcta operación.

- **Las líneas de conducción Silencio- Casablanca, Silencio- Vitelma y Wiesner-Suba.** Para éstas redes matrices se construyeron 85,72 km de tuberías. El costo de la línea el Silencio - Casablanca fue de US \$6,3 millones y \$1.486 millones de pesos en obras adicionales para su adecuado funcionamiento. Con ésta obra se logró garantizar el suministro a diferentes barrios del sur de la ciudad como son: Bosa, Ciudad Bolívar, Tunjuelo y parte de Soacha. Las obras de las líneas Silencio- Vitelma y Wiesner-Suba costaron \$9.245 millones de pesos; la primera línea llega hasta la

planta Vitelma y desde allí, por medio de una estación de bombeo, eleva el caudal hasta el tanque de Juan Rey, para su distribución a sectores altos del sur y sur-oriente de la ciudad. La segunda línea se inicia desde Santa Ana en Usaquén y finaliza en el tanque de Suba, para suministrar agua al sector del mismo nombre y parte occidental de la ciudad. Con estas obras la ampliación en las redes de distribución fue de 3,2 m³/s (EAB, 2003, Tomo III p. 48)

- Se amplió la capacidad de almacenamiento por medio de la construcción de tres tanques para ese propósito: El Silencio con una capacidad de 30.000 m³; Sierra Morena (7.300 m³) y Cazucá (10.000 m³), para un total fueron 47.300 m³. También se habilitó la planta de tratamiento de El Dorado.

• La obra más importante del programa Bogotá IV fue la construcción del Embalse de San Rafael, el cual fue diseñado por la firma INGETEC S.A y construido por el Consorcio Cogefar-Construzioni Generali, SPA. Las obras iniciaron en abril de 1992 y finalizaron en diciembre de 1995, con un costo total de US\$110 millones y una capacidad es de 75 millones de m³. Aunque la idea de construir el embalse se planteó años atrás, su ejecución ayudó no solo a regular los ríos Teusacá y Blanco, sino a aumentar el suministro de agua de la ciudad en 2.5 m³/seg y a mejorar las condiciones de operación del sistema Chingaza pues la entrada en operación del embalse permitió la realización de las obras de revestimiento del túnel Ventana-Simaya. La vulnerabilidad del túnel Simaya fue apareciendo durante su operación debido a los deslizamientos que se presentaron, siendo el más crítico el ocurrido en agosto de 1992, cuando un alud de 2.000 m³ destruyó cerca de 20 metros del túnel. Bogotá atravesó una dura crisis que fue necesario afrontar con las siguientes medidas: se declaró la emergencia sanitaria; hubo racionamientos de agua durante 8 días; se declararon vacaciones en los colegios y universidades; la planta de tratamiento de Tibitoc operó a su máxima capacidad y a los habitantes de la ciudad se les recomendó el uso eficiente del agua. También se establecieron mecanismos de premios y castigos para incentivar el ahorro de agua. La construcción del embalse incluyó obras ambientales y paisajísticas, ya que en el sitio funcionaba un parque, el cual fue reubicado y se realizaron campañas de reforestación para mitigar el impacto ambiental (EAB, 2003; Tomo III pág. 77).

Las obras principales del programa Bogotá IV en el campo del alcantarillado consistieron en la construcción de colectores de aguas lluvias y residuales en los sectores de: La Gaitana, La María y la Campiña y la construcción del alcantarillado residual para el sector de Casablanca. La obra más importante fue la construcción del Interceptor del Tunjuelo, cuya realización contribuyó a la descontaminación del río Tunjuelo y al control de las inundaciones de aguas residuales y lluvias que se presentaban en el sector, debido a que las viviendas estaban ubicadas a un nivel más bajo que el del río.

El Interceptor del río Tunjuelo recoge las aguas residuales que anteriormente se descargaban a la Quebrada la Chiguaza y al río Tunjuelo y los conduce hasta el río Bogotá; son 7,7 km de tubería de 2,45 m de diámetro interno y con una capacidad de 6,5 m³/seg y una estación de bombeo. Ésta obra de gran importancia para mejorar las condiciones de salubridad, al permitir que se construyeran las redes de alcantarillado sanitario y pluvial de la zona.

La finalización del programa Bogotá IV hizo posible continuar el mejoramiento en el suministro y los parámetros de operación de la EAB, pero la ampliación del alcantarillado quedó rezagada y por tanto también, el tratamiento de las aguas residuales. La contaminación del río Bogotá había venido aumentando con el crecimiento de la ciudad y otras poblaciones de la Sabana y el incremento de las actividades industriales en la región. Con respecto a este tema, se propuso la construcción de plantas de tratamiento antes de la desembocadura de los ríos Salitre, Fucha y Tunjuelo en el río Bogotá.

El Programa Bogotá V propuso proyectos para la adecuación del río Bogotá, la ampliación de las redes troncales de alcantarillado que se venían identificando en el Plan Maestro de Alcantarillado y la construcción de las obras previstas en su segunda etapa del plan. También se incluía la construcción del Interceptor del río Bogotá y la modernización de la empresa. Sin embargo, el programa Bogotá V, no se pudo realizar debido a que la EAB entró en una grave crisis financiera e institucional; las tarifas de los servicios alcanzaban sólo para cubrir los costos de producción, el nivel de endeudamiento y el pasivo pensional eran muy elevados y las pérdidas se incrementaron del 22% al 40%.

Debido al decaimiento institucional y la crisis financiera que presentaba la EAB, la Nación se comprometió a refinanciar su deuda, que en ese momento ascendía en 173 millones de dólares (EAB, 2003, Tomo III, p. 194), con el compromiso de que la empresa cumpliera un plan de desempeño cuyo objetivo principal era asegurar su sostenibilidad financiera.

El plan de desempeño, consistió, en síntesis, en la elaboración de un plan de inversiones en el sector de acueducto y alcantarillado, la aplicación de políticas de austeridad en el gasto, aumento de los ingresos, vigilancia de las obras en los sistemas de acueducto y alcantarillado, además de la presentación de informes trimestrales para verificar el estricto cumplimiento de lo estipulado. Para ello se constituyó un comité de seguimiento conformado por delegados del Ministerio de Hacienda, del Ministerio de Desarrollo Económico, del Departamento Nacional de Planeación, de FINDETER y de la EAB. Los

compromisos pactados deberían ser de estricto cumplimiento y cualquier modificación al plan de inversiones debía estar sujeta a aprobación de la Nación.

Para garantizar el abastecimiento futuro de la ciudad y el aumento de los ingresos por concepto de la venta de agua “en bloque” a empresas, otros usuarios y otros municipios, se proyectó la ampliación de la planta de tratamiento de Tibitoc, para lo cual se firmó un contrato de concesión por 20 años, desde 1998 hasta el 2018, para la operación de la planta con una forma de pago definida por una tarifa por metro cúbico de agua tratada a satisfacción del cliente. Además de la operación de la planta, el concesionario debería presentar el plan de inversiones para los 20 años y realizar la optimización de la planta para producir hasta 10,5 m³/seg de agua tratada y la rehabilitación de los 34,5 km de la tubería Tibitoc-Casablanca, con un diámetro de 78 pulgadas.

A partir de este momento la EAB pasó por una restructuración y con la promulgación de la Ley 144 de 1994 y el cambio de la estructura tarifaria y la vigilancia de la misma por parte de la Superintendencia de Servicios Públicos, la empresa logró superar la crisis financiera e institucional que atravesaba y ejecutó proyectos de mejoramiento y fortalecimiento en acueducto y alcantarillado.

El plan se denominó Santa Fe I, y fue aprobado por el Concejo de Bogotá en 1995, conjuntamente con la autorización para la consecución de un crédito con el Banco Mundial de US\$145 millones. La construcción de las obras de alcantarillado definidas en el Programa Santa Fe I, implicó importantes inversiones que ayudaron a mitigar los problemas ambientales que se estaban generando en los diferentes humedales de la ciudad debido a las descargas de aguas residuales. Sin embargo, otro grave problema fue aumentando en la medida en que la población y las actividades de la ciudad y de la región crecían; la contaminación de sus corrientes de agua.

Su ejecución se llevó a cabo en dos fases: la primera de 1996 a 1999 y la segunda etapa de 2000 a 2002. Sus componentes fueron los siguientes:

- *La construcción del túnel alterno de Usaquén para optimizar y reducir la vulnerabilidad de la red matriz de la ciudad y su dependencia del sistema Chingaza. También se amplió la capacidad de almacenamiento de la ciudad con la construcción de los tanques: Jalisco, Volador, Castillo, Quiba y Suba, los cuales abastecen al 70% de la población.*
- *Construcción del Interceptor Torca-Salitre, que comprende 35 km de interceptores y drenajes en el Salitre, Jaboque, Tinal y Tunjuelo.*
- *Construcción del “box culvert” del sistema Salitre y obras complementarias, cuya*

finalidad es transportar las aguas residuales hasta la PTAR que se construyó, mediante un contrato de concesión, en su desembocadura en el río Bogotá y eliminar la descarga al humedal Jaboque.

- Provisión del sistema de bombeo de aguas residuales en Gibraltar y Salitre, además la ampliación del sistema de bombeo de Villa Gladys y Fontibón.
- Construcción de una laguna de amortiguación de crecientes en Fontibón con capacidad de 730.000 m³.
- Rehabilitación de 11 km de diques del río Bogotá en las zonas de Fontibón y Tinal.
- Ampliación de las redes de tuberías secundarias y rehabilitación de 300 km de redes de acueducto y 47 km de alcantarillado que se encontraban en mal estado por su edad y el deterioro de sus materiales de construcción.
- Se llevó a cabo el proyecto de fortalecimiento institucional que ayudó a mejorar las condiciones de operación y organización de la empresa. Este proyecto ayudó a consolidar la institucionalidad y la operación de la actual EAB. La inversión se realizó en diferentes frentes como la reducción del agua no contabilizada, el uso eficiente del agua, la adquisición de equipos de laboratorio, telecomunicaciones e hidroclimatología y la puesta en marcha de políticas de austeridad del gasto, contratación de personal, transparencia en los procesos de contratación y de mejoramiento en tiempo de respuesta a los usuarios. Estos procesos implicaron la adquisición de software empresarial de apoyo en la operación y el control de gastos. El alcance de este fortalecimiento se proyectó en áreas como los diseños, la estimación de las tarifas, la rehabilitación de alcantarillados en el sistema de información geográfica de la ciudad, en el sistema de control de inundaciones y en la realización de auditorías financieras enfocadas en facturación y recaudo.
- Desarrollo de proyectos para la protección y recuperación de humedales y mitigación del impacto ambiental en los mismos.

La descontaminación del río Bogotá

A lo largo del tiempo se han realizado acciones para reducir la contaminación de la red hídrica de la ciudad, que han ayudado a mejorar su sistema de alcantarillado. Así por ejemplo, el sistema de tormentas de la Sabana de Bogotá, que desde la década de 1980 se ha ido fortaleciendo, es hoy una herramienta fundamental para el diseño de la red de alcantarillado pluvial de la ciudad. Sin embargo, otros factores, como los usos inconvenientes del suelo y la extensión del área de la ciudad, han hecho que su superficie sea

apropiada para la producción de grandes volúmenes de agua en época invernal, lo que aunado al mal uso del sistema de alcantarillado por la carencia de cultura ciudadana sobre su importancia y adecuado manejo, convierten el sistema de drenaje y alcantarillado en depósito de basuras que afectan su buen funcionamiento.

El Interceptor del río Bogotá (IRB) es el proyecto más importante para recolectar las aguas negras de la ciudad para conducirlas hasta las plantas de tratamiento. El proyecto se dividió en tres sectores: el primero Torca-Salitre, con una longitud de 10,7 km, se construyó entre el año 2000 y el 2002. Este tramo del Interceptor recoge las aguas servidas de las cuencas hidrográficas de Torca, Guaymaral, Conejera y Juan Amarillo (sector norte), para finalmente conducirlas a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) El Salitre.

El segundo tramo del IRB, está constituido por el Interceptor Engativá-Cortijo y fue construido entre los años 2007 y 2009. Tiene una longitud de más de cuatro kilómetros y recoge las aguas residuales del sistema de bombeo Villa Gladys y las descargas del sector de Engativá, para conducirlas hasta la PTAR Salitre.

El tercer tramo es el Interceptor Fucha-Tunjuelo, que recoge las aguas residuales de las cuencas Fucha y Tinal, es decir las aguas del Interceptor del Sur y los interceptores de Fucha y Kennedy, y evita el vertimiento de aguas residuales al río Bogotá, que antes se hacía por medio de la estación de Bombeo Gibraltar, para transportarlas hasta al interceptor Tunjuelo - Canoas, que llevará las aguas residuales al sitio donde finalmente se ubique la PTAR Canoas. Las obras del interceptor finalizaron en el año 2009 y las obras complementarias finalizaron en el año 2010.

El Interceptor Tunjuelo Canoas (ITC) es un túnel que se inicia desde la estructura de unión de llegada de los interceptores Fucha - Tunjuelo y Tunjuelo Bajo, hasta el sitio denominado Canoas. Los diseños del túnel se realizaron siguiendo la alineación de la ribera del río Bogotá, pasando por el municipio de Soacha.

Las obras que componen el ITC son: un túnel con una longitud aproximada de 8 km y 4,2 m de diámetro, la construcción de 10 pozos de inspección; un túnel de emergencias Canoas-río Bogotá, desde aguas abajo de Alicachín hasta el sitio conocido como El Charquito, con una longitud de 3,3 Km y capacidad 40 m³/seg; incluyendo una estructura de entrega directa al río Bogotá. El Interceptor Soacha, de 3 km de longitud y diámetros entre 0,4 a 1,3 m, que entrega las aguas residuales del Municipio de Soacha al río Bogotá. Las obras complementarias son las que recogen todas las conexiones del sector para unirlas al ITC y

todas aquellas necesarias para garantizar la operatividad de la red de interceptores así configurada. En la Figura 4.11 se presenta un esquema con la localización de los Interceptores mencionados e indica la ubicación prevista inicialmente para la PTAR Canoas.

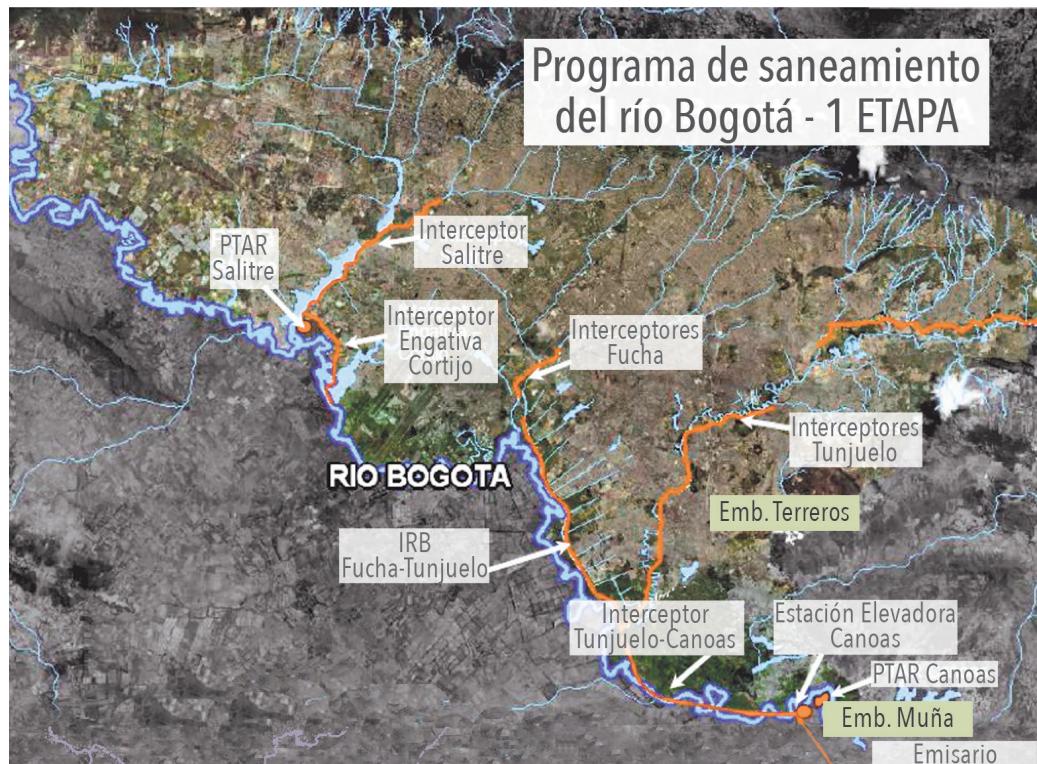


Figura 4.11. Esquema de localización de las obras de saneamiento del río Bogotá (EAB, 2009).

Fuente: Elaboración propia.

La ejecución de estas obras ha presentado muchos inconvenientes, el más reciente ha sido un error de planeación y control al no haberse efectuado la compra del predio donde se localiza el pozo de inspección Número 12, puesto que allí se había planeado la extracción de las dos máquinas tuneladoras que construyeron el túnel del interceptor que se encuentran a 63 y 69 metros de profundidad. La solución de este problema es indispensable para poder finalizar y dar al servicio el ITC. Por su parte la CAR ha argumentado desde septiembre de 2011, la falta de presentación de los estudios ecológicos y ambientales correspondientes.

Otra dificultad grave ha surgido con respecto a la localización de la PTAR Canoas ya que la EAB ha manifestado recientemente su desacuerdo con el sitio escogido y propone que se construya en el sector de Carboneras, en la desembocadura del río Tunjuelo.

Adicionalmente ha surgido otro problema que tiene que ver con la construcción y operación de la estación de bombeo Canoas; la EAB considera que no es su responsabilidad construir esa estación puesto que no contribuye a la descontaminación del río, dado que su fin principal es contribuir a la generación de energía. Además considera que el aporte que ofrece Emgesa al proyecto es insuficiente pues llega apenas a los \$84.000 millones, cuando el costo total de la obra asciende a \$327.000 millones de pesos. También la EAB considera que legalmente no puede pagar los costos de operación de la estación que se estiman en \$26.127 millones anuales, puesto que la Empresa no puede subsidiar obras para beneficio de otro servicio, a lo cual se añade la ampliación de la concesión de aguas que beneficiaría a Emgesa¹¹¹. Como resultado de esta situación, el programa de descontaminación del río Bogotá, ha dejado de ser un asunto técnico, para pasar a las instancias jurisdiccionales. Es claro que para llegar a una solución jurídica y técnica apropiada, las instancias judiciales tendrán que asesorarse de manera muy cuidadosa y profesional para poder definir la mejor solución para este problema, que afecta gravemente la calidad de vida de los habitantes de la región, en especial los de la Cuenca Baja.

El ordenamiento territorial y la visión regional en Bogotá, D.C.

La sostenibilidad territorial implica una aproximación compleja a la gestión del territorio, sus atributos y sus recursos. El paso a la consideración de territorios definidos por propósitos o proyectos específicos ha hecho imperativo que el ordenamiento del territorio trascienda los límites municipales y por tanto ha reforzado la necesidad de conformar asociaciones de entes territoriales que hagan posible adoptar visiones territoriales más amplias para tratar temas y proyectos de alcance regional, como por ejemplo la adopción y la articulación de determinantes ambientales o la gestión integrada del agua. En este sentido el Distrito Capital ha formulado recientemente instrumentos de planificación que destacan la Estructura Ecológica Principal como la base ecosistémica del territorio

11. El Espectador, 13 de noviembre de 2012. La última pelea del Acueducto por el Río Bogotá. Recuperado el 13 de noviembre de 2012. URL: <http://www.elespectador.com/noticias/bogota/articulo-386807-ultima-pelea-del-acueducto-el-rio-bogota>

y el agua como eje del ordenamiento del territorio y los usos del suelo e intentado varias alternativas de asociación.

El ordenamiento territorial en el Distrito Capital

En el 2011 la Secretaría Distrital de Ambiente, SDA y la Universidad Distrital presentaron un diagnóstico de la dimensión ambiental del POT del Distrito Capital. En el documento resaltan la débil formulación de los determinantes ambientales y su ejecución. El ordenamiento del territorio del Distrito no ha obedecido a la consideración de factores que garanticen un desarrollo sostenible. Los POMCAS y el Plan Maestro del Acueducto y Alcantarillado de Bogotá no están articulados con el POT. Los proyectos de desarrollo urbano no cuentan con un concepto técnico de la autoridad ambiental y el seguimiento y monitoreo de la gestión del POT es prácticamente inexistente (SDA y Universidad Distrital, 2011).

En el POT del Distrito Capital (Decreto 190 de 2004) se menciona como una de las estrategias de ordenamiento territorial la consideración de una “Estructura Ecológica Principal” (EEP) que tiene como función “sostener y conducir la biodiversidad y los procesos ecológicos esenciales a través del territorio del Distrito Capital, en sus diferentes formas e intensidades de ocupación, y dotar al mismo de bienes y servicios ambientales para el desarrollo sostenible”¹¹². Las áreas que conforman la EEP según el Decreto son: el Sistema de Áreas Protegidas del Distrito Capital, los parques urbanos, los Corredores Ecológicos (asociados al sistema hidrográfico) y el Área de Manejo especial del río Bogotá. De las áreas protegidas declaradas hasta ahora tan solo el 15% cuentan con Planes de Manejo formulados. Además, desde que se expidió el POT hace casi 10 años, no se ha implementado un solo corredor (SDA y Universidad Distrital, 2011).

En este documento Gallo (2011) propone como lineamiento para el ordenamiento del territorio del Distrito Capital que se adopte “El agua como fin de la política de ordenamiento: El agua será eje de las políticas urbanas y ambientales. La conservación de fuentes de agua, el tratamiento de aguas servidas, la recuperación de la permeabilidad del suelo, la defensa de los acuíferos y sus áreas de recarga, implicarán transformaciones en la forma de urbanizar el ordenamiento territorial, cambios en los materiales,

12. El concepto de Estructura Ecológica Principal fue propuesto por Van der Hammen y Andrade, 2003. Estructura Ecológica Principal de Colombia. Primera Aproximación. IDEAM, MAVDT.

en la forma de construir infraestructura de conducción de aguas lluvias, entre otros” (p. 131). La nueva propuesta de revisión del POT del 2012 recoge este planteamiento.

La administración actual del Distrito Capital propone los siguientes objetivos principales en la revisión del POT (2012); reconocer la articulación con las ciudades de Cundinamarca por medio de la gestión de proyectos económicos regionales, mejorar la seguridad alimentaria, la integración a través de los ecosistemas de importancia hídrica de la sabana de Bogotá y la sostenibilidad ambiental y económica a largo plazo, además de definir un Plan de Ordenamiento Territorial y Ambiental Regional (POTAR). En el documento se hace énfasis en la importancia de ordenar el territorio en torno al agua, para lo cual propone la consideración de la definición y gestión de áreas de importancia ecosistémica que contribuyan a la regulación del ciclo hidrológico. Expresamente señala la importancia de las siguientes: El corredor ecológico regional del río Bogotá, los nacimientos de agua, los humedales, las áreas de recarga de acuíferos, los embalses, los ríos y quebradas con sus ronda hidráulica; y los páramos y subpáramos no declarados como áreas protegidas. En lo que respecta al suelo urbano se propone “garantizar la sostenibilidad ambiental y la habitabilidad del área urbana a partir del reconocimiento de los espacios del agua como los elementos del ordenamiento del territorio...”.

Como conclusión queda claro que la nueva revisión del POT del Distrito Capital tiene como uno de sus criterios principales la integración regional con base en el ordenamiento del territorio y el agua.

La visión regional en el Distrito Capital

La gestión del territorio con visión regional es una de las aproximaciones para el desarrollo sostenible en muchas ciudades del mundo. En la región Bogotá-Cundinamarca han existido varios intentos para adelantar una gestión territorial regional. Sin embargo, no se ha logrado generar una relación efectiva y de confianza entre las escala local y regional.

El POT del Distrito Capital formulado por el Decreto 619 de 2000 propuso “generar una integración del Distrito Capital con el territorio de la región de la Sabana” para definir una propuesta de agrupación regional conocida como Región Capital. En el 2001 se inicia la “Mesa de Planificación Regional Bogotá-Cundinamarca” (MPRBC), una iniciativa que surge entre el Alcalde de Bogotá, el Gobernador de Cundinamarca y el Director de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) para “fortalecer lazos de cooperación y promover el desarrollo económico y social del territorio”. En la MPR

participó el Centro de las Naciones Unidas para el Desarrollo Regional (UNCRD) y el DNP durante el 2001-2007.

En el 2001 se crea el Consejo Regional de Competitividad Bogotá-Cundinamarca que se transformó posteriormente en la Comisión Regional de Competitividad (CRC) bajo el marco del Sistema Nacional de Competitividad que es “una organización dedicada a formular y desarrollar la visión económica regional de largo plazo, a partir de consensos público privados que generen identidad y compromiso colectivo para que Bogotá y Cundinamarca sea una de las primeras regiones de Latinoamérica por su calidad de vida” constituida por la Alcaldía Mayor de Bogotá, el Departamento de Cundinamarca y la Cámara de Comercio de Bogotá (CRC, 2013; Decreto 2828 de 2006). Posteriormente en el 2008 la gobernación de Cundinamarca crea la Secretaría de la Región Capital e Integración Regional.

Desde su fundación la CRC ha formulado una serie de planes regionales de competitividad (2004-2014, 2008-2019, 2008-2012, 2010-2019) sobre la base de la articulación de esfuerzos técnicos y financieros de 1.800 organizaciones de los sectores público, empresarial, académico y cívico-social de la región. En el 2008 se realizó un diagnóstico de los avances de los 57 proyectos que se propusieron: tan sólo el 9% (5) fueron ejecutados, el 84% estaban en fase de ejecución y 7% en etapa de formulación (CRC, 2010). En el plan regional de competitividad 2010-2019 de la CRC revisaron los proyectos y presentaron cuatro estrategias: 1) Internacionalización, 2) Infraestructura, 3) Capital humano, y 4) Sostenibilidad ambiental. En la última estrategia se formularon como proyectos: “el manejo y conservación del recurso hídrico” y la “adecuación hidráulica y recuperación ambiental del río Bogotá”. Se designaron como entidades líderes de estos proyectos la CAR y la SDA, pero no aparece de manera clara la participación y cooperación de otras entidades ambientales ni de los municipios. En el diagnóstico se mostraron avances en el manejo y regulación de los embalses, además de la formulación de estrategias para el manejo y recuperación de la calidad del agua en el río Bogotá que hasta ahora no se han ejecutado (CRC, 2010).

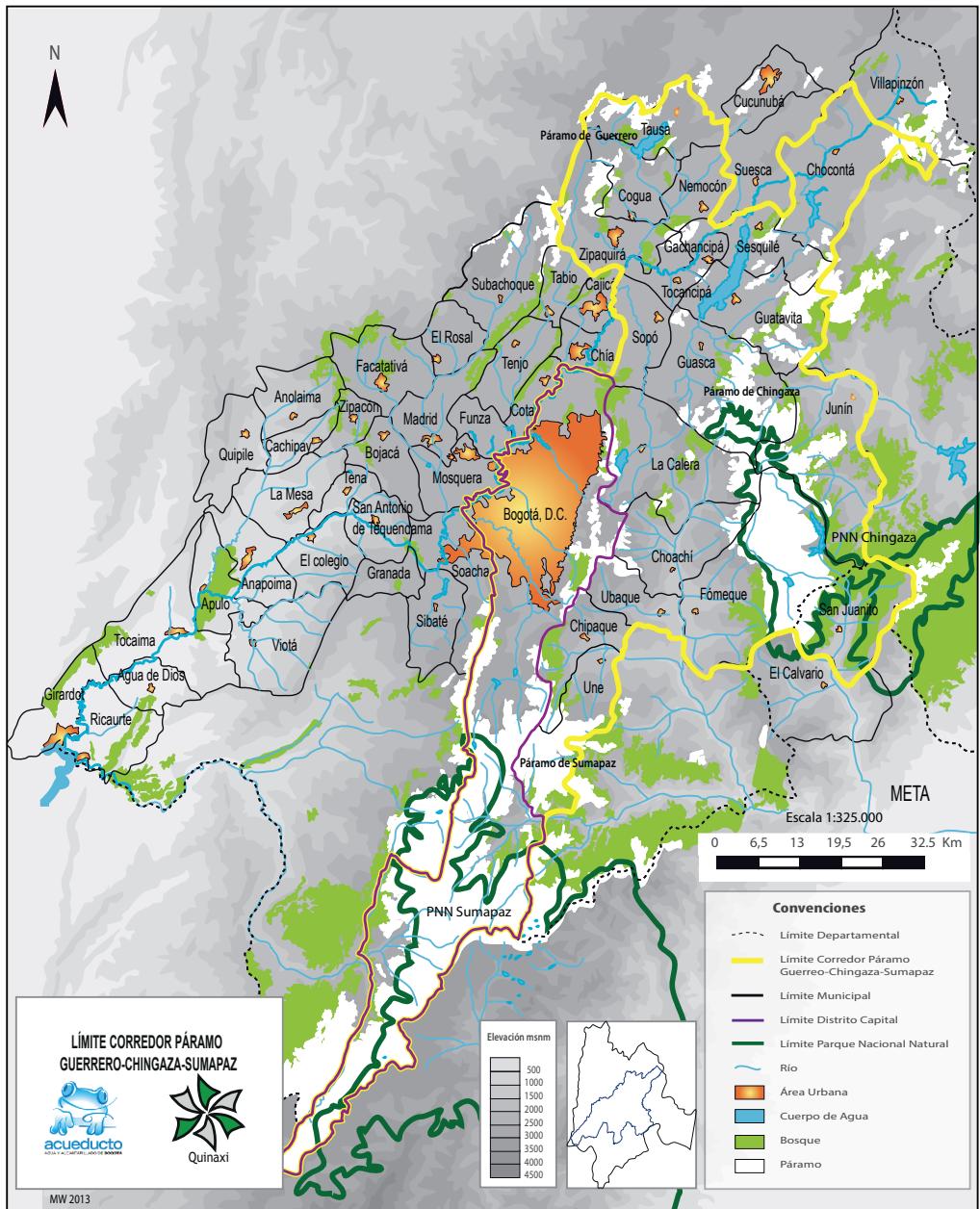
En un estudio adelantado por la MPRBC para construir una visión objetivos y metas subregionales en el departamento, se analizaron 80 POT municipales. La cartografía, las convenciones y la zonificación de usos del suelo de los POT de los municipios no estaban estandarizadas, lo que dificultó el análisis y la comparación de la información. Sólo en tres municipios se encontraron POT con la autoría de la oficina de planeación municipal, el resto fueron realizados mediante contratos de consultoría, lo que refleja la baja capacidad técnica de los municipios. El estudio concluye que los POT formulados registran una baja ejecución.

En este trabajo se presentaron tres propuestas de regionalización: 1) Regionalización productiva; 2) Estructura urbano-rural de soporte al desarrollo y 3) Regionalización funcional. De acuerdo con cinco determinantes: a) ambientales (fisiografía, geomorfología, clima, hidrografía, áreas protegidas, cobertura del suelo) b) económicos (usos y conflictos del suelo, seguridad alimentaria, turismo, producción agrícola), c) población (distribución espacial de asentamientos, sistema urbano-rural) d) estructura de soporte para el desarrollo (conectividad y transporte, infraestructura de servicios públicos) y e) estructura político administrativa. En este trabajo se presentó una propuesta de regionalización de la Sabana de Bogotá en un área que comprende la Cuenca Alta y Media, incluyendo al Distrito Capital (Unión Temporal Posada Mariño y CIA Ltda-Procálculo Prosis S.A, 2004).

Otra iniciativa reciente para la integración regional en términos ambientales es el “Plan Regional Integral de Cambio Climático de Bogotá-Cundinamarca” (PRICC) un convenio del IDEAM, la Gobernación de Cundinamarca, CAR, SDA y Corpoguavio bajo el liderazgo del PNUD durante el período (2010-2013). El PRICC es “una plataforma de asociación interinstitucional que busca generar investigación aplicada y conocimiento técnico orientados a la toma de decisiones para enfrentar el cambio climático y a apoyar la implementación de medidas de mitigación y adaptación que adelanten las instituciones gubernamentales de la Región Capital”. El PRICC hasta ahora ha publicado varios documentos sobre los escenarios del cambio climático y estrategias para la cooperación interinstitucional en el marco del cambio climático (PRICC, 2013).¹³

En 2011 la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá presentó el proyecto “Corredor de Conservación Chingaza-Sumapaz-Guerrero: Resultados del Diseño y Lineamientos de Acción” con el fin de “contribuir a la conservación de la biodiversidad y la conectividad a través del paisaje, a fin de mantener a largo plazo la provisión de servicios ecosistémicos fundamentales para el desarrollo humano, en especial el abastecimiento hídrico regional, mediante el desarrollo de medidas de adaptación y mitigación del cambio climático, en un contexto de participación social”. En este estudio se propone hacer una gestión ambiental de 557.000 hectáreas que corresponden al área de 19 municipios (Ver Mapa 4.1). En este proyecto se definieron tres zonas de manejo con diferentes fines: Zona de preservación, Zona de Restauración y Zona de Usos Sostenibles. En este momento se están definiendo las directrices y espacios de articulación y concertación para lograr una gestión compartida. Con base en los recursos financieros que ofrece la nueva ley de regalías se podrá iniciar su implementación (Sguerra et al., 2011)

13. El PRICC entregó sus muy valiosos resultados finales en junio del 2014.



Mapa 4.1. Límite corredor páramo Guerrero-Chingaza-Sumapaz.

Fuente: Base Cartográfica Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

Mapas temáticos Gobernación de Cundinamarca, 2007. Secretaría de Planeación. URL: http://www.planeacion.cundinamarca.gov.co/BancoConocimiento/D/dc_mapas_tematicos/dc_mapas_tematicos.asp

La legislación actual es confusa y refleja la dificultad de asumir y entender que la naturaleza y la sociedad son interdependientes, o que la misma sociedad hace parte de la naturaleza. Desconociendo su naturaleza integral y compleja se separa el ambiente en diversos componentes; biodiversidad, bosques, agua, humedales, páramos, parques y se definen gran cantidad de políticas y planes haciendo un sancrojo jurídico poco claro y difícil de digerir. Adicionalmente, en muchos municipios la participación pública no ha logrado legitimarse e incluir en sus planes de ordenamiento las visiones de sus habitantes a partir de sus deseos y expectativas sobre las realidades ecológicas, económicas, sociales y políticas de su territorio.

Hildebrand (2007) analiza las dificultades de hacer una planeación regional en Europa, que pueden extrapolarse a la realidad del país: “los municipios frecuentemente consideran a los planes de ordenamiento del territorio (regionales) como injerencias desde arriba en su autonomía y esfera competencial. Los perciben como algo ajeno e impuesto por otras instancias administrativas y sobre todo, como un freno, que establece restricciones a los municipios para sus aspiraciones de crecimiento urbanístico y sus programas, y prospectos encaminados a aprovechar al máximo las oportunidades de desarrollo económico. Por ello, muchos municipios se oponen al nacimiento de estos planes, o si ya están aprobados intentan ignorar o eludir el cumplimiento de las normas. Esto ocurre en todos los países” (p. 156). Un caso que ilustra esta problemática en la Sabana de Bogotá son los recientes conflictos sobre el suministro y calidad de agua en la región, y el crecimiento urbano e industrial de los municipios. La falta de acuerdos de cooperación y una planeación concertada y flexible sobre un recurso que es compartido, empiezan a generar una gran cantidad de conflictos y tensiones políticas.

De acuerdo con Restrepo y Cárdenas (2003) las entidades locales no tienen plena autonomía en la gestión del territorio, administran por vía delegada las directrices de orden central con una baja autonomía fiscal (Cabrera y Naranjo, 2003) que se espera sea superada con la aplicación de la LOOT. La mentalidad centralista imprime una visión que no atiende a las realidades de las diferentes regiones. “Un desarrollo nacional que tenga más en cuenta la diversidad de los territorios que la componen implica también la “territorialización” de las políticas públicas...La “descentralización centralista” impide la autonomía de las entidades territoriales” (Restrepo y Cárdenas, 2003, p. 81).

Calderón et al. (2012) presentaron un balance del proceso de integración regional entre Cundinamarca y Bogotá. Según los autores hasta ahora las iniciativas para lograr una

integración regional entre Bogotá y Cundinamarca han logrado generar una “confianza institucional”, que debe garantizar la perdurabilidad y sostenibilidad de la Región Capital más allá de las voluntades políticas de las diversas administraciones. Además mencionan que con la nueva Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial (LOOT) se puede dar sustento legal a la articulación y cooperación interinstitucional de la región.

Aprovechando la nueva normativa se presentó a la Comisión de Ordenamiento Territorial del Senado el proyecto de Acuerdo 228 de 2011 el 11 de agosto de 2011, para la constitución de la Región Administrativa y de Planeación Especial (RAPE) entre el Distrito Capital de Bogotá y el Departamento de Cundinamarca. Calderón et al. señalan que el ámbito territorial del RAPE puede ser muy amplio para abordar las problemáticas locales y subregionales (aunque puede convertirse en una “sombrilla” que cobija la institucionalidad regional), adicionalmente falta sentar bases institucionales para su consolidación y la generación de autonomía tributaria o recaudadora.

Existen diversos obstáculos para que la planeación del ordenamiento del territorio del país sea concertada y ágil. La flexibilidad y la tolerancia, virtudes poco comunes, son indispensables para superar las dificultades que surgen en la identificación y priorización de objetivos conjuntos, generar alianzas supramunicipales y adquirir compromisos, para lograr una gestión participativa y coherente. La excesiva cantidad y variedad de instrumentos de planificación del agua, del medio ambiente y del territorio hace que su aplicación pueda ser contradictoria y confusa. La articulación y simplificación de los instrumentos de planificación es sin duda uno de los mayores aportes que pueden hacerse para la gestión sostenible del territorio. Por último es necesario destacar la necesidad de reconocer las relaciones complejas que existen entre la naturaleza y la sociedad y por ende el respeto a los determinantes ambientales en la planificación del territorio y del agua.

El futuro del agua en la región

A finales de 2003, con la ejecución de las políticas de fortalecimiento y el cumplimiento del plan de desempeño, la EAB había logrado la transformación empresarial necesaria para aumentar su confiabilidad y convertirse en una empresa sólida y estable. A finales de ese mismo año la cobertura en acueducto fue muy cercana al 100% para los barrios legalmente constituidos y se proyectó cubrir el 100% de los mismos con servicios de alcantarillado para el año 2005 y en el 2007 para el alcantarillado pluvial. Superados los

problemas financieros y habiendo logrado las coberturas indicadas, el enfoque de la EAB se ha orientado hacia el sector de alcantarillado y al tratamiento de las aguas residuales.

Dada la necesidad de mantener estos logros y el largo tiempo que implica la búsqueda y desarrollo de nuevas fuentes para satisfacer las necesidades futuras, la EAB manteniendo su permanente actitud proactiva en este campo, adelantó trabajos para identificar nuevas fuentes y estructurar los proyectos que permitan la expansión del sistema de abastecimiento de agua. Con este propósito en 2005 contrató un estudio que formula un escenario de proyección de la demanda de agua hasta el 2050 e identifica los proyectos para satisfacerla (EAB, 2006). La estimación de la demanda se preparó de acuerdo con la proyección del consumo y la capacidad actual del sistema, que es de 22 m³/seg, lo que le permite contar todavía con un margen de crecimiento hacia el futuro, pues la demanda en 2012 llegó a 16 m³/seg (Figura 4.12). El estudio prevé para el año 2016, la iniciación de las obras para desarrollar los proyectos para aumentar el abastecimiento de agua.

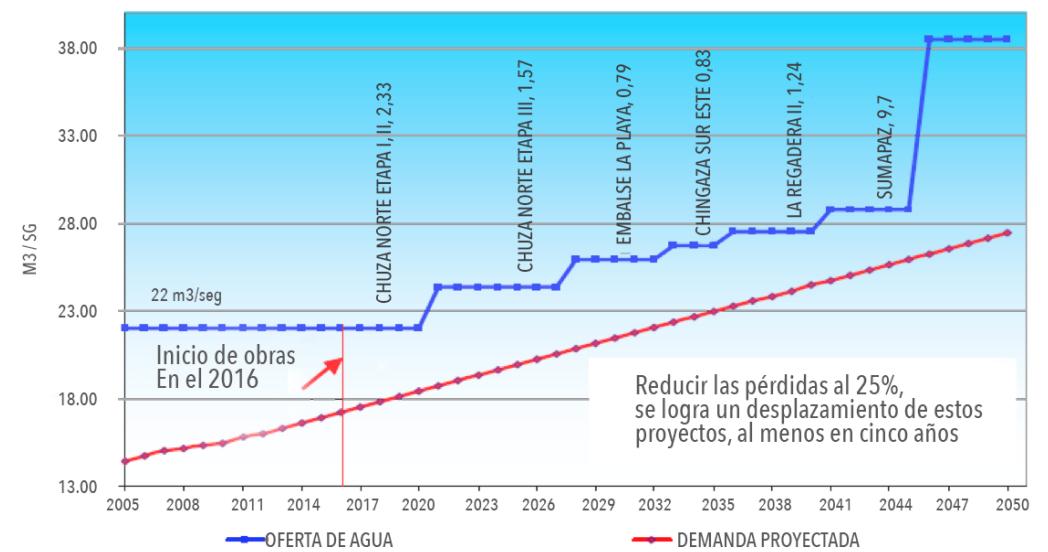


Figura 4.12. Escenario de proyección de oferta y demanda. Estudios de costos y tarifas 2005.

Fuente: EAB, 2006.

Para garantizar el suministro futuro de agua, se han identificado los siguientes proyectos: Chingaza Norte con dos etapas de desarrollo, que generarían un caudal aproximado de 3,9 m³/seg, el cual que se transvasaría al embalse de Chuza. La primera incluye

la cuenca del río Guavio y capta los caudales de los ríos y quebradas localizadas al norte del embalse, llegando a captar alrededor de 2,3 m³/seg. El costo de este proyecto se estimó en el año 2004 en US\$158 millones. La segunda etapa se denomina Proyecto Chuza Sureste, que capta del río Guatiquía un caudal adicional al actual de 1,1 m³/seg para conducirlo al embalse de Chuza. El valor de este proyecto se estimó en US\$65 millones (Sociedad Colombiana de Ingenieros, 2006).

El siguiente desarrollo identificado en el área de Chingaza, es la construcción del Embalse la Playa, con una capacidad prevista de 127 millones de m³, que generaría un caudal de 0,79 m³/seg y estaría ubicado aguas arriba de la desviación del río Chuza hacia el embalse del mismo nombre (Ingetec, 2004). El valor estimado de estas obras fue de US \$59,1 millones (EAB, 2010). Los proyectos identificados en la zona de Sumapaz, prevén la construcción del embalse Regadera II en la cuenca alta del río Tunjuelo, el cual estaría ubicado aguas abajo del embalse actual para captar un caudal de 2,12 m³/seg con un costo estimado de US\$123,6 millones (EAB, 2010).

Finalmente el estudio identifica como próxima fuente el páramo de Sumapaz, la cual se aprovecharía mediante los proyectos denominados Sumapaz Alto y Medio. El primero consiste en la desviación de afluentes del río Blanco, de la cuenca del Orinoco a la cuenca del río Tunjuelo y la construcción de la ampliación del actual embalse de Chisacá, para llegar a una capacidad de 125,6 millones de m³ y suministrar un caudal de 7,58 m³/seg. El costo de esta obra se estima en US\$756 millones (Ingetec, 2004).

El proyecto Sumapaz Medio prevé la desviación de afluentes del Río Blanco y del Ariari, afluentes de la cuenca del Orinoco, a la cuenca del río Muña y la construcción del embalse Alto Muña, cuyo volumen útil sería de 373 millones de m³, con un caudal de producción de 17,82 m³/seg y un costo estimado de las obras es US\$1109,2 millones (Ingetec, 2004). Con el desarrollo de este conjunto de proyectos, la oferta de agua llegaría a algo más de 38 m³/seg, valor que superaría ampliamente la demanda, garantizando cómodamente el abastecimiento de los usuarios de la EAB.

En adición a las fuentes y proyectos descritos la empresa ha considerado la posibilidad de optimizar el embalse de Tominé, el más grande de la región, para efectos de aprovechar mejor las posibilidades que ofrece para el suministro de agua y mejorar la calidad del río Bogotá. También ha explorado la explotación de los acuíferos mediante pozos profundos.

Sin embargo, este escenario de tranquilidad y seguridad aparente ofrece un creciente nivel de incertidumbre que es necesario tener en cuenta, pues la empresa debe considerar

en sus proyecciones los riesgos que puedan afectar el suministro de agua por razones debidas a fenómenos tan imprevisibles, inevitables y amenazantes como el cambio climático y los efectos que puede tener el aumento de la temperatura sobre los páramos y otros ecosistemas que conservan y regulan el agua. Es más, las alteraciones en los patrones de lluviosidad y la exacerbación de los extremos de humedad y sequía pueden afectar el suministro de agua, al igual que la mayor frecuencia e intensidad de los fenómenos Niño/Niña.

La otra variable que puede alterar la seguridad del suministro de agua es el deterioro de la calidad del agua en general y específicamente la del río Bogotá, la cual se origina en la contaminación causada por vertimientos y efluentes de diversas actividades en su cuenca, tales como desarrollos industriales y agropecuarios sin control suficiente por parte de la autoridad ambiental y por usos del suelo insostenibles como los desarrollos habitacionales dispersos y zonas industriales, que no tratan sus aguas residuales o que lo hacen de manera insuficiente, como está sucediendo en la actualidad.

En el 2009 se hicieron nuevas proyecciones de demanda de agua para Bogotá con varios escenarios. En el escenario de alto consumo se estima que la demanda va a copar la capacidad de las concesiones vigentes en el 2032. Para el 2050 la EAB deberá producir 28,3 m³/seg y facturar 17,7 m³/seg. En el escenario de bajo consumo se estima que la demanda alcanzará la capacidad de oferta actual en 2041 y que para el 2050 la EAB debe producir 23,36 m³/seg y facturar 14,57 m³/seg. La demanda de Chía, Mosquera, Madrid, Sopó y Tocancipá, alcanza el 11% en el 2009 (1,05 m³/seg) de la demanda. Sin embargo, se estima que se duplicará para el 2030 (2,07 m³/seg) y se triplicará para el 2050 (3,14 m³/seg) (Cubillos, 2009).

El 2 de junio de 2012, la Empresa de Acueducto informó que no solicitará la licencia ambiental para el proyecto Chingaza II, debido a los impactos ambientales negativos que las obras generarían como resultado de la captación y desvío de las corrientes de agua consideradas en el proyecto. También manifestó que Chingaza I ha sido suficiente para el abastecimiento de la ciudad y que si el actual nivel de pérdidas se reduce en un 25%, las fechas de iniciación de los proyectos descritos anteriormente pueden desplazarse cinco años hacia adelante. De todas maneras se considera que una decisión tan trascendental para la ciudad y la región, debe analizarse muy cuidadosamente desde el punto de vista técnico, político y económico para evitar posibles dificultades futuras en el abastecimiento de agua.



Delimitación de la Región Hídrica del río Bogotá (RHB)

El manejo equitativo y sostenible del agua en una región implica una definición clara de sus límites y el conocimiento de sus características. El conocimiento preciso de variables tan importantes como la oferta de agua, sus condiciones de calidad, la demanda para los diversos usos, y la identificación de los actores que deben intervenir en su manejo, es esencial para el logro de los objetivos que se desean alcanzar. Una gestión del agua sostenible y exitosa como apoyo a la sostenibilidad del territorio, debe basarse, aún con mayor razón, en el conocimiento específico, las características naturales y socioeconómicas del territorio y sus interacciones.

Lurduy (2003, p. 117) siguiendo el anterior planteamiento, define el ordenamiento territorial de la siguiente manera: “es un proceso complejo político, social, cultural y ambiental, para ordenar el espacio geográfico, con base a la cosmovisión de la sociedad. Es un proceso de diseño de políticas públicas, de planificación, de gestión y de construcción colectiva del territorio. Es una política de la sociedad y el Estado para procurar el desarrollo humano sostenible; la conservación y la restauración del ambiente y de los ecosistemas estratégicos para el mantenimiento del equilibrio ecológico y de la biodiversidad; determinar la ocupación del espacio; el establecimiento de las zonas de producción económica; el reconocimiento del pluralismo, la diversidad geográfica, económica, social, étnica, cultural, generacional y de género”.

La construcción de territorio, entendido como espacio humanizado, hace posible buscar su sostenibilidad mediante la formulación y ejecución participativa de procesos de planificación, ordenamiento y desarrollo, que abarquen un horizonte temporal definido. Ahora bien, la zonificación y el ordenamiento de un territorio deben ser un proceso continuo, dinámico y flexible, para adaptarse a las cambiantes realidades políticas, sociales, económicas y ecológicas. Pero la gestión del agua y del territorio no puede formularse de manera aislada, puesto que por razones de coherencia y de armonía regional, se alojan en un contexto enmarcado por las políticas y normas ambientales y las de ordenamiento de territorio de jerarquía superior. Estas políticas y normas deben adaptarse a las condiciones particulares en la medida de lo posible y aplicarse coordinada, articulada, y cooperativamente por los diferentes actores responsables de su planeación y gestión en el territorio definido (Guhl, et al., 2000).

La falta de coordinación y de articulación ha sido una de las mayores debilidades para la gestión territorial en el país. Los resultados y la efectividad de las políticas y normas son raramente evaluadas y puede afirmarse que poco han contribuido a la sostenibilidad. Adicionalmente, elementos fundamentales como la consideración de los determinantes ambientales como guías de jerarquía superior para orientar el ordenamiento y el uso del territorio y la participación de la sociedad civil en los procesos de planificación, y gestión no han logrado incorporarse de manera efectiva en los planes de ordenamiento territorial ni de gestión del agua.

De acuerdo con el DNP (2003) en la región Bogotá-Sabana no se ha logrado generar una estructura regional coordinada e integral para tratar temas comunes, como lo demuestra la fragmentación de los proyectos viales, de transporte y de saneamiento, situación que se ha mantenido hasta el presente. Adicionalmente, “la falta de una visión de futuro- que es más aguda porque no tenemos una visión del presente-compartida y realista por parte de los actores...” (Salmona y Jaramillo, 2003, p. 148), fuerza a realizar una planificación del territorio limitada, que es casi como emprender un camino sin dirección y objetivos. Salmona y Jaramillo proponen (2003, p.148) responder a la pregunta sobre “cómo construir un modelo que acepte el conflicto (que no se vea como un obstáculo), lo potencie positivamente y evite quedarse en rondas teóricas o parciales”; en otras palabras como ejecutar las políticas con una visión de largo plazo que no eluda los problemas sino que los asuma y los convierta en una oportunidad de cambio, proponiendo metas realistas a corto y largo plazo, y verificando su cumplimiento mediante programas continuos y eficientes de seguimiento y control.

Partiendo de la idea de que no existe una división del territorio que sea la única o la mejor para todos los propósitos, ya que cada delimitación depende de los propósitos que se busquen con ella, el presente trabajo busca proponer una delimitación para la “Región Hídrica del río Bogotá”, que responda funcionalmente a las necesidades de la gestión integrada del agua.

En el caso de la GIRH la cuenca constituye el espacio estructurante para la delimitación y el ordenamiento del territorio. De acuerdo con Dourojeanni et al. (2002) la cuenca constituye la unidad territorial más aceptada para la gestión integrada del agua, a pesar de que sus límites no necesariamente coinciden con los político-administrativos. Los autores presentan tres razones claves para elegir la cuenca como una unidad de gestión territorial: 1) Las características físicas del agua generan un grado extremadamente alto,

y en muchos casos imprevisible, de interrelación e interdependencia entre los usos y usuarios de agua en una cuenca; 2) Las cuencas constituyen el área en donde interactúan, en un proceso permanente y dinámico, el agua con los sistemas abiótico y biótico y 3) En las cuencas se produce la interrelación e interdependencia entre los sistemas abióticos y bióticos, y el sistema socioeconómico, formado por los usuarios de las cuencas, sean habitantes o interventores externos.

El agua en la cuenca interconecta una gran cantidad de variables ambientales, sociales, económicas y políticas. Es la sustancia que vincula el mundo cultural, social y político. La abundancia y calidad del agua no son solamente un reflejo de las condiciones naturales ambientales, sino también de sus usos que la transforman continuamente. Un territorio más que una base para las actividades sociales, económicas y culturales, es una construcción histórica, social y política (Lipietz, 1977, p. 27).

Criterios de delimitación para la RHB

La propuesta de delimitación de la Región Hídrica del río Bogotá para la gestión sostenible del agua y el territorio, se basa en la consideración conjunta de tres criterios; el hidrográfico, el político-administrativo y criterio ecosistémico, además en la satisfacción simultánea de los ciclos hidrológico y de uso del agua. En la propuesta, la cuenca del río Bogotá es el soporte estructurador del territorio.

Criterio hidrográfico

Es el criterio estructurante. Se basa en la cuenca hidrográfica entendida como el área limitada por las divisorias de agua de un sistema de ríos y corrientes menores que convergen en una desembocadura, en la cual se interrelacionan los sistemas abiótico, biótico y cultural. Sin embargo, debe adicionarse al área del sistema hídrico natural aquella resultante de modificaciones causadas por acción antrópica como los transvases de cuencas. Es decir, aquellas derivadas del sistema hídrico construido. Adicionalmente, no es suficiente considerar solamente el área de la cuenca ya que se pueden crear conflictos en la planificación y la gestión, dado que sus límites no necesariamente coinciden con los de los entes territoriales responsables de la acción estatal sobre el territorio, ni con los ecosistemas presentes.

Criterio político-administrativo

El criterio político-administrativo busca incorporar en la delimitación la jurisdicción completa de los entes territoriales que conforman la cuenca hidrográfica, puesto que son estos actores principales en el manejo y el ordenamiento del ambiente, y del territorio por mandato constitucional. Los municipios y departamentos tienen responsabilidades de la gestión ambiental del país (Art. 300 de la Constitución Política, Art. 64, 65 de la Ley 99 de 1993) y del agua. Las entidades territoriales tienen a su cargo la planificación, ordenamiento y gestión del territorio. Los departamentos, municipios y distritos deben articular las políticas nacionales y las consideraciones ambientales a través de la participación efectiva de diversos actores para fijar compromisos, metas concertadas e indicadores de seguimiento para lograr así la sostenibilidad territorial.

Criterio ecosistémico

Una cuenca hidrográfica aloja una diversidad de ecosistemas que se interrelacionan de manera compleja. La cuenca y sus ecosistemas asociados son una fuente de beneficios que deben ser disfrutados de manera justa y equitativa. Por lo tanto, requieren de una especial protección y gestión con el fin de mantener su estructura y función (Keizer et al., 2006).

Los ecosistemas asociados funcionalmente a una cuenca hidrográfica prestan servicios ecosistémicos muy importantes relacionados con el agua como su provisión, regulación y purificación. Por esta razón la consideración del criterio ecosistémico permite incluir en la delimitación del territorio ecosistemas que cumplen funciones de conservación, protección y regulación del agua. La cuenca del río Bogotá y sus cercanías alojan multitud de ecosistemas relacionados con el agua, como los páramos, bosques altoandinos y andinos, cuya conservación, restauración y aprovechamiento sostenible complementan y enriquecen la gestión integrada del agua y del territorio.

La consideración del criterio ecosistémico en la delimitación del territorio es pues, un requisito fundamental en la búsqueda de la sostenibilidad territorial, al consolidar una visión supramunicipal basada en los servicios que estos proveen al agua y a la cuenca en general. Además, la gestión de los ecosistemas ofrece la posibilidad de enriquecer y planificar corredores biológicos y áreas relacionados con el agua, como rondas de los ríos, nacimientos, humedales, zonas de inundación etc., como se plantea en el nuevo POT del Distrito Capital.

La Tabla 5.1 presenta una caracterización de los criterios de delimitación descritos a partir de la identificación de sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, que resume los campos de aplicación más adecuados para cada uno, así como sus limitaciones.

Criterios	Área	Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
Hidrográfico	Cuenca hidrográfica	* Utiliza una unidad natural funcional para la planificación adecuada del agua.	* Facilita la articulación de la planificación y gestión del agua y del territorio.	* El área de la cuenca no coincide necesariamente con los límites de los entes territoriales.	* Se pueden crear conflictos en la gestión de los entes territoriales.
		* En las cuencas ocurre la interrelación entre los sistemas naturales y antrópicos .	* Permite hacer una planeación íntegradada del ciclo hidrológico con el ciclo de uso del agua.	* Generalmente no se analiza el ciclo hidrológico y su relación con los usos del agua por la carencia de espacios de concertación entre los actores.	* Desbalance de poderes y capacidad de aprovechamiento de la cuenca entre usuarios río arriba y río abajo.
		* Como unidad funcional facilita la evaluación de las intervenciones sobre el medio biofísico.	* Permite monitorear la cantidad y calidad de agua para evaluar la gestión del territorio.	* El monitoreo permanente es costoso y difícil de mantener.	* No contar con los suficientes recursos y ni con el compromiso de los usuarios y entidades para hacer un monitoreo de la calidad y salud de la cuenca.
		* Cuenta con instrumentos de planificación y ordenamiento de cuencas (POMCAs).	* Facilita la participación de las entidades y usuarios para acordar metas y compromisos, hacer seguimiento a las acciones.	* La visión y los objetivos de los POMCAs no resultan de una planificación y coordinación interinstitucional articuladas.	* La falta de articulación en la planificación del agua y del territorio no permite el logro de los objetivos de manejo sostenible del agua y el territorio.

Criterios	Área	Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
Político-administrativo	Entes territoriales que conforman la cuenca hidrográfica .	* Los entes territoriales tienen a su cargo la planificación y gestión del territorio y la posibilidad de agruparse en regiones supramunicipales.	* Permite articular los planes municipales y planificar el territorio participativamente para fijar compromisos, metas concertadas e indicadores de seguimiento .	* La participación de muchos actores puede dificultar el proceso de coordinación y concertación interinstitucional .	* Si la cooperación interinstitucional no opera aumentarán los conflictos en el uso del territorio y del agua.
		* Los municipios y las CARs deben planificar el territorio y los usos del suelo considerando los determinantes ambientales y articular los diversos instrumentos de planificación.	* Utilizar el agua como una herramienta para el ordenamiento territorial y los usos del suelo.	* La gran cantidad, dispersión y confusión de los instrumentos de planificación dificulta una gestión coherente y fluida del territorio y del agua, y su articulación.	* Si no se coordina la planificación del agua y del territorio no se logrará la conformación de territorios sostenibles.
Ecosistémico	Ecosistemas de conservación y protección del agua.	* Protegen la generación de bienes y servicios ambientales, especialmente los relacionados con el agua, mediante la conservación de áreas de especial interés como bosques y páramos.	* Las áreas protegidas ofrecen la posibilidad de enriquecer y planificar corredores biológicos relacionados con el agua (rondas de los ríos , nacimientos, humedales, etc.).	* Son áreas fragmentadas poco integradas con otras matrices del uso del suelo lo que dificulta su manejo y la conservación de su integridad ecosistémica.	* La falta de visiones compartidas, la cooperación interinstitucional y de recursos dificultan una adecuada conservación y gestión de estas áreas.

Tabla 5.1. Características de los criterios de delimitación para aplicar en la RHB.

Fuente: Elaboración propia.

Propuesta territorial para la RHB

La consideración conjunta de los tres criterios descritos para el caso de la delimitación de la Región Hídrica del río Bogotá (RHB), permite consolidar una región que se considera apropiada para desarrollar la GIRH exitosamente y utilizarla como una herramienta para el logro de la sostenibilidad territorial. Para mayor claridad a continuación se hace una descripción más detallada de la aplicación de cada uno de los criterios con sus límites en la región y sus atributos principales, y por último se presenta la propuesta generada por su integración realizada a partir de la experiencia del grupo de trabajo y las reuniones sostenidas con funcionarios de la EAB.

Criterio hidrográfico

La aplicación del criterio hidrográfico delimita el área de la cuenca del río Bogotá y las fuentes que aportan agua al sistema Chingaza de la EAB (ríos Blanco, Guatiquía, y Chuzá), Ver Mapa 5.1. La cuenca del río Bogotá tiene un área de 5.886 Km². La precipitación media en la cuenca es de 883 mm/año que se distribuyen con un patrón bimodal con picos en abril-mayo y octubre-noviembre. La cuenca está conformada por 19 subcuenca que generan una escorrentía de 440 mm/año. El río Bogotá, eje de la región, nace en el páramo de Guacheneque en el municipio de Villapinzón a 3.300 msnm. Recorre los pisos térmicos de páramo y frío, atravesando la sabana de Bogotá en dirección noreste-suroeste, hasta llegar al Salto de Tequendama. Este punto marca el inicio de un cambio drástico en las características topográficas, biofísicas y climáticas haciendo su curso por los pisos térmicos templado y cálido hasta desembocar en el Valle del Magdalena, en el municipio de Girardot, a 280 msnm después de un recorrido de 375 km (Ver Figura 5.1) (Unión Temporal Saneamiento Río Bogotá y EAB, 2002).

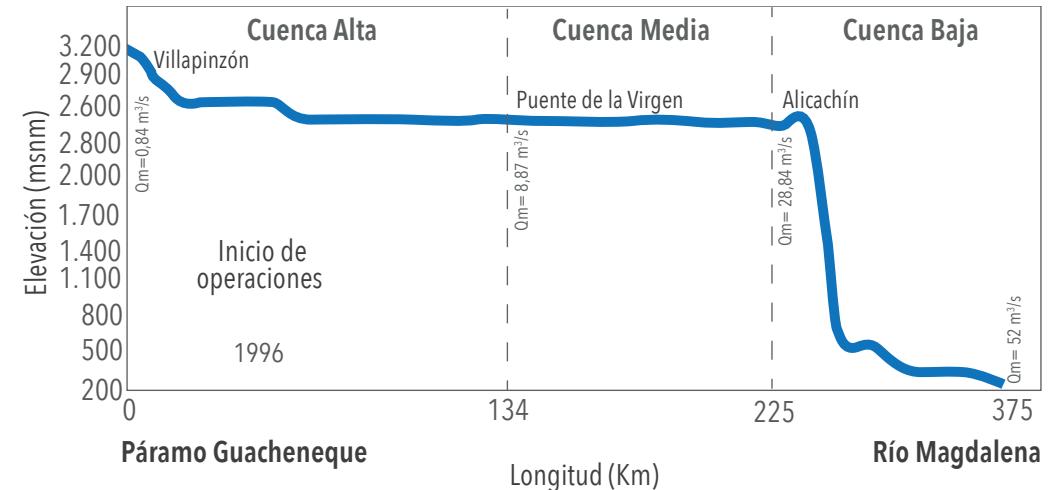
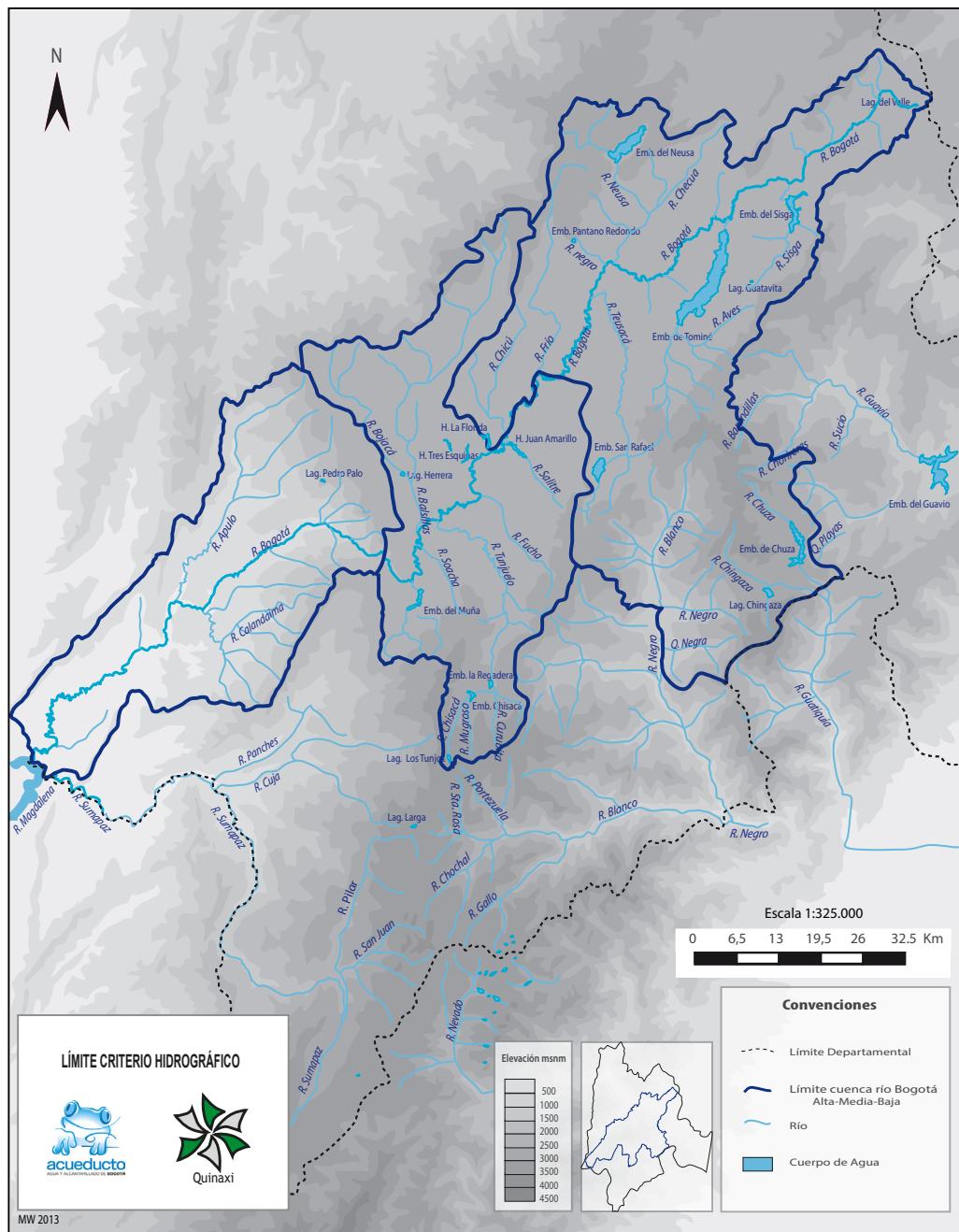


Figura 5.1. Perfil longitudinal del río Bogotá y división de la cuenca en Alta-Media-Baja.

Fuente: Modificado de Unión Temporal Saneamiento Río Bogotá y EAB, 2002.



Mapa 5.1. Criterio hidrográfico.

Fuente: Base Cartográfica Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

Mapas temáticos Gobernación de Cundinamarca, 2007. Secretaría de Planeación. URL:http://www.planeacion.cundinamarca.gov.co/BancoConocimiento/D/dc_mapas_tematicos/dc_mapas_tematicos.asp

Criterio político-administrativo

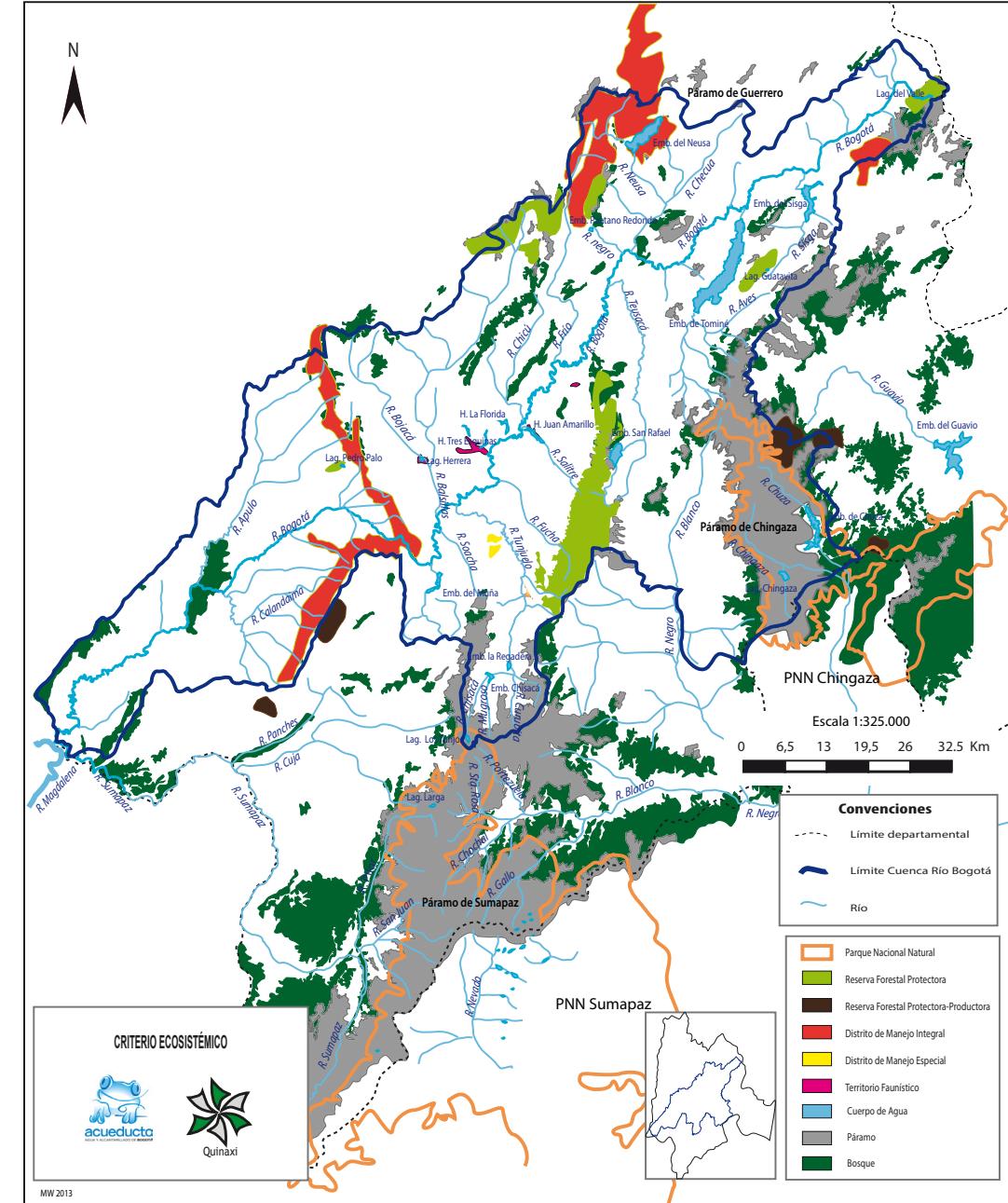
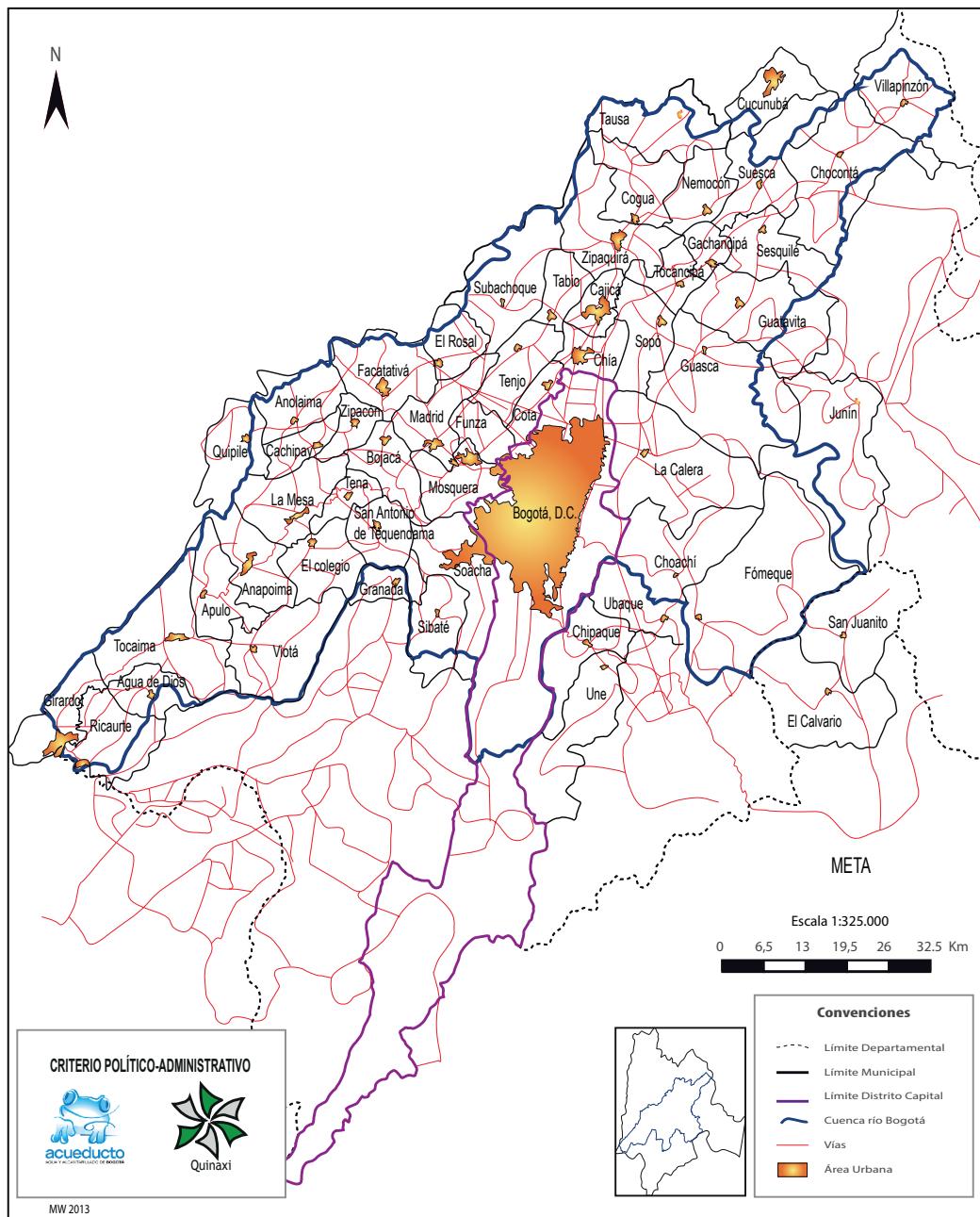
La consideración de los límites de los municipios como entidades territoriales básicas para la gestión del estado, el ordenamiento del territorio y la provisión de servicios de agua y saneamiento, es también fundamental para definir los límites de la RHB. Para satisfacer este criterio se propone incluir en la delimitación de la RHB, las jurisdicciones de aquellos municipios que se encuentran relacionados de manera funcional con la cuenca. Adicionalmente se incluyen los municipios de Fómeque, Junín, Choachí, El Calvario y San Juanito, ya que en sus áreas se encuentran subcuenca que aportan agua al sistema de Chingaza de la EAB (Ver Mapa 5.2).

Criterio ecosistémico

Para definir los límites de la región según el criterio ecosistémico se propone adoptar la cuenca del río Bogotá como ecosistema estratégico básico, e incluir las áreas de bosque alto andino y páramo y las áreas protegidas declaradas por la CAR y el Sistema de Parques Naturales Nacionales (Chingaza y Sumapaz) que protegen, regulan y conservan el agua en la región (Ver Mapa 5.3). En el Mapa 5.3 se observa un área considerable de páramo que se concentra en los Parques Nacionales Naturales de Chingaza y Sumapaz, que son importantes fuentes de abastecimiento de agua para Bogotá y varios municipios y que constituyen la reserva principal de agua para el futuro.

Propuesta de delimitación de la RHB

La interpretación conjunta de los criterios adoptados permite hacer una integración de las áreas que corresponden a cada uno de ellos y definir los límites de la RHB, para así darle un contenido espacial a los objetivos y propuestas, para aplicar efectivamente la gestión integrada del agua en la región. La Figura 5.2 presenta la visión comparativa de las áreas resultantes de la aplicación de cada criterio.



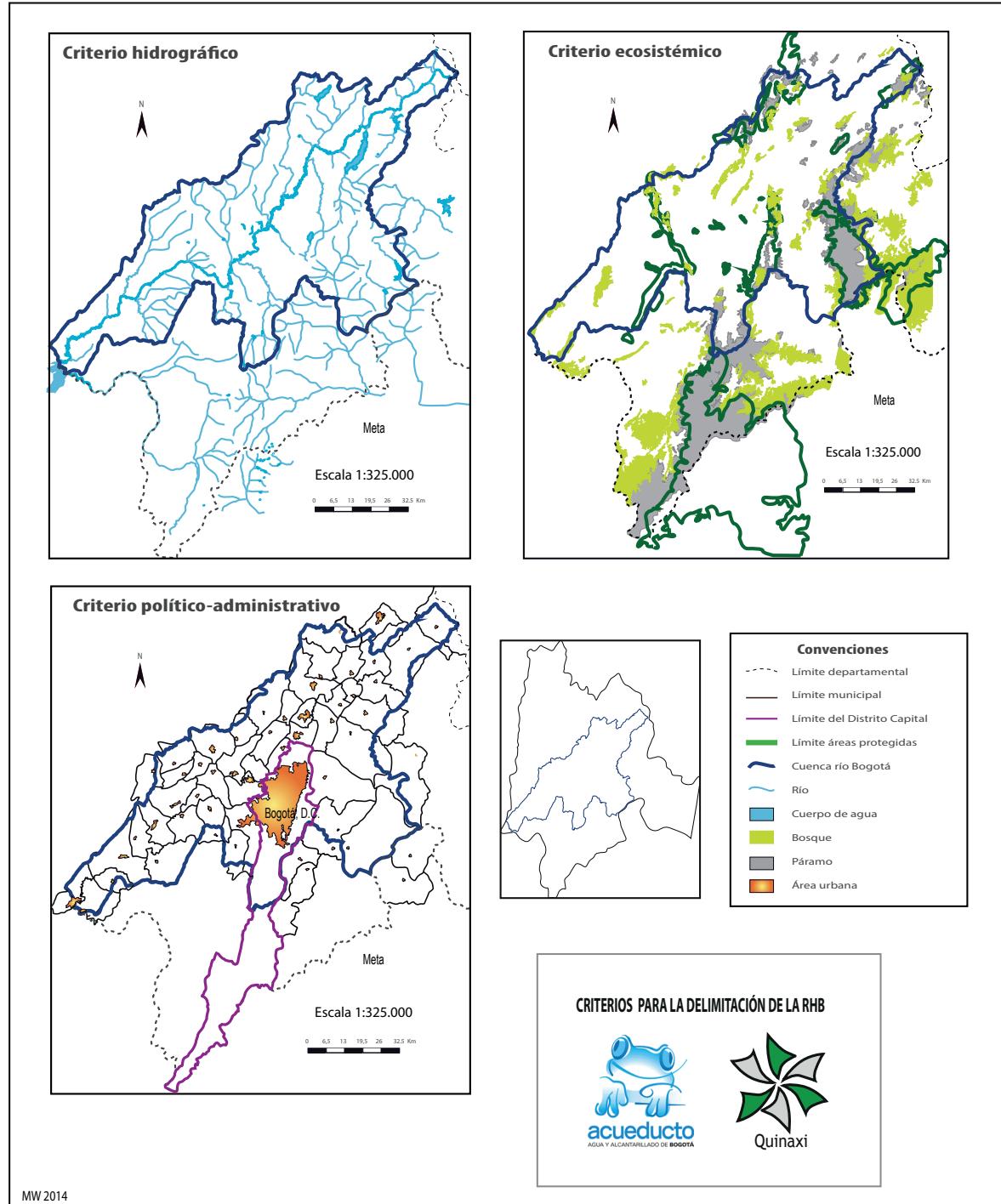
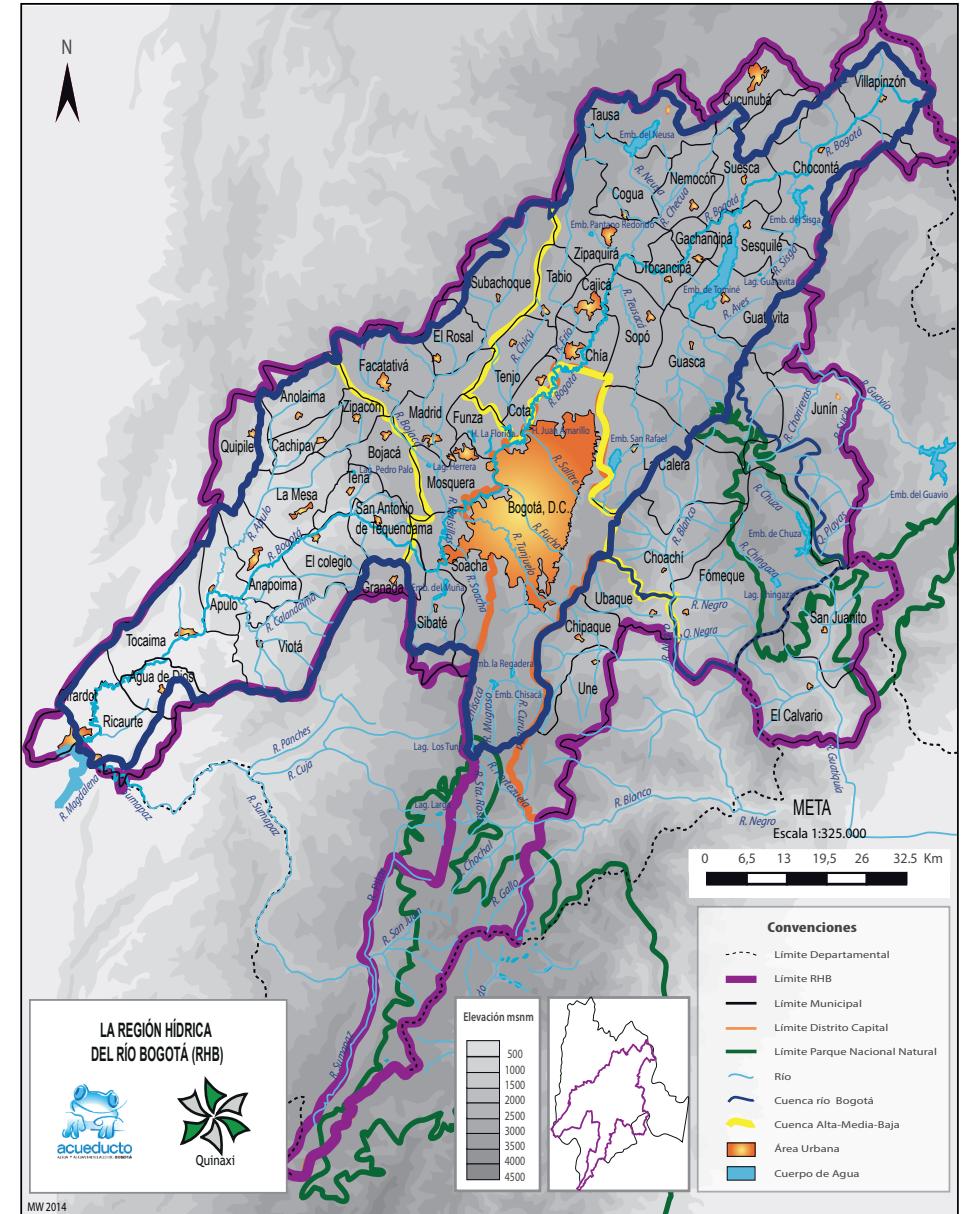


Figura 5.2. Criterios para la delimitación de la RHB.

Fuente: Base Cartográfica Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

Mapas temáticos Gobernación de Cundinamarca, 2007. Secretaría de Planeación. URL: http://www.planeacion.cundinamarca.gov.co/BancoConocimiento/D/dc_mapas_tematicos/dc_mapas_tematicos.asp

La propuesta de delimitación para la RHB resultante de la integración e interpretación de los criterios adoptados, se presenta en el Mapa 5.4.



Mapa 5.4. Propuesta de delimitación de la RHB.

Fuente: Base Cartográfica Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

Mapas temáticos Gobernación de Cundinamarca, 2007. Secretaría de Planeación. URL: http://www.planeacion.cundinamarca.gov.co/BancoConocimiento/D/dc_mapas_tematicos/dc_mapas_tematicos.asp

Desde el punto de vista de su relación funcional con el agua la RHB puede dividirse en tres subregiones diferenciadas de acuerdo con los servicios y problemáticas principales que presentan: la Cuenca Alta, la Media y la Baja. La Cuenca Alta comprende la jurisdicción de los municipios ubicados desde el nacimiento del río Bogotá hasta el puente de la Virgen en el municipio de Cota, e incluye los municipios que hacen parte de cuencas aportantes al sistema Chingaza, Choachí, Fómeque, Junín, El Calvario y San Juanito. Su función principal desde el punto de vista del agua es la protección, producción y regulación del agua tanto en ecosistemas protegidos, como por la presencia de los embalses principales que permiten la regulación y abastecimiento del agua de la RHB, Neusa, Sisga y Tominé. En cuanto a la problemática del agua se destacan como principales impactos la contaminación química y orgánica producto de la agricultura, la minería, el crecimiento industrial y la urbanización.

La Cuenca Media limita con la Cuenca Alta y se extiende hasta el Salto de Tequendama. Incluye la totalidad del Distrito Capital y municipios adyacentes incluyendo los de Chipaque, Ubaque y Une, por la importancia de su relación con el sistema Chingaza. Funcionalmente es la principal consumidora de agua en la RHB y recibe una alta contaminación urbana, industrial y agroindustrial. La asimilación de la contaminación del agua ha sobrepasado los límites de la capacidad de carga del Río Bogotá, llegando a niveles tan excesivos que no permiten el desarrollo de la vida acuática.

Finalmente la Cuenca Baja limita con la Cuenca Media y se extiende hasta la desembocadura del río Bogotá en el Magdalena. Tiene como función la recuperación parcial de las características de calidad del río Bogotá y la generación de energía utilizando la combinación de su caudal y la fuerte pendiente de su cauce. Debido a la alta contaminación proveniente de la Cuenca Media más la que recibe el río en esta área, el uso del agua es restringido y se convierte en un riesgo importante para la salud de sus habitantes. En esta región la demanda de agua para el turismo se ha convertido en una problemática cada vez más apremiante.

El manejo de la cuenca del río Bogotá sigue la descripción de Dourojeanni et al. (2002) que explica que los usuarios aguas arriba les interesa muy poco los efectos de las acciones y decisiones de los usuarios aguas abajo ya que aprovechan su posición privilegiada. Las relaciones de poder de todos los usuarios son claramente desiguales,

dando origen a que en los últimos años los conflictos entre las cuencas Alta, Media y Baja sean cada vez más agudos, precisamente por las asimetrías de poder, la falta de coordinación de los actores, la ineficiente ejecución de los planes de gestión, que han conducido a una altísima contaminación del río y a impactos sociales y ambientales.

Caracterización de la RHB

La RHB delimitada para aplicar la GIRH, abarca un área total de 9.582 Km² que incluye no sólo la cuenca del río Bogotá sino también los límites de la jurisdicción de los 53 municipios de la cuenca y la totalidad del área del Distrito Capital. La Cuenca Alta ocupa el 49% del área de la RHB, la Media 33% y la Baja el 18% (Ver Tabla 5.2).

Cuenca	Función y /o problemáticas del agua	Área (Km ²)	Área (%)	Municipios
Alta	Protección, producción, regulación y contaminación del agua.	4.732	49,4	25
Media	Consumo urbano, altas cargas contaminantes.	3.136	32,7	11*+D.C
Baja	Generación de energía, consumo turístico, receptora de alta contaminación.	1.777	17,9	17
TOTAL		9.645	100,0	53+D.C

Tabla 5.2. División de la RHB desde el punto de vista de la gestión del agua.

Fuente: *11 municipios y el Distrito Capital.

La población correspondió a 9'556.096 habitantes en el 2013, el 20% del total nacional. La Cuenca Media concentra el 90% de la población debido a la presencia de Bogotá, D.C. que es el 89% de la población con 7'674.366 habitantes. La mayor tasa de crecimiento en el periodo de 2005-2013 correspondió a la Cuenca Alta (2%) y la menor tasa a la Cuenca Baja (0,7%). Además, en el 2005 la Cuenca Media concentró el 94% del PIB de la RHB gracias a la presencia de la capital del país. El PIB del 2005 de la RHB correspondió al 29% del PIB nacional. Otro dato importante para resaltar es que el 94% de la población de la región es urbana, lo que significa una importante concentración de demanda de bienes y servicios sociales, económicos y ambientales (Ver Tabla 5.3).

Cuenca	Población 2013	% Población	Tasa de crecimiento 2005-2013	% Rural	% Urbana	PIB 2005*	% PIB 2005
Alta	639.635	6,7	2,0	59,00	41,00	3.871	3,87
Media	8.611.094	90,1	1,5	98,90	1,10	94.406	94,4
Baja	305.367	3,2	0,7	61,32	38,68	1.733	1,73
TOTAL	9.556.096	100	1,5	93,8	4,9	100.010	100

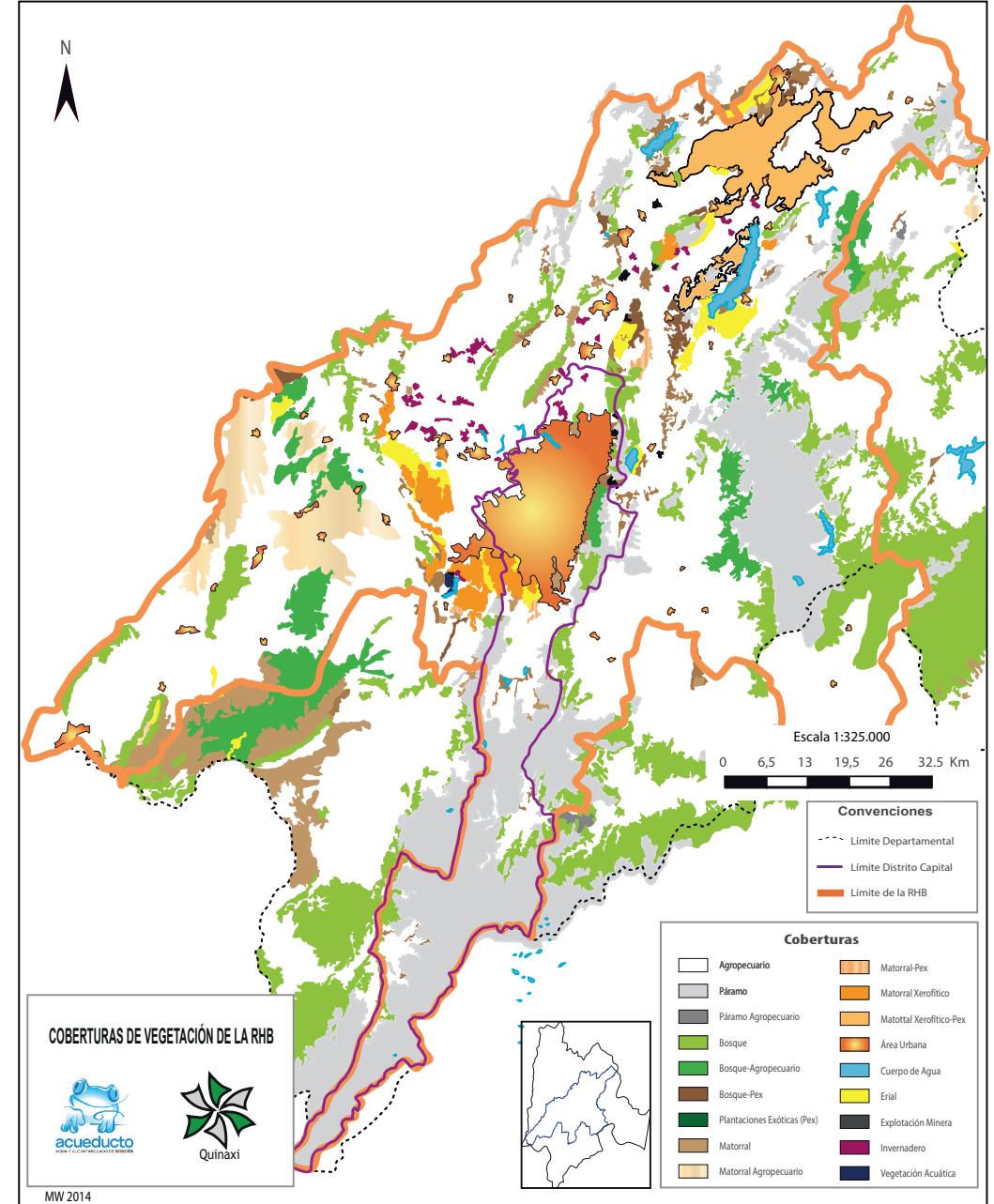
Tabla 5.3. Población y PIB de la RHB.

Fuente: Dane

*PIB a precios constantes del 2005 (miles de millones de pesos). No se incluyen los municipios de El Calvario y San Juanito.

En el Mapa 5.5 se muestran las coberturas de vegetación de la RHB según un estudio del 2006 de la Secretaría de Planeación de Cundinamarca. En este mapa se puede apreciar el área considerable de páramo que está protegido por la jurisdicción de Parques Nacionales Naturales (Ver Mapa 5.3). El bosque es escaso y al igual que el páramo se encuentra en zonas de protección. La Cuenca Alta es una zona importante de producción del agua con la presencia de seis embalses: Sisga, Neusa, Tominé, San Rafael, Chuza y Pantano Redondo. La Cuenca Alta presenta áreas de matorral asociados a plantaciones forestales, además de zonas de minería y eriales (zonas desprovistas de vegetación). En la Cuenca Media sobresale el área urbana que ocupa la capital del país y otros municipios aledaños como Funza, Madrid y Facatativá. Se observa también un área importante de invernaderos y zonas de matorral. En esta región se encuentran los embalses de la Regadera y Chisacá para el abastecimiento de agua para Bogotá y el embalse del Muña para la generación de electricidad. También se encuentran humedales en la zona media del río. En la Cuenca Baja predominan zonas agropecuarias y algunas zonas de matorrales.

En el Anexo 1 se presenta una descripción más detallada de la RHB según cada cuenca con sus respectivos municipios. Se analizaron cuatro variables: 1) Biofísicas, 2) Socioeconómicas 3) Agua potable y saneamiento e 4) Impactos sobre el agua.



Mapa 5.5. Coberturas de vegetación en la RHB (2006).

Fuente: Base Cartográfica Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

Mapas temáticos Gobernación de Cundinamarca, 2007. Secretaría de Planeación. URL: http://www.planeacion.cundinamarca.gov.co/BancoConocimiento/D/dc_mapas_tematicos/dc_mapas_tematicos.asp

La calidad de agua del río Bogotá

El río Bogotá es uno de los más contaminados de Latinoamérica. Su reducido caudal recibe las descargas de aguas residuales domésticas, pluviales, industriales y agropecuarias de la ciudad y de la región que es la más poblada e intervenida del país. La calidad del río está afectada no solamente por los vertimientos legales, sino también por los que se hacen sin autorización de la autoridad ambiental, que ejercen una presión creciente como consecuencia del surgimiento de urbanizaciones y viviendas ilegales en sus cercanías, el mal uso del suelo, la disposición de basuras y escombros en sus riberas, la deforestación por el crecimiento de la ciudad, todo lo que le resta al río espacios propios para su funcionamiento hidráulico, que reclama en épocas de invierno al inundar zonas que forman parte de su sistema de espacios para flujos y almacenamiento de excesos de agua. La mala calidad del agua del río Bogotá es una de las graves problemáticas ambientales y de salud pública que enfrentan las poblaciones que se ubican en su cuenca.

A partir de su nacimiento en la Cuenca Alta, el río va presentando una pérdida creciente de calidad hasta “morir”, por primera vez, en Villapinzón, donde se queda sin oxígeno disuelto como resultado de los vertimientos de materia orgánica resultante del proceso de curtido de pieles, a lo cual se agregan otros contaminantes peligrosos como sulfuros, cromo, grasas y bicarbonato. Recientemente esta situación ha ido mejorando gracias a la realización de proyectos de investigación adelantados por parte de universidades, la CAR, la Cámara de Comercio de Bogotá vía CAEM, y Colciencias, que han ayudado a la aplicación de programas o iniciativas de manejo de las aguas y subproductos de la curtiembre que han disminuido la cantidad de contaminantes que terminan llegando al río Bogotá.

Las condiciones del río son diversas a lo largo de su curso. Para entender mejor la problemática diferencial de la cuenca del Río Bogotá, la Corporación Autónoma de Cundinamarca (CAR) la ha dividido en tres partes más o menos homogéneas, de acuerdo con las características físicas y las problemáticas que se presentan en cada una. Como se ha mencionado, estas divisiones se conocen como las cuencas Alta, Media y Baja.

Los problemas más significativos de la Cuenca Alta están causados por las descargas sanitarias de municipios que no cuentan con plantas de tratamiento de aguas residuales como Villapinzón y las descargas directas de viviendas y conjuntos residenciales y de las PTAR de los municipios que se ubican en la Cuenca Alta como Cajicá, Zipaquirá, Chía, Tocancipá, Gachancipá y Sopó que presentan problemas de capacidad y de operación.

En Tocancipá llega al río otra buena cantidad de vertimientos de su zona industrial, en la cual se encuentran aproximadamente 154 industrias ubicadas aguas arriba de la bocatoma de Tibitoc. Otra causa importante de contaminación de la Cuenca Alta son las fuentes difusas como los residuos y vertimientos de las actividades agropecuarias. Esta área se caracteriza por ser la zona de regulación y abastecimiento de agua potable de varios municipios y de Bogotá y en ella se encuentran los embalses del Neusa, Tominé, Sisga, Chingaza y San Rafael (CAR, 2001). El agua que se toma del río para abastecer a Bogotá se potabiliza en la planta de Tibitoc a la altura de Tocancipá. Según recientes informes la calidad del agua que llega a Tibitoc es cada vez peor por los usos inadecuados del suelo en la cuenca del río Teusacá y a la falta de control de la autoridad ambiental. Por estas razones los costos de potabilización del agua son cada vez más altos, e incluso durante períodos considerables el agua no puede ser tratada en la planta porque su contaminación sobrepasa los límites con los que esta puede operar. Potabilizar un metro cúbico de agua en 1997 en Wiesner costaba \$ 17,8, mientras que en la planta de Tibitoc el mismo metro cúbico valía \$ 113,9. Actualmente la concesionaria de Tibitoc cobra \$330,69.

El problema principal de calidad del agua en la Cuenca Media del río Bogotá está causado por las descargas de los vertimientos domésticos e industriales de la ciudad de Bogotá, a los diferentes ríos y quebradas de las subcuenca que conforman su territorio y que desembocan en el río Bogotá. Sin embargo, como queda dicho, desde antes que el río ingrese al Distrito Capital ya su calidad se ha afectado severamente por los vertimientos de procesos industriales como químicos y alimentos, la contaminación difusa causada por la actividad agropecuaria, la industria de las flores, las descargas domésticas y los severos impactos causados por la minería.

Otra causa de contaminación que ha venido adquiriendo mucha importancia son las conexiones erradas a la red de alcantarillado pluvial, cuyos vertimientos están deteriorando la calidad de los humedales y los cuerpos de agua de la ciudad, que afectan los beneficios de las inversiones realizadas para su recuperación. Sin embargo, existe evidencia de que las inversiones y actividades que están realizando la Empresa y la Secretaría de Ambiente para detectar conexiones erradas y fraudulentas y poder denunciar a los responsables están siendo exitosas. Los cuerpos de agua más afectados por este problema son los ríos Torca, Salitre, Fucha y Tunjuelo, todos ellos afluentes del río Bogotá. Antes de finalizar su recorrido por la Sabana las aguas del río se bombean al embalse del Muña para producir energía eléctrica. El embalse almacena un gran volumen de agua muy contaminada que afecta el bienestar y salud de la población de Sibaté y de las comunidades

ubicadas en la zona. Las medidas tomadas para corregir esta situación han sido relativamente exitosas, pero son apenas un paliativo al grave problema de calidad del río Bogotá.

Al entrar en la Cuenca Baja, a partir de Alicachín, la pendiente del río hace más fuerte, incluyendo el Salto de Tequendama, lo que favorece su oxigenación. Aprovechando la caída, el caudal altamente contaminado del río se utiliza para la generación de energía, proceso en el cual recupera parcialmente su contenido de oxígeno, pero que genera tramos en los que el cauce está prácticamente seco durante parte del año. En este sector el río presenta olores ofensivos y alta presencia de varios contaminantes que afectan el desarrollo de proyectos turísticos en municipios como Anapoima, Apulo y Tocaima, los cuales además vierten con sus aguas residuales más materia orgánica al río, reduciendo nuevamente su contenido de oxígeno disuelto.

La Cuenca Baja es la receptora de la contaminación de las cuencas Media y Alta y no recibe beneficios por el uso del río, ya que el empleo de sus aguas para los diversos usos es prácticamente imposible, al igual en la mayoría de su curso, debido a que la contaminación supera los máximos permisibles. Además poco se conoce sobre los efectos de la contaminación en la salud de la población y de los ecosistemas (Instituto Quinaxi y CAR, 2001). Finalmente, el río Bogotá desemboca en el Magdalena en el municipio de Ricaurte, el cual recibe toda la contaminación que trae el río.

A continuación se presentan los resultados de la última campaña de muestreo de calidad del río que realizó la Universidad Nacional en el 2009, tomando las muestras en tres momentos diferentes entre el 26 de mayo y el 13 de noviembre. Se analizaron varios parámetros como el oxígeno disuelto (OD), los sólidos suspendidos totales (SST), nitratos, fósforo y algunos metales y se compararon con las concentraciones encontradas con las campañas realizadas por Unión Temporal Saneamiento del río Bogotá y EAB del 2002.

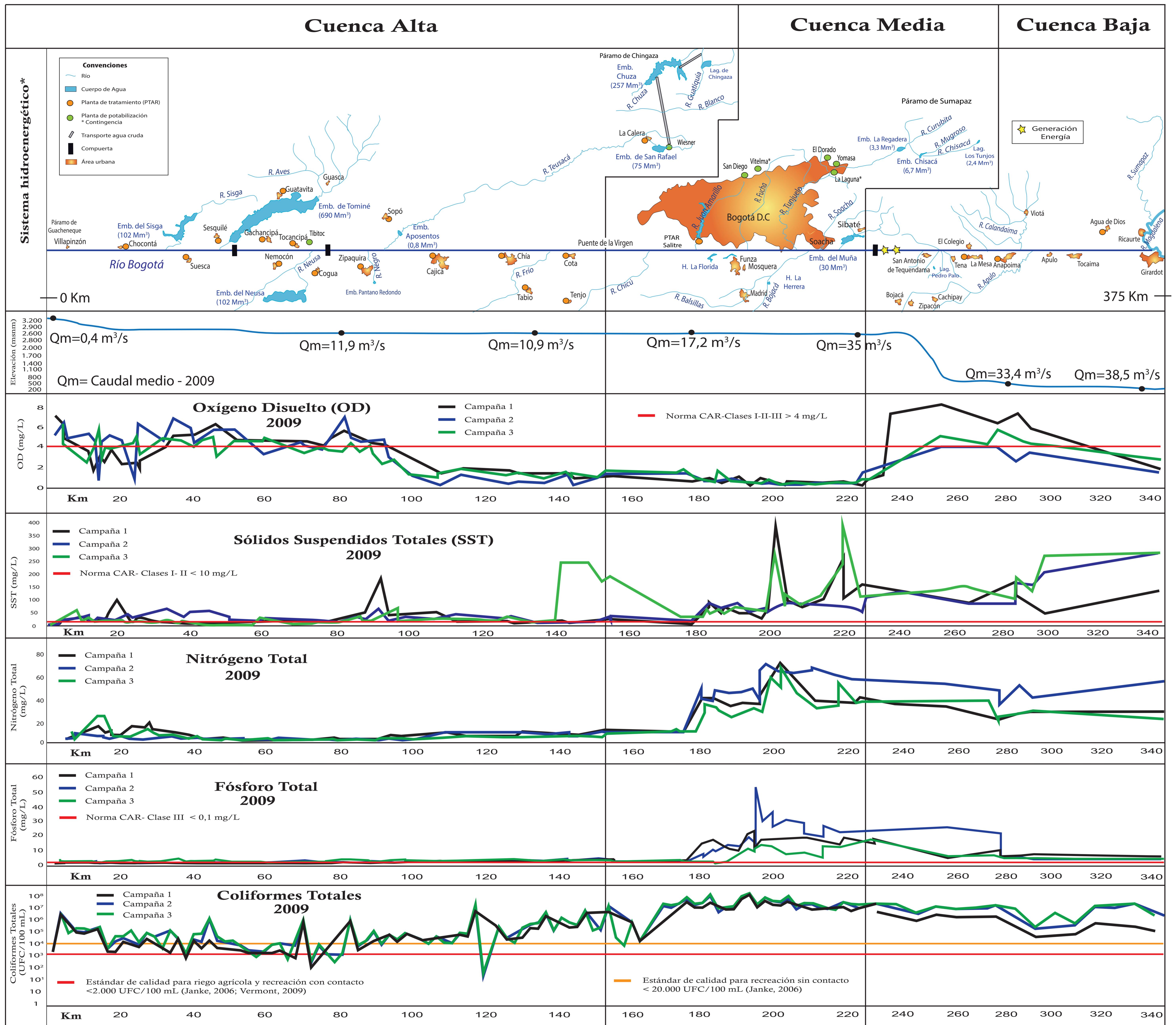
La Figura 5.3, muestra un “fluviograma”, preparado para mostrar el comportamiento de algunas de estas variables y el nivel de su cumplimiento de acuerdo con los objetivos de calidad de agua del río Bogotá establecidos por la CAR (Acuerdo 43 de 2006) (Universidad Nacional de Colombia, 2010). En los gráficos se observa como aparecen picos en una campaña que sobresalen al compararlas con las otras. Esta variabilidad es producto de la gran cantidad de factores que pueden alterar la calidad del río al momento de tomar las muestras como la liberación de vertimientos puntuales, la variación en el régimen de lluvias y el control del caudal de los embalses. Adicionalmente, de todas maneras el río Bogotá tiene un caudal medio muy reducido que es insuficiente para permitir la dilución

de la gran cantidad de contaminantes que recibe como resultado de las actividades que se realizan en su cuenca, que producen efluentes que no respetan las normas de calidad y que en muchas ocasiones se vierten sin ningún tratamiento directamente al río.

Como puede apreciarse la pérdida de calidad del río va acentuándose en la medida que se desarrolla su curso, al igual que la urgente necesidad de realizar el tratamiento de las aguas residuales que recibe y avanzar en su recuperación física, para completar el ciclo del uso sostenible del agua y corregir la inequidad existente en la distribución de los beneficios, impactos y costos que va produciendo aguas abajo su manejo insostenible.

FIGURA 5.3. Fluviograma del río UESTRA AGUA:

FLUVIOGRAMA RÍO BOGOTÁ



*Notas: El Fluviograma es una representación esquemática por lo tanto, la ubicación de los elementos del sistema hidroenergético no coinciden necesariamente con la posición horizontal y vertical con respecto al río Bogotá y la escala de longitud que se presenta en esta gráfica. Campaña 1: 26 de mayo - 26 junio; Campaña 2: 4 de agosto-16 de septiembre; Campaña 3: 28 de septiembre-13 de noviembre. UFC: Unidades Formadoras de Colonia. Normas CAR- Clase I : Consumo humano y doméstico con tratamiento convencional, preservación se flora y fauna, uso agrícola y pecuario); Clase II: Consumo humano y doméstico convencional, uso agrícola con restricciones y uso pecuario;

Fuentes: Universidad Nacional de Colombia, 2010. Resultados y análisis de las campañas de monitoreo de la calidad del agua del río Bogotá. En: Modelación dinámica de la calidad del agua del río Bogotá. Contrato Interadministrativo 9-07-26100-1059 de 2008. Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola. Laboratorio de Ensayos Hidráulicos y EAAB: Unión Temporal Saneamiento del río Bogotá y EAAB, 2002. Usos y Estándares de la Calidad del río Bogotá: CAR, 2002. Atlas Ambiental CAR 2001.

Fuentes: Universidad Nacional de Colombia, 2010. Resultados y análisis de las campañas de monitoreo de la calidad del agua del río Bogotá. En: Modelación dinámica de la calidad del agua del río Bogotá. Contrato Interadministrativo 9-07-26100-1059 de 2008. Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola, Laboratorio de Ensayos Hidráulicos y EAAB; Unión Temporal Saneamiento del río Bogotá y EAAB, 2002. Usos y Estándares de la Calidad del río Bogotá; CAR, 2002. Atlas Ambiental CAR 2001. Ecoforest-Swedforest-CAR, 2000; Gobernación Cundinamarca, 2007. Mapas temáticos Gobernación Cundinamarca, Secteraría de Planeación. http://www.planeacion.cundinamarca.gov.co/BancoConocimiento/D/dc_mapas_tematicos/dc_mapas_tematicos.asp; *El Tiempo*, Gómez. E. 8 de agosto de 2013. Bogotá, cuatro años para salvar sus aguas; Vermont (Seal of quality Vermont Agency of Agriculture). 2009. Water quality criteria for agricultural water sources and microbial testing guidelines. USDA Good agricultural practices (GAP) audit verification program. Washington, DC, USA; Janke, R., R. Moscou, and M. Powell. 2006. Citizen science water quality testing series, PK-13 W-6 total coliform and E. coli bacteria. Kansas State University. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. URL: <http://www.ksre.ksu.edu/bookstore/pubs/PK13W6.pdf>. Recuperado el 29 de mayo de 2012.

Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. URL: <http://www.ksre.ksu.edu/bookstore/pubs/PK13W6.pdf>. Recuperado el 29 de mayo de 2012; Olivas, E., Flores-Marguez, J., Sreeano-Alamillo. M., Soto-Mejía, E., Iglesias-Olivas, J., Salazar-Sosa., E y Fortis-Hernández. M., 2011. Indicadores fecales y patógenos en agua descargada al río Bravo. *Terra Latinoamericana*, 29 (4):1-9.

El Oxígeno Disuelto (OD) es la medida de la cantidad de oxígeno que presente en el agua. El OD está determinado por el balance entre la producción fotosintética de oxígeno y su consumo a través de procesos como la respiración, la descomposición de sustancias orgánicas y otras reacciones químicas. Se considera que la concentración mínima de OD adecuada para la gran mayoría de peces y otros organismos acuáticos debe estar entre 4-5 mg/L.

El OD en el río Bogotá es variable en todo el recorrido. En la cuenca alta se presentan valores iniciales aguas arriba de Villapinzón de 8 mg/L, después de este municipio se presentan dos valles casi anóxicos de 0,5 mg/L que logran aumentar después de la confluencia con el río Sisga. También a la altura del río Teusacá los valores de oxígeno disminuyen considerablemente de 4 mg/L a 1mg/L. En la Cuenca Media las condiciones son anóxicas por la alta contaminación que recibe de los afluentes del perímetro urbano de Bogotá; los valores de OD no superan los 1,8 mg/L. En la Cuenca Baja los niveles de oxígeno se recuperan gracias a su paso por el embalse del Muña que permite la sedimentación y tratamiento de parte de la alta carga orgánica y la aireación por la mayor pendiente y el paso por el sistema de hidroenergía. Hacia la mitad del recorrido de la cuenca baja comienza de nuevo la disminución de oxígeno por las cargas contaminantes de los municipios adyacentes al río (Universidad Nacional de Colombia, 2010). De acuerdo con los objetivos de la CAR para consumo humano y agropecuario, este parámetro no se cumple en la mayoría del recorrido del río (> 4 mg/L), especialmente en la Cuenca Media. Los valores obtenidos en el 2009 presentan el mismo comportamiento que el obtenido en el 2002.

Los sólidos suspendidos totales (SST) indican la presencia de material particulado que se mantiene en suspensión en el agua. Las altas concentraciones de SST en el agua disminuyen el paso de la luz y la actividad fotosintética de los microorganismos y de esta manera la producción de oxígeno en el agua. En el río Bogotá las concentraciones de SST son muy altas. La Cuenca Alta presenta las menores concentraciones de SST, sin embargo, las concentraciones sobrepasan los objetivos de la CAR para consumo humano y uso agropecuario (< 10 mg/L). Algunos picos de alta concentración se ubicaron a la altura de Chocontá y el río Teusacá. La Cuenca Media presenta altas concentraciones de SST y dos picos sobresalientes que alcanzaron 800 mg/L y 950 mg/L. La Cuenca Baja recibe la carga acumulada de la cuenca media y aumenta sus concentraciones especialmente después de la estación del puente del río Apulo (Universidad Nacional de Colombia, 2010).

Otra variable importante para evaluar la calidad del agua es la medición de la cantidad de nutrientes como el nitrógeno y el fósforo. El nitrógeno total presenta sus valores máximos en la Cuenca Media y la Cuenca Baja. El comportamiento de esta variable es comparable con la gráfica del fósforo total y las campañas del 2002. Para el caso del Fósforo Total las concentraciones en la Cuenca Media son altas; alcanza valores máximos de 30 mg/L y disminuye las concentraciones en la Cuenca Baja por el proceso de sedimentación en el embalse del Muña. Este parámetro solo está regulado para la calidad de agua en los embalses, lagunas y humedales y no se cumple especialmente en la Cuenca Media y Baja. La concentración de fósforo ha aumentado en comparación con las campañas del 2002 con un incremento en la Cuenca Media de hasta 30 mg/L (Universidad Nacional de Colombia, 2010).

Otro parámetro importante que mide las cargas vertidas de aguas residuales es el conteo de coliformes totales que indica la contaminación por bacterias en el agua, este parámetro incumple para todos los usos posibles del agua en el río Bogotá. Las concentraciones de estas bacterias son muy altas, en la cuenca alta tienen un orden de 103 UFC/mg/L con varios picos de 106 UFC/mg/L. En la cuenca media se mantienen concentraciones del orden de 106 UFC/mg/L con picos de 107 UFC/mg/L por las altas cargas domésticas de Bogotá. De acuerdo con estándares internacionales sugeridos la concentración de coliformes totales para riego agrícola y recreación de contacto directo (p.e. natación) debe ser menor a 2.000 UFC/mg/L y para recreación sin contacto deben ser menores a 20.000 UFC/mg/L. Para el agua potable la concentración de coliformes totales debe ser cero. Esta contaminación implica un alto riesgo para la salud de las comunidades que usan esta agua para riego y que tienen contacto directo con el río (Universidad Nacional de Colombia, 2010). Estas concentraciones presentan un comportamiento similar a las reportadas en el 2002.

Adicionalmente al riesgo por bacterias, existen altos indicios de la presencia de sustancias nocivas potencialmente tóxicas para el ecosistema y sus usuarios. Estas sustancias se detectaron indirectamente a través de bioensayos con algunos organismos acuáticos que mostraron sensibilidad a los niveles de toxicidad de los vertimientos especialmente en la Cuenca Media (Universidad Nacional de Colombia, 2010).

En términos de contaminación por otras sustancias en el estudio encontraron concentraciones de hierro, plomo, mercurio, cinc y nitrógeno amoniacal que no cumplen con los objetivos de calidad de la norma de la CAR para la clase I que reglamenta el consumo humano y de usos agrícola Clase II (Decreto 1594 de 1984).

La Cuenca Media es la región que mayor impacto tiene sobre la calidad del río Bogotá. La Secretaría Distrital del Ambiente produjo en el 2008 la Resolución 5731 del 2008 sobre los objetivos de calidad de los ríos urbanos de Bogotá (Ver Tabla 5.4). En la Tabla 5.5 se muestran los parámetros de calidad de los ríos de Bogotá, D.C del 2008-2009, en rojo aparecen los parámetros en los que incumplen los ríos según los objetivos para el 2012. De acuerdo a esta información la mayoría de los ríos incumplen los indicadores propuestos como el OD, DBO5, N, P y SST.

Parámetros	Torca	Salitre	Fucha	Tunjuelo
OD mg/L	0,5	0,5	0,2	0,5
DBO5 mg/L	150,0	150,0	250,0	250,0
N Total mg/L	40,0	40,0	40,0	50,0
P Total mg/L	6,0	6,0	8,0	8,0
SST mg/L	150,0	150,0	150,0	300,0
Grasas y aceites mg/L	30,0	30,0	60,0	50,0
Coliformes fecales NMP/10ml	100.000	100.000	1.000.000	1.000.000

Tabla 5.4. Objetivos de Calidad para los ríos de Bogotá, D.C para el 2012, Resolución 5731 del 2008.

Fuente: Universidad de los Andes y Secretaría Distrital del Ambiente, 2010. Calidad del recurso hídrico de Bogotá (2009-2010).

Parámetros	Torca	Salitre	Fucha	Tunjuelo
OD mg/L	0,5*	<0,1	<0,1	<0,1
DBO 5 mg/L	31,2	62,0	202,0	226,0
N Total mg/L	13,9	24,2	48,7	53,5
P Total mg/L	2,62	4,9	11,8	9,8
SST mg/L	41,0	18,0	120,0	183,0
Grasas y aceites mg/L	<3,6	8,5	21,4	34,7
Coliformes fecales NMP/10ml	2.200.000	1.700.000	14.000.000	54.000.000

Tabla 5.5. Parámetros de calidad de los ríos de Bogotá, D.C (2008-2009).

Fuente: Universidad de los Andes y Secretaría Distrital del Ambiente, 2010. Calidad del recurso hídrico de Bogotá (2009-2010).* En rojo se muestran los parámetros que se encuentran por fuera de los objetivos de calidad para el 2012 (Ver Tabla 5.4).

El anterior estudio muestra la grave situación de la calidad del agua del río Bogotá y los riesgos de salud que deben afrontar las comunidades aledañas al río y que hacen uso de sus aguas, adicionalmente los habitantes del río Magdalena que conviven con las descargas del río Bogotá también se ven severamente afectados.

García (2004) evaluó el impacto del río Bogotá en la desembocadura del río Magdalena a partir de cinco campañas de análisis de calidad del agua en el 2001 y 2002. En el estudio encontró que antes de la desembocadura del río Bogotá el Magdalena ya tiene altas concentraciones de coliformes totales que sobrepasan la norma nacional (Decreto 1594 de 1984 máximo 20.000 NMP/100mL) con un promedio de 80.000 NMP/100 mL. Tampoco cumple con las normas de concentraciones de plomo, níquel y cromo. Después de la desembocadura del río Bogotá las concentraciones de coliformes totales aumentaron en un 120% (770.000 NMP/100 mL), las concentraciones de la bacteria Escherichia coli aumentaron un 98,5% y disminuyó el oxígeno en un promedio de 6,4%. El agua del río Magdalena aguas abajo no cumple los parámetros de la norma nacional para coliformes totales, plomo, níquel y oxígeno disuelto.

Lo anterior significa que aguas abajo de la desembocadura del Bogotá, el río Magdalena no puede utilizarse para el consumo humano y agropecuario, ni para actividades con contacto directo. A pesar de la mala calidad del agua, en Girardot las aguas del río Magdalena son utilizadas para el riego de cultivos como algodón, arroz, fríjol y maní, para actividades de recreación como natación y canotaje, además de la pesca. Es decir, las poblaciones adyacentes al río Magdalena están expuestas diariamente a la contaminación que trae el río Bogotá con un alto riesgo para la salud pública.

La gestión del agua y el territorio en Colombia

Los apartados siguientes presentan una descripción de los instrumentos de planificación que se han desarrollado para gestionar el agua y el territorio en el país y una evaluación del grado de avance en la aplicación de la GIRH en el territorio desde la perspectiva funcional.

La planificación de la gestión del agua y el territorio

Colombia cuenta con una gran cantidad de instrumentos de planificación para el territorio y el agua. A nivel regional y local los entes territoriales están encargados de la planificación y gestión del territorio y de los usos del suelo mediante la formulación y

ejecución de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT, PBOT, EOT) (Ley 388 de 1997). Estos planes deben considerar los determinantes ambientales que establezcan las respectivas autoridades ambientales, con el fin de buscar la conservación del potencial de generación de bienes y servicios ecosistémicos y buscar la sostenibilidad territorial. Estos determinantes buscan también aplicar el principio de Armonía Regional por lo cual generalmente tienen un carácter supramunicipal y una jerarquía superior y permiten la articulación de los planes de ordenamiento territorial con una visión regional.

La gestión del agua en el país cuenta con una gran cantidad de instrumentos de planificación. A partir del Código de los Recursos Naturales (Ley 2811 de 1974), se comienza a reglamentar la ordenación de las cuencas hidrográficas. En éste se define la ordenación de una cuenca como “la planeación del uso coordinado del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna, y por manejo de la cuenca, la ejecución de obras y tratamientos... Para la estructuración de un plan de ordenación y manejo se deberá consultar a los usuarios de los recursos de la cuenca y a las entidades, públicas y privadas, que desarrollan actividades en la región”. Posteriormente, una gran cantidad de normas de diversa jerarquía reglamentaron diversos aspectos relacionados con la oferta, demanda, calidad, monitoreo, gestión y financiación del agua, sin mostrar hasta ahora resultados significativos en la gestión del agua en el país, especialmente en la mejora de su calidad.

La legislación desde 1974 hasta el 2002 se centró en buscar sustento legal a la gestión por vía de la oferta, y la creación de instituciones para realizarla. En el 2002 se inicia la reglamentación de cuencas mediante el Decreto 1729, que establece el Plan de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA) y le confiere una jerarquía superior a la de otros instrumentos de planificación del territorio como los planes de ordenamiento territorial (Ley 388 de 1997).

En 2006 la CAR aprobó el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá. En cuya formulación no se tuvo en cuenta de manera clara la participación de todos los usuarios, los municipios y otras organizaciones de la cuenca. Hasta ahora su aplicación e inclusión como norma de jerarquía superior para orientar los planes de ordenamiento territorial de los municipios ha sido escasa (Contraloría General de la República, 2012).

La Procuraduría General de la Nación presentó en 2007 un informe sobre el progreso de la ordenación de cuencas hidrográficas en el país, en el cual encontró sin implementar 336.953 hectáreas, de las que se habían planificado hasta ese momento (Echeverry y Echeverri, 2007). Más recientemente la Contraloría General de la República en su Informe del Estado de los Recursos Naturales y el Ambiente 2011-2012, analizó la ejecución de los planes de ordenamiento

de las cuencas del río Bogotá y del Magdalena, en el cual se evidencia la falta de ejecución de dichos planes y de su integración con los planes de ordenamiento territorial.

En el 2010 el Gobierno Nacional aprobó la Política Nacional para la Gestión Integrada del Recurso Hídrico que formuló el MAVDT, en la que se definen estrategias, objetivos, indicadores y líneas de acción para el manejo del agua. Se destacan los siguientes objetivos:

- 1) Oferta: Conservar los ecosistemas y los procesos hidrológicos de los que depende la oferta de agua para el país.
- 2) Demanda: Caracterizar, cuantificar y optimizar la demanda de agua en el país.
- 3) Calidad: Mejorar la calidad y minimizar la contaminación del recurso hídrico.
- 4) Riesgos sobre la oferta: desarrollar la gestión integral de los riesgos asociados a la oferta y disponibilidad del agua.
- 5) Fortalecimiento institucional: Generar condiciones para el fortalecimiento institucional en la gestión integral del recurso hídrico.
- 6) Gobernabilidad: Consolidar y fortalecer la gobernabilidad para la gestión del recurso hídrico.

Siguiendo los lineamientos de la Política Nacional para la GIRH en el 2012 se expidió el Decreto 1640 con el fin de reglamentar “los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos”. En su artículo 18 define el POMCA como el: “Instrumento a través del cual se realiza la planeación del uso coordinado del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna y el manejo de la cuenca entendido como la ejecución de obras y tratamientos...”. Buscando aplicar una visión integral del territorio mediante la articulación de los POMCA con otros planes de manejo ambiental y del territorio como los planes de ordenamiento territorial y los planes de desarrollo. Según este decreto la participación de diversos actores y usuarios en la planeación tiene un carácter consultivo y no decisario. La falta de espacios y mecanismos adecuados para la participación, la concertación y la generación de compromisos entre los actores ha sido una de las razones para la débil ejecución de los planes.

Además los POMCA y los POT deben articularse con otros muchos instrumentos de planificación como los: Planes de Ordenamiento Forestal; Planes de Ordenación y manejo de Páramos y Humedales, Planes de Manejo de Parques Naturales y Sistemas Regionales de Áreas Protegidas; Planes de Gestión Ambiental Regional (PGAR) y los Planes de Acción Trienal (PAT) de las CARs.

La Figura 5.4 presenta un esquema de la planificación territorial y ambiental, en el cual se destaca la gran diversidad de planes que deben articularse, lo cual es una tarea que implica una capacidad técnica y un nivel de conocimiento e información que está muy lejos de las capaci-

dades de que disponen la inmensa mayoría de los municipios del país. Como lo confirma la Contraloría General de la República en su ya citado informe existe un “bajo nivel operatividad, articulación y cumplimiento real de los determinantes ambientales en los planes de ordenamiento territorial” (Contraloría General de la República, 2012, p. 412). Adicionalmente, esta falta de coordinación y articulación interinstitucional se debe en gran medida a la pluralidad de actores interesados y a la falta de espacios y mecanismos efectivos en los que pueda darse una participación efectiva y la negociación y adquisición de compromisos entre las diversas instituciones y entidades públicas, mixtas, privadas y comunitarias relacionadas con el territorio y el agua.

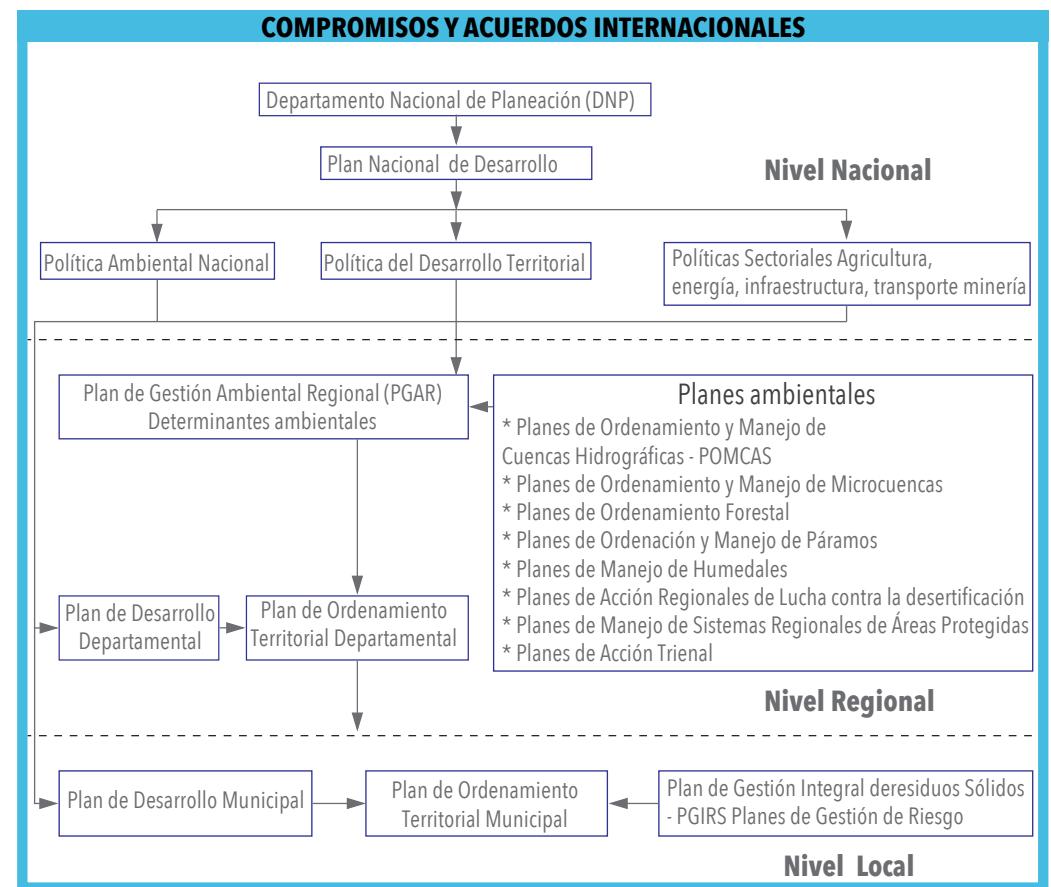


Figura 5.4. Esquema de planificación ambiental según la legislación vigente 2013.

Fuente: Elaboración propia

Álvarez (2008, p. 115-116) explica la problemática de la complejidad de la gestión ambiental en el País: "...el país está viviendo una situación verdaderamente caótica en materia ambiental...con una intensa actividad legislativa y reglamentaria que está originando tanto en las instituciones como en los ciudadanos, unos niveles de incertidumbre e inseguridad jurídica que son inaceptables...la carencia de una base legislativa sólida ha llevado a la expedición de normas que se modifican al gusto del funcionario de turno...". Además si no se logra una cultura de cooperación y participación efectiva e informada de los usuarios y otros actores, no se logrará una gestión del agua que se adapte a los cambios constantes políticos sociales y ambientales del territorio.

La articulación de estos planes es una tarea que crea una gran cantidad de conflictos y contradicciones derivados de la complejidad institucional, la falta de transparencia, la participación y el consenso de acuerdos duraderos. Como lo menciona Andrade "Es preciso pensar lo ambiental desde la perspectiva de bienestar de la población real y no sólo desde el imaginario de un escenario ambiental ideal... [Además se debe] adecuar la concepción de áreas protegidas para sintonizarlas con las necesidades de la gente" (Universidad de los Andes, 2009, p. 12).

La evaluación de la aplicación de la GIRH

La gestión ambiental puede definirse como "el manejo participativo y concertado de las variables y problemas ambientales de un territorio determinado por parte de los diversos actores sociales que lo construyen, mediante el uso combinado y selectivo de herramientas de planeación, técnicas, económicas, financieras, jurídicas y administrativas, para lograr el funcionamiento adecuado de los ecosistemas y de su oferta de bienes y servicios, y el mejoramiento de la calidad de vida de la población dentro de un marco de sostenibilidad".

La gestión ambiental es un proceso de mejoramiento continuo conformado por cuatro etapas: Diagnóstico y Prospectiva, Formulación y Programación, Implementación y Seguimiento y Evaluación. Para lograr sus resultados el ciclo de la gestión ambiental debe estar dinamizado por una serie de elementos y procesos interrelacionados a saber: la participación de los actores; la articulación interinstitucional, la comunicación, el conocimiento y la información. La Figura 5.5 presenta el ciclo de la gestión ambiental.

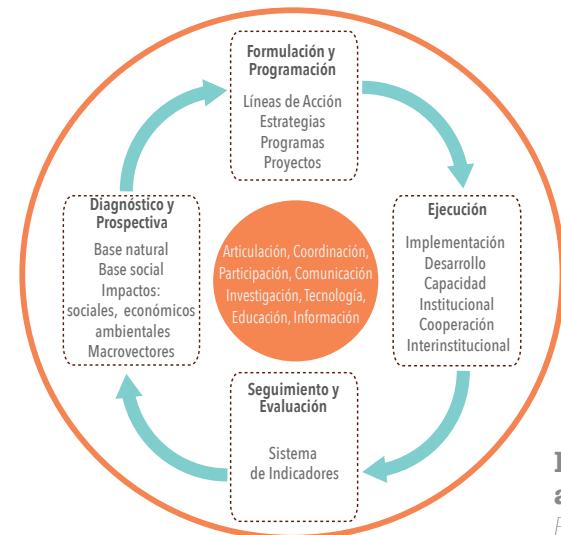


Figura 5.5. Ciclo de la gestión ambiental.

Fuente: Elaboración propia.

La incorporación de la GIRH en el ciclo de la gestión ambiental, permite relacionarla más precisamente con la búsqueda de la sostenibilidad territorial, al reconocer la importancia del agua en todas las dimensiones, proyectos y acciones de la gestión territorial de los actores públicos y privados. Es decir, que desde esta perspectiva, la Gestión Integrada del Agua se entiende como un caso particular de la Gestión Ambiental y más aún cuando se la considera, como en este trabajo, como una herramienta para apoyar la sostenibilidad territorial.

Para evaluar el grado de éxito en la implantación de la GIRH en un territorio determinado, se ha adoptado el enfoque de analizar las funciones principales que deben ejecutarse por parte del aparato institucional para que haya una efectiva aplicación de la GIRH, remplazando el método tradicional de mencionar todas las instituciones relacionadas con el tema y el listado de sus competencias y funciones de ley, sin considerar su grado de cumplimiento.

A continuación se presentan las principales funciones que deben desarrollar los diversos actores para aplicar exitosamente la GIRH en cada una de las etapas que conforman el ciclo de la gestión ambiental (Tabla 5.6). La definición y evaluación del grado de cumplimiento de estas funciones hace posible analizar y evaluar los logros y las debilidades que se presentan en la ejecución de la GIRH en diversos contextos, e identificar las acciones correctivas que deben adelantarse para subsanar carencias y fortalecer procesos de mejoramiento.

1. DIAGNÓSTICO Y PROSPECTIVA	3. EJECUCIÓN
<p>1.1. Delimitación y caracterización del territorio en que se aplicará la GIRH, incluyendo los usos del suelo.</p> <p>1.2. Investigación del estado de los ecosistemas y de sus bienes y servicios, en especial los productores, protectores y reguladores del agua. Identificación de nuevas áreas protegidas para apoyar la GIRH.</p> <p>1.3. Identificación de conflictos por el uso del suelo para la GIRH.</p> <p>1.4. Aplicación de los determinantes ambientales en los POTs y demás instrumentos de planificación del territorio.</p> <p>1.5. Investigación y caracterización de los recursos de agua en cantidad y calidad.</p> <p>1.6. Identificación y caracterización de las principales fuentes de contaminación del agua.</p> <p>1.7. Identificación y caracterización de los usuarios del agua, sus necesidades e impactos sobre el recurso.</p> <p>1.8. Identificación y aplicación de tecnologías y buenas prácticas eficientes y sostenibles para el uso racional, el tratamiento de las aguas potables y residuales y el reuso del agua.</p> <p>1.9. Modelamiento de la disponibilidad, calidad y uso del agua, como herramienta para la GIRH y la gestión del riesgo.</p> <p>1.10. Construcción colectiva de escenarios prospectivos y metas sobre la disponibilidad de agua, su demanda y calidad, y sobre las amenazas y riesgos que presenta. Definición de metas.</p> <p>1.11. Articulación y coordinación interinstitucional en el conocimiento y la información sobre el territorio y el agua, para su uso y difusión.</p> <p>1.12. Utilización de los instrumentos de regulación directa, económicos y financieros para la gestión del agua.</p> <p>1.13. Estado de los procesos de seguimiento y monitoreo del agua.</p>	<p>3.1. Otorgamiento técnico de derechos de agua.</p> <p>3.2. Autorización de vertimientos de aguas residuales.</p> <p>3.3. Aplicación y recaudo de instrumentos económicos para la gestión sostenible del agua - Tasas retributivas, tasas compensatorias, etc.</p> <p>3.4. Aplicación y recaudo de instrumentos financieros para la gestión sostenible del agua - Tarifas, tasas de uso, etc.</p> <p>3.5. Operación efectiva de mecanismos y espacios participativos para la GIRH, la financiación de sus proyectos y acciones, y la gestión del riesgo de origen hidrometeorológico.</p> <p>3.6. Operación de mecanismos y espacios para la coordinación interinstitucional para la GIRH la financiación de sus proyectos y acciones, y la gestión del riesgo de origen hidrometeorológico.</p> <p>3.7. Programas de educación formal y no formal sobre uso racional del agua.</p> <p>3.8. Desarrollo y ejecución de los proyectos, acciones y compromisos que conforman el Plan de Acción para la GIRH.</p> <p>3.9. Creación y operación de nuevas áreas naturales protegidas para la conservación de ecosistemas productores y protectores del agua.</p> <p>3.10. Programas de capacitación en la GIRH para tomadores de decisiones y técnicos del agua.</p> <p>3.11. Fomento del uso de técnicas y buenas prácticas para el uso racional y el reuso del agua.</p>
2. FORMULACIÓN Y PROGRAMACIÓN	4. SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN
<p>2.1. Articulación de los acuerdos y compromisos internacionales relativos a la GIRH.</p> <p>2.2. Articulación y coordinación con otras políticas públicas relevantes y con las metas y objetivos nacionales, y sus instrumentos de planificación.</p> <p>2.3. Establecimiento concertado de metas de cantidad y calidad para el agua y el territorio.</p> <p>2.4. Creación y operación de mecanismos y espacios de articulación y coordinación interinstitucional para la planificación del agua, y los instrumentos de planificación territorial y sectorial.</p> <p>2.5. Formulación participativa de los planes del agua y del territorio a largo, mediano y corto plazo con sus objetivos, estrategias, programas, proyectos y acciones.</p> <p>2.6. Identificación de nuevas áreas protegidas para la conservación de ecosistemas productores y protectores de agua.</p> <p>2.7. Creación y operación de mecanismos y espacios de participación pública para la planificación del agua y los instrumentos de planificación territorial y sectorial.</p> <p>2.8. Marco regulatorio para la prestación de servicios públicos relativos al agua.</p> <p>2.9. Regulación de la cantidad de agua para los diversos usos y para vertimientos.</p> <p>2.10. Mecanismos de difusión y socialización de la información.</p> <p>2.11. Inclusión de instrumentos de regulación directa, económicos y financieros en los planes para la GIRH.</p> <p>2.12. Estímulo al uso racional del agua entre los tomadores de decisiones y los usuarios mediante regulación, capacitación, educación, incentivos, controles y tecnología.</p> <p>2.13. Formulación de programas de capacitación en la GIRH de tomadores de decisiones y de técnicos del agua.</p>	<p>4.1. Operación del sistema de monitoreo de la oferta de agua en el territorio, en cantidad y calidad.</p> <p>4.2. Control y monitoreo del cumplimiento de lo establecido en los derechos de agua otorgados a los usuarios.</p> <p>4.3. Control y monitoreo de vertimientos de los diversos tipos de usuarios.</p> <p>4.4. Control, seguimiento y evaluación de los proyectos que conforman los planes de acción para la GIRH.</p> <p>4.5. Vigilancia y control de la prestación de los servicios de acueducto y demás usos del agua en cantidad, calidad del agua y calidad del servicio.</p> <p>4.6. Efectividad de la utilización de espacios y mecanismos para la participación pública y la coordinación interinstitucional para la GIRH.</p> <p>4.7. Efectividad del sistema de información sobre el control y vigilancia de los recursos hídricos y su estado.</p> <p>4.8. Control fiscal de los recursos destinados a la prestación de servicios de agua y saneamiento.</p> <p>4.9. Aplicación de medidas anticorrupción.</p> <p>4.10. Aplicación de sanciones a los infractores de la normatividad ambiental y del agua.</p> <p>4.11. Efectividad del sistema de prevención de riesgos de origen hidrometeorológico.</p>

Tabla 5.6. Funciones para aplicar exitosamente la GIRH.

Fuente: Elaboración propia.

Los ejercicios realizados por el Instituto Quinaxi en el 2008, para evaluar el grado de éxito en la implantación de la GIRH en Colombia utilizando la metodología de los talleres de expertos, arrojaron una serie de conclusiones sobre el grado de cumplimiento de las diversas funciones necesarias para que exista la GIRH en las cuatro etapas del ciclo de la gestión ambiental. Estas conclusiones se revisaron a la luz de la situación actual y se encontró que no han ocurrido cambios significativos y que por tanto siguen siendo válidas. Los resultados arrojan una serie de conclusiones que en cada una de las etapas del ciclo de la gestión ambiental de la siguiente manera:

La etapa de Diagnóstico y Prospectiva es la más desarrollada pues en ella se realiza la totalidad de las funciones propuestas, aunque la mayoría de ellas con un nivel medio de desempeño. Esta calificación se atribuye por parte de los expertos a las deficiencias en la cobertura espacial y temporal de la información y a la carencia de datos a escalas adecuadas para la gestión en el territorio. Los espacios y mecanismos para la participación pública y la articulación interinstitucional no se utilizan adecuadamente y la participación pública es escasa y poco cualificada y transparente.

En la etapa de Formulación y Programación el nivel de desempeño de las funciones oscila entre bajo y medio, con énfasis centrado en el sector de agua potable y poca actividad con respecto a los otros usos del agua. En esta etapa también se aprecia una clara desarticulación con otras políticas y programas de desarrollo territorial y sectorial, en razón de una escasa articulación interinstitucional. Esta situación se deriva de la falta de sistemas de trabajo estructurados y operativos tanto para la coordinación entre las instituciones como para la participación pública. En 2010 se adoptó la Política nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico pero su desarrollo es muy escaso.

La etapa de Ejecución presenta el más bajo nivel de cumplimiento de sus funciones, especialmente en los sectores diferentes al agua potable en el cual se ha concentrado la actividad, desconociendo una vez más el carácter integral de la gestión sostenible del agua. La utilización de incentivos económicos y financieros también está centrada en el sector de agua potable. Tampoco en este caso existen espacios y mecanismos de coordinación interinstitucional adecuados y mucho menos la posibilidad de compartir recursos para adelantar proyectos de interés común. La institucionalidad al nivel nacional presenta una grava falla estructural al haber separado el manejo del agua en dos ministerios, el de medio ambiente y el de vivienda, rompiendo la integralidad indispensable para la gestión sostenible del agua. La construcción y operación de obras civiles para el aprovechamiento

de los recursos hídricos presenta un alto grado de inversión en el sector de agua potable, cuya efectividad debería evaluarse. Esta actividad reitera una vez más el predominio de la gestión por la vía de la oferta. Otro sector que presenta también un desempeño alto en la construcción de obras civiles es el hidroeléctrico. En cuanto a las obras para el tratamiento de las aguas residuales se presenta un bajo grado de cumplimiento producto de la falta de considerar integralmente el ciclo del uso del agua, lo cual es indispensable para que haya una exitosa aplicación de la GIRH.

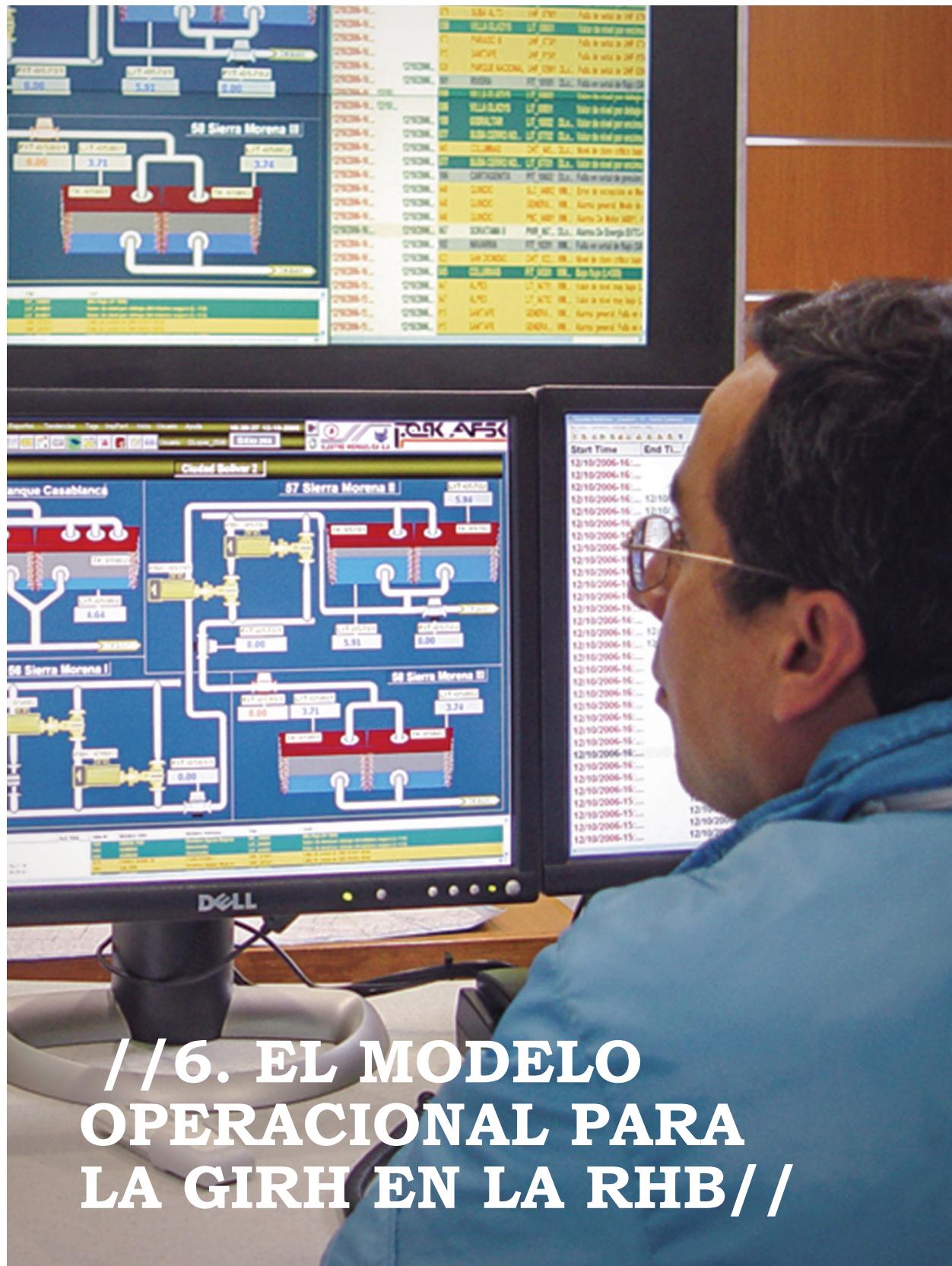
La etapa de Seguimiento y Evaluación se encuentra bastante rezagada pues no se ejecutan muchas de las funciones que deben desarrollarse en ella y las que se realizan presentan un grado de desempeño bajo, con algunas excepciones en el sector de agua potable. Es claro que no existen sistemas de monitoreo adecuados y permanentes para hacer seguimiento al estado de los recursos hídricos y de los impactos de las actividades socioeconómicas producen sobre ellos, como tampoco a los debidos a las amenazas como el cambio climático y la contaminación originada en actividades y usos del suelo insostenibles.

Sintetizando los anteriores resultados y agregando otras consideraciones, pueden señalarse las siguientes conclusiones generales que dificultan la aplicación exitosa de la GIRH.

- *El país no ha entendido que su riqueza hídrica debe dejar de considerarse como una fuente de problemas y desastres, para pasar a convertirse en un factor de equidad y de desarrollo sostenible.*
- *En cuanto al ordenamiento del territorio y los usos del suelo la disponibilidad de agua sigue siendo considerada como una respuesta a los proyectos que la requieren, en lugar de utilizarse como una herramienta para dirigir la construcción de territorios sostenibles.*
- *La gestión del agua conserva un carácter básicamente lineal, y no ha entrado en el paradigma de la complejidad, pues sigue centrada en el enfoque por la vía de la oferta, con algunas excepciones interesantes pero poco frecuentes de actuación por la vía de la demanda.*
- *A pesar de que existe un Política Nacional para la GIRH adoptada en 2010, su grado de implementación es muy escaso.*
- *Los espacios y mecanismos para realizar una gestión que integre los intereses y necesidades de los diversos actores están muy poco desarrollados.*
- *La coordinación y la articulación interinstitucional para actuar conjuntamente en relación con el agua, son muy escasas y poco efectivas.*

- Los espacios para la participación pública en la gestión del agua son poco conocidos y su eficiencia es muy reducida.
- La ineficacia de las autoridades ambientales ha conducido a la judicialización de la gestión del agua con resultados bastante cuestionables.
- Los instrumentos económicos y financieros para la gestión sostenible del agua se han deformado y su importancia se ha disminuido.
- El tratamiento de las aguas residuales sigue siendo el componente más descuidado del ciclo de uso del agua. Incluso hoy en día, por deficiencia del MADS, el país no cuenta con una norma que regule la calidad de los vertimientos que reemplace al derogado Decreto 1594 de 1984. Esta carencia es una grave falla que atenta contra la salud pública y la de los ecosistemas.

El gran interrogante que surge del análisis anterior es porque si el país cuenta, por lo menos teóricamente, con todos los elementos necesarios para poder hacer una gestión racional del agua y probablemente también para la GIRH, esto no ha sido posible. Esta situación puede atribuirse a la carencia de una gobernanza adecuada del agua, que parte de razones socio culturales y económicas, como el característico individualismo de nuestra sociedad y la carencia de proyectos colectivos de largo plazo, que impiden una gestión colaborativa y coordinada entre las instituciones y los actores del agua, con el bien público como meta y además a la carencia de la visión compleja en el tema del agua y el territorio, que es necesario lograr para aplicar exitosamente la GIRH. En síntesis como sociedad tenemos el reto de entender y realizar la gestión sostenible del agua, nuestro recurso natural más valioso, dentro del paradigma de la complejidad, que permita una integración sistémica de visiones, instituciones, normas y recursos para lograr la sostenibilidad territorial.



En el Capítulo 3 se hizo una detallada descripción del modelo operacional que se propone para realizar exitosamente la GIRH como factor para la sostenibilidad territorial. El modelo se basa en dos pilares fundamentales; la Planificación Participativa y la Gestión Financiera Integrada.

En cuanto a la primera, su realización se apoya en la participación pública cualificada y la articulación y la cooperación interinstitucional para generar instrumentos de planificación con dos horizontes temporales. Un Plan Director de largo plazo que establezcan los objetivos y las metas que acuerde la sociedad con respecto al agua y a su papel en la sostenibilidad territorial y los Planes de Acción que lo desarrollan sucesivamente en plazos más cortos, en los que se deben priorizar y formular técnicamente los proyectos y acciones consensualmente definidos para lograr los objetivos buscados. El modelo propuesto requiere, como queda dicho, de la creación y operación de espacios y mecanismos de participación y articulación de los actores para que estos procesos puedan llevarse a cabo exitosamente.

La otra componente fundamental del modelo busca combinar los instrumentos de regulación directa, incentivos económicos e instrumentos financieros, que permitan administrar el agua sosteniblemente y generar los recursos para financiar los proyectos y acciones para lograrlo. Esto se debe abordar mediante la aplicación efectiva y equitativa de los principios como el agua financia al agua y el que usa y contamina paga, para alcanzar las metas acordadas colectivamente en los instrumentos de planificación resultantes de la Planificación Participativa, mediante una Gestión Financiera Integrada que gira alrededor de un fondo colectivo que capte recursos de las fuentes disponibles y los redistribuya de acuerdo a las necesidades de cada uno de los actores.

En los siguientes apartados se analiza la aplicación del modelo operacional para el caso específico de la RHB.

Planificación participativa

El trabajo participativo de los actores y la articulación interinstitucional que se realizan en las instancias política y técnica previstas, debe conducir a la formulación de los instrumentos de planificación definidos en el Capítulo 3, de manera que respondan a las características de la RHB. Pero además, es conveniente tener en cuenta las siguientes recomendaciones para el caso específico de la RHB:

Dadas las diferencias físico naturales y socioeconómicas de las tres cuencas que componen la RHB y las diferencias en las funciones que desempeñan con respecto al manejo y el uso del agua, se considera conveniente generar espacios de participación y articulación particulares para las cuencas Alta, Media y Baja, pero cuyos resultados deben articularse debido a la estrecha interdependencia funcional que existe entre ellas.

Como se ha señalado el énfasis en la gestión del agua dentro del ciclo de uso, debe centrarse en el tratamiento de las aguas residuales y la recuperación del río Bogotá, que es la parte más crítica para la sostenibilidad del agua y el mayor freno para la aplicación exitosa de la GIRH.

Se considera esencial el definir y precisar los determinantes ambientales para la RHB que constituyen la espina dorsal de la visión regional que permite articular los múltiples instrumentos de planificación y de uso del suelo que están desarticulados y que en muchas ocasiones son contradictorios.

Para que la GIRH pueda aplicarse exitosamente en la RHB es indispensable que los instrumentos de regulación directa, los económicos y los financieros existentes puedan volverse operativos y con valores lo suficientemente altos para permitir la aplicación de los principios de que el agua financia al agua y el que usa y contamina paga, sin que se vuelvan una carga que afecte a los diversos tipos de usuarios del agua.

Actores para la gestión del agua

En el Capítulo 3 se adoptó una tipología funcional general para clasificar los actores que deben intervenir en el modelo operativo propuesto para desarrollar la GIRH. Esta tipología se utilizará a continuación para identificar específicamente a los actores que deben actuar en el modelo operacional para el caso particular la RHB (Ver Tabla 6.1)

Actores/Tipología funcional	Formulación de políticas y normas	Planeación y administración del agua	Planeación del territorio y usos del suelo	Gestión de servicios del agua	Uso del agua	Generación de conocimiento e información	Seguimiento monitoreo y control	Prevención y mitigación del riesgo
Nacional								
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).	x		x			x	x	x
Ministerio de Salud y Protección Social (Instituto Nacional de Salud)	x					x	x	x
Ministerios sectoriales (Agricultura, Minas y Energía, Vivienda, etc.)	x		x			x	x	x
Departamento Nacional de Planeación	x		x			x	x	x
Comisión Reguladora de Agua Potable	x		x			x	x	x
Superintendencia de Servicios Públicos	x					x	x	x
IDEAM	x					x	x	x
Autoridades Ambientales (CAR, Corpinoquia, Corpoguavio, Cormacarena, Secretaría Distrital de Ambiente)		x	x			x	x	x
Unidad de Parques Naturales (Chingaza y Sumapaz)	x	x	x			x	x	x
Departamentos de Cundinamarca y Meta (Secretarías de Planeación, Salud y de Ambiente)		x	x			x	x	x
Regionales								
Empresas de Servicios Públicos de Cundinamarca		x			x	x	x	x
EAB-ESP (Concesionarios y compradores de agua)			x		x	x	x	x
Universidades y centros de investigación**					x	x	x	x
Medios de comunicación**					x	x	x	x

Tabla 6.1. Identificación de los actores según tipología funcional en la RHB.

** Las Universidades, centros de investigación y los medios de comunicación pueden corresponder a los órdenes nacionales, regionales y locales.

Actores/Tipología funcional	Formulación de políticas y normas	Planeación administración del agua	Planeación del territorio y usos del suelo	Gestión de servicios del agua	Uso del agua	Generación de conocimiento e información	Seguimiento monitoreo y control	Prevención y mitigación del riesgo
Orden	Local							
Secretarías de Planeación, Salud y de Ambiente y comités de gestión del riesgo de los municipios las cuencas Alta, Media, Baja de la RHB	x	x	x	x	x	x	x	x
Distrito Capital (Secretarías de Planeación y de Ambiente)	x	x	x	x	x	x	x	x
Empresas municipales de acueducto y alcantarillado				x	x	x	x	x
Empresas privadas de acueducto	x			x	x	x	x	x
Acueductos comunitarios y veredales	x			x	x	x	x	x
Hogares, agricultores, y ganaderos (Vía sus gremios), toma directa por industria, industrias mineras, generadores eléctricos (EMGESAS)			x	x	x	x	x	x
Organizaciones comunitarias de usuarios				x	x	x	x	x
Defensa Civil y Cruz Roja					x	x	x	x

Tabla 6.1. Identificación de los actores según tipología funcional en la RHB.

**Usuarios Intermedios:* son aquellos usuarios que toman el agua y la procesan para distribuirlo entre los usuarios finales. *Usuarios Finales:* Son aquellos usuarios que utilizan el agua para vivir o realizar actividades socioeconómicas bien sea porque la compran a un gestor de servicios de agua o porque la toman o la vierten directamente.

Las diferencias en la jerarquía institucional y la escala espacial de las competencias de los actores deben tenerse en cuenta para aplicar exitosamente el modelo operacional propuesto para la GIRH. Así por ejemplo, mientras un actor puede formular políticas y directrices de carácter nacional que, siguiendo los principios del Rigor Subsidiario y la Gradación Normativa, deben acatar los actores de jerarquía inferior o un alcance territorial más reducido, otros pueden tener funciones y responsabilidades técnicas que correspondan a espacios y temas específicos y particulares, como puede ser por ejemplo los que están relacionados con la gestión cotidiana del agua en una subcuenca determinada.

Para lograr una participación efectiva y concreta, es necesario seleccionar entre el universo de los diversos actores, aquellos que de acuerdo con sus competencias, experiencias y capacidades sean los más útiles de acuerdo con el tema particular de que se trate y definir de acuerdo con las necesidades específicas, la duración, la organización y la frecuencia de las reuniones y las necesidades de información y otros elementos necesarios para cualificar y hacer más eficiente la participación.

Espacios y mecanismos de participación, articulación y cooperación interinstitucional

La delimitación de la RHB que se propone en este trabajo, incluye como se vio en el numeral anterior, una gran cantidad de actores con diversos niveles jerárquicos y funciones, por lo cual establecer espacios y mecanismos para que puedan trabajar de manera integrada y coherente desarrollando una visión regional se considera un elemento fundamental para lograr aplicar la GIRH articulada al desarrollo territorial.

Entre ellos se destacan por su importancia los entes territoriales por sus competencias y funciones con respecto al agua y por su responsabilidad con respecto al ordenamiento del territorio y los usos del suelo. En cuanto a la administración del agua y del territorio, las autoridades ambientales son también actores de primera línea. Naturalmente todos los diversos usuarios del agua son esenciales en estos procesos participativos de generación de acuerdos.

Siguiendo el esquema propuesto en el Capítulo 3 para conformar estos espacios, en la RHB su composición puede ser la siguiente:

Consejo de Cuenca

- Gobernación de Cundinamarca. (Gobernador, secretarías de Planeación, Ambiente y Salud).
- Empresa de Servicios Públicos de Cundinamarca.
- Alcaldía Mayor de Bogotá (Secretarías de Planeación, Ambiente y Salud, EAB).
- Gobernación del Meta (Secretarías de Planeación, Ambiente y Salud).
- Ministerio de Ambiente.
- Autoridades Ambientales (CAR, Corporinoquía, Corpoguavio, Cormacarena, Secretaría Distrital de Ambiente). Unidad de Parques Nacionales. (Dirección General, Jefes de Parque de Chingaza y Sumapaz).
- Comisión Reguladora de Agua Potable.
- Superintendencia de Servicios Públicos.
- Municipios de las Cuencas Alta, Baja y Media (2 representantes de cada una elegidos por ellos mismos. Gerentes de las empresas municipales de acueducto y alcantarillado. Gerentes de las PTARs).
- Representantes de la Defensa Civil.
- Gremios de agricultores, industriales, mineros y generadores de energía, EEB, Grandes usuarios industriales y agrícolas.
- Representante de los acueductos veredales.
- Representante de los acueductos privados.
- Organizaciones de usuarios.

Secretaría Técnica

La Secretaría Técnica debe estar conformada por un equipo técnico integrado por profesionales de muy alta calidad y estabilidad, el cual está encargado de la formulación de los instrumentos de planificación y de ordenar los giros del Fondo de Cofinanciación para ejecutar los proyectos y acciones que los conforman.

Este equipo técnico deberá asesorarse temáticamente de acuerdo con el problema o proyecto de que se trate por los actores responsables y/o expertos en cada caso, con el fin de lograr la coordinación entre los actores y la generación de acuerdos para la formulación de los instrumentos de planificación.

- Autoridades ambientales, CAR, a través de expertos.

- Gobernaciones a través de expertos de las secretarías pertinentes.
- Municipios a través de expertos de las secretarías pertinentes.
- Distrito Capital (Secretarías de Planeación, Ambiente y Salud, EAB).
- Universidades y centros de investigación, según tema.
- Grandes usuarios industriales y agrícolas, según tema.
- Empresas de acueducto municipales, comunitarias o privadas.
- Juntas de acción comunal y asociaciones de usuarios.

Plan Director

Como se ha señalado el Plan Director es un instrumento de planificación con una vigencia del orden de los 10 años, que se formula participativamente y que establece los objetivos que busca la sociedad para la gestión integrada del agua como herramienta para la sostenibilidad territorial y las estrategias que deben adoptarse para lograrlos.

En lo que respecta al caso de la RHB se considera que por vía de ejemplo pueden adoptarse, estableciendo las metas correspondientes, los que se presentaron en el Capítulo 3, fijando las metas de cada uno, puesto que reflejan con claridad los propósitos que se buscan y que son los que se señalan a continuación.

Objetivo General

Utilizar la Gestión Integrada del Agua, como un factor determinante para apoyar la sostenibilidad territorial.

Objetivos Específicos

- Garantizar la disponibilidad de agua en cantidad suficiente, para satisfacer las necesidades de la sociedad y de los ecosistemas.
- Garantizar la calidad de la oferta de agua para satisfacer las condiciones necesarias para los diversos usos sociales y naturales del agua.
- Orientar la adopción de formas y procesos de desarrollo enmarcados dentro de los límites y capacidades de la base natural que los hace posibles.
- Prevenir los riesgos sobre el recurso hídrico generados por el cambio climático y las actividades insostenibles y adaptarse a ellos.

Plan de Acción

Estrategias

El Plan de Acción es un instrumento de planificación con una vigencia del orden de 5 años, que desarrolla el Plan Director, en planes sucesivos, mediante la definición de los programas que integran sus Estrategias y de los proyectos que los desarrollan, para el caso de una región determinada.

A continuación se presenta el conjunto de Estrategias que se definió en el Capítulo 3, que se considera que deben formar parte del Plan Director para el caso de la RHB y cuyos programas de desarrollo pueden constituir la base del Plan de Acción. Es importante aclarar que las estrategias y programas que se identifican a continuación, se listan a manera de ejemplos, tomando en cuenta las experiencias exitosas en diversos países, con el propósito de contribuir a la formulación de los planes de acción que puedan surgir en el futuro para la RHB.

- **Articular la gestión del agua con las estrategias de desarrollo territorial y sectorial.**

Algunos de los programas que desarrollan esta estrategia identificados como los más importantes son:

- Formular políticas y crear programas que promuevan la cooperación con visión regional de los entes territoriales entre sí y con las diferentes entidades relacionadas con el agua, para desarrollar planes de acción consensuados que compartan metas y recursos financieros, técnicos e institucionales.

- Simplificar y reducir la multiplicidad de instrumentos de planificación que se formulan sobre diversos temas relacionados en un mismo territorio, mediante la definición de su jerarquía y su integración.

- Integrar y volver coherentes los enfoques y las propuestas de los múltiples y variados instrumentos de planificación generados por las diversas instituciones encargadas del desarrollo y del medio ambiente, que generalmente se formulan de manera aislada.

- Articular y volver coherentes los planes de acción, los proyectos y las acciones de las diversas instituciones, compartiendo los recursos humanos, financieros y tecnológicos en su diseño y ejecución.

- Utilizar el ordenamiento territorial para disminuir la vulnerabilidad generada por el cambio climático, respetando la infraestructura verde y los espacios del agua.

- **Contribuir a la adopción de formas y procesos sostenibles de desarrollo.**

Algunos de los programas identificados como los más importantes son:

- Focalizar el crecimiento y la inversión en la cuenca en los centros urbanos existentes, manteniendo su individualidad cultural y la separación física entre ellos, buscando el uso eficiente del suelo, el agua, la infraestructura y los recursos fiscales y evitando los desarrollos habitacionales dispersos.

- Fomentar el uso de patrones de desarrollo y uso del suelo que respeten el carácter de las zonas rurales, los estilos de vida tradicionales, su cultura y su economía, para preservar los hábitats naturales y la calidad estética del paisaje.

- Evitar los impactos directos del desarrollo sobre las rondas, humedales, áreas de amortiguación de crecientes y cuencas mediante el ordenamiento del territorio, la definición de los usos del suelo y el ejercicio de la autoridad.

- Promover el uso eficiente y sostenible del agua mediante la educación de la población y la concientización de su uso racional.

- Reducir la presión sobre los ecosistemas protectores y productores, propiciando el reuso del agua en la cuenca, tratando las aguas residuales y la búsqueda de fuentes no convencionales de agua, como la “cosecha de la lluvia”.

- **Conservar y restaurar la infraestructura verde.**

Los programas identificados como prioritarios en el desarrollo de esta estrategia son los siguientes:

- Definir, delimitar y proteger legalmente la estructura ecológica principal y de los espacios del agua como páramos, rondas, humedales, zonas de amortiguación de crecientes, nacimientos de agua, de regulación de flujos y de recarga de acuíferos.

- Recuperar los espacios del agua como rondas, humedales, zonas de amortiguación de crecientes y zonas de nacimientos de agua, regulación y recarga de acuíferos, invadidos por las actividades socioeconómicas.

- Proteger los ecosistemas productores, reguladores y protectores que se encuentra en buen estado de conservación, para mantener su función como proveedores de bienes y servicios ecosistémicos y en particular aquellos relacionados con el agua.

- Recuperar, restaurar y mantener zonas estratégicas para la provisión de agua, amortiguación de crecientes y protección de la contaminación difusa, como las rondas y los cauces de los ríos, los humedales y los acuíferos.

•Desarrollar la infraestructura y la capacidad institucional para gestionar el agua.

Los programas prioritarios más frecuentemente identificados son los siguientes:

- Emplear diseños y tecnologías ecoamigables en los nuevos proyectos de infraestructura para el agua, como embalses, captaciones, plantas de potabilización, canales, tuberías, redes, alcantarillados, plantas de tratamiento de efluentes, etc.

- Mantener adecuadamente y actualizar las obras de infraestructura existentes para la gestión del agua.

- Capacitar a los profesionales del agua de las instituciones y empresas, en la GIRH y dotarlos de los equipos y elementos necesarios para la realización de sus tareas.

- Gestionar el agua satisfaciendo los ciclos hidrológico y de uso del recurso, haciendo énfasis especial en la prevención de la contaminación y en el tratamiento de las aguas residuales.

•Difundir conocimiento y tecnologías para el uso eficiente y racional del agua.

Los programas prioritarios que desarrollan esta estrategia son los siguientes:

- Generar conocimiento e información sobre el agua en el territorio, para todas las etapas de los ciclos de uso del agua e hidrológico.

- Generar conocimiento actualizado y proactivo sobre el comportamiento hidráulico presente y futuro del territorio y reducir la incertidumbre sobre la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos.

- Difundir información sobre el agua y su aprovechamiento sostenible entre los usuarios del agua y la población en general.

- Identificar y prevenir las amenazas para la confiabilidad y seguridad del suministro de agua resultantes del cambio climático, como la transformación y desaparición de ecosistemas protectores y productores, los cambios en los patrones de las lluvias y los impactos derivados de las actividades insostenibles y usos del suelo inadecuados.

- Difundir y apropiar tecnologías ahorradoras de agua y de reducción de la contaminación. Además de promover comportamientos y técnicas para su uso racional y respetuoso.

- Diseñar y operar sistemas seguros y estrictos de monitoreo y control de la cantidad y la calidad del agua, que permitan retroalimentar la planificación territorial y del agua y la concertación de objetivos y metas comunes.

- Generar conocimiento para reducir la incertidumbre asociada con los escenarios del cambio climático y los usos del suelo insostenibles con respecto al agua, sus espacios y la infraestructura verde.

•Articular la regulación directa con los instrumentos económicos y financieras para la gestión del agua.

Los programas prioritarios que desarrollan esta estrategia son los siguientes:

- Aplicación dinámica del principio de “el que usa y contamina paga”. Por medio de las tasas de uso de agua, tasas retributivas y compensatorias y demás instrumentos económicos y financieros para apoyar la gestión sostenible del agua.

- Diseñar y poner en práctica una estructura tarifaria equitativa, que refleje los costos reales del servicio, que permita financiar programas de solidaridad y equidad, conservar la infraestructura natural, descontaminar el agua y desarrollar las obras futuras.

- Buscar y utilizar nuevas fuentes de financiamiento para los programas del agua, tales como las regalías y la financiación conjunta de proyectos entre los distintos actores del agua.

- Definir y operar un mecanismo financiero eficaz para la administración de los recursos disponibles, cofinanciando entre con los distintos actores del agua los planes de acción acordados de manera participativa.

•Formar y consolidar capital social.

Los programas prioritarios más frecuentes para desarrollar esta estrategia son los siguientes:

- Capacitar a los actores de la GIRH en sus principios y ejecución, mediante campañas y programas de concientización y de educación.
- Difundir información sobre el estado del agua en la región y sobre los planes de acción para mejorar su disponibilidad en cantidad y calidad.
- Fomentar la participación pública, mediante espacios y mecanismos que permitan la participación real y eficaz de los diversos actores e interesados, para llegar a consensos y acuerdos sobre la planificación y la gestión del agua y su relación con la sostenibilidad territorial.
- Diseñar y operar eficientemente espacios y mecanismos de cooperación y coordinación entre las instituciones que intervienen en la planeación y la gestión del agua y del territorio compartiendo recursos y capacidades.
- Apoyar los sistemas de prevención y atención de riesgos, articulando sus planes y recursos con la GIRH.

Fondo de la Región Hídrica del río Bogotá (RHB)

La viabilidad del modelo operacional propuesto y la efectividad en el cumplimiento de los objetivos del Plan Director y de cada Plan de Acción y de los proyectos que lo conforman, depende en alta proporción de la disponibilidad de recursos financieros y de la agilidad en su asignación y ejecución. De esta manera, es preciso contar con un instrumento de captación y administración de recursos que cumpla al menos con las tres condiciones fundamentales, descritas en el capítulo 3: que respete la autonomía de los distintos actores, que asigne recursos de manera concertada y que cuente con una gerencia autónoma.

La aplicación de estos criterios mínimos del Fondo de la RHB, implica disponer de recursos propios, independientes de los recursos presupuestales de cada uno de los actores que lo constituyen, pero captados prioritariamente mediante decisiones de cada uno

de sus órganos directivos: las asambleas departamentales de Cundinamarca y Meta, los concejos municipales, los consejos directivos de las corporaciones (CAR, Corporinoquia, Cormacarena y Corpoguavio), las juntas directivas de los acueductos (Acueducto de Bogotá, Empresas Públicas de Cundinamarca, etc.). Igualmente deben estar soportadas estas decisiones principalmente en los mandatos de Ley 99 de 1993 que asignan una destinación específica de recursos financieros a la gestión del agua, tales como las tasas retributivas y compensatorias (Art. 42), las tasas de uso del agua (Art. 43), la destinación de una porción del impuesto predial a las autoridades ambientales (Art. 44), las transferencias del sector eléctrico (art. 45) y las inversiones obligatorias en las cuencas abastecedoras de los acueductos (Art. 111), entre otros.

Por último, es muy conveniente que estos recursos no prevengan exclusivamente del sector público, sino que cuenten con participación financiera del sector productivo que usa el recurso hídrico. Esta condición permite la configuración de una entidad mixta del tipo de una asociación público-privada, como “un instrumento de vinculación de capital privado, que se materializan en un contrato entre una entidad estatal y una persona natural o jurídica de derecho privado, para la provisión de bienes públicos y de sus servicios relacionados, que involucra la retención y transferencia de riesgos entre las partes y mecanismos de pago, relacionados con la disponibilidad y el nivel de servicio de la infraestructura y/o servicio” (Ley 1508 de 2012). Una asociación de este tipo no sólo garantiza la canalización de recursos de los particulares, ampliando el potencial financiero del sector público, sino que además amplía los niveles de participación y responsabilidad en la gestión del agua hacia los usuarios del sector privado con las ventajas de pesos y contrapesos que estas alianzas posibilitan.

El Fondo de la RHB debe estar orientado exclusivamente a la cofinanciación de proyectos de inversión de sus asociados. Para tal efecto, debe respetar la autonomía de los entes territoriales, de las corporaciones autónomas regionales, de las empresas gestoras del agua (acueductos, distritos de riego, generadores de energía), en la formulación de sus propios proyectos y en la asignación de recursos propios a los mismos. De esta forma, y siguiendo las orientaciones del Plan Director y de cada Plan de Acción, se constituye en un instrumento de apoyo a las decisiones institucionales, sin suplantarlas.

La figura institucional específica que adopte el Fondo de la RHB deberá definirse a partir de un estudio detallado de las fuentes de recursos, de las condiciones institucionales de los actores que lo constituyen y de la pertinencia para manejar recursos conjuntos,

preservando su propia autonomía. Podría pensarse, por ejemplo, en la constitución de una fiducia mercantil con patrimonio autónomo, conformado por voluntad de los distintos actores, con reglas del juego propias definidas y aprobadas por el Consejo Directivo de la instancia técnica de la cuenca.

Gestión Financiera Integrada

Financiación de instrumentos de regulación directa

El desarrollo exitoso de la gestión integrada del agua en la RHB como factor de sostenibilidad territorial, implica la articulación de un conjunto de instrumentos de gestión y regulación directa del agua, así como de administración del uso del suelo en la cuenca, que requieren inversiones directas.

La aplicación de esta amplia gama de instrumentos de gestión y regulación directa debe ser consistente con los objetivos y las metas del Plan Director de la cuenca, y expresados en proyectos específicos en cada Plan de Acción, con su respectiva programación presupuestal. De esta manera, los requerimientos de recursos para financiar las inversiones y la operación del sistema quedan determinados por las directrices del Plan Director y los proyectos del Plan de Acción. Recursos estos que, a su vez, deben ser consistentes con la aplicación de incentivos económicos que propendan por un uso eficiente del recurso por cada tipo de usuarios y que, además, generen los recursos requeridos para garantizar las inversiones requeridas.

En la RHB se presenta una gran heterogeneidad para cumplir con estas funciones de gestión y regulación directa, desde el punto de vista de la sostenibilidad financiera de la institucionalidad pública.

Por una parte, la historia del Acueducto de Bogotá como empresa pública prestadora de servicios de acueducto y alcantarillado, sanitario y pluvial, con más de un siglo de existencia, le ha permitido posicionarse como una de las 100 mayores y más sólidas empresas del país, ocupando en el año 2011 el puesto 49 y en el año 2012 el puesto 52. Igualmente, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, como autoridad ambiental, es una de las más sólidas del país principalmente por sus altos ingresos por impuesto predial (especialmente de la Sabana de Bogotá) y de las transferencias que recibe por generación eléctrica en su jurisdicción, colocándose en el primer lugar de recursos

presupuestales disponibles (529 mil millones de pesos en el 2011), concentrando más de la tercera parte (34,0%) del total de recursos presupuestales de las 33 corporaciones autónomas regionales del país y seguida por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC (con 276 mil millones de pesos en el mismo año).

La situación financiera privilegiada de estos dos grandes actores comprometidos con la gestión y la regulación del agua en la RHB, contrasta con la situación financiera de los demás actores institucionales, incluyendo las Empresas Públicas de Cundinamarca S.A. ESP (constituida en 2008 como sociedad por acciones de carácter oficial), las administraciones de los distintos municipios que hacen parte de la misma cuenca, e incluso las otras tres corporaciones autónomas (Corporinoquia, Cormacarena y Corpoguavio). Situación esta última que se asemeja a la de las dos administraciones departamentales, con recursos bastante limitados para inversión en la gestión del agua. De allí que el Fondo de la RHB deba cumplir una función de reasignación de recursos, para que sus distintos actores puedan asumir sus responsabilidades de regulación directa y sus respectivas inversiones, con mayor capacidad que la que les determinan únicamente sus fuentes propias. Esta función de reasignación de recursos es parte fundamental de la consolidación efectiva de una región hídrica, en la que todas sus partes obtengan recursos para proyectos, que si bien pueden ser locales, producen resultados de beneficio común.

Incentivos económicos e inversiones obligatorias

Como se detalla en el marco conceptual (Capítulo 3) el uso eficiente del agua está íntimamente asociado a la efectiva aplicación de dos principios básicos y complementarios entre sí: por una parte, el agua financia el agua; y de manera complementaria, el que usa el agua y contamina paga.

En relación con el primer principio, el agua financia el agua, una de las aplicaciones más desarrolladas en el país se relaciona con el marco legal de regulación de las tarifas de los servicios públicos domiciliarios y la creación de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA), mediante la Ley 142 de 1994. Allí se establece un sistema de definición de tarifas a los usuarios finales y de incorporación de los costos de inversión de largo plazo y de funcionamiento del sistema, en las tarifas del servicio.

Igualmente se establecen mecanismos institucionales y legales con “la función de regular los monopolios en la prestación de los servicios públicos, cuando la competen-

cia no sea, de hecho, posible; y, en los demás casos, la de promover la competencia entre quienes presten servicios públicos, para que las operaciones de los monopolistas o de los competidores sean económicamente eficientes, no impliquen abusos de la posición dominante, y produzcan servicios de calidad" (Ley 142 de 1994, artículo 73). De esta forma, al establecer mecanismos para que no se presenten abusos de la posición dominante, que los servicios sean de calidad y económicamente eficientes, se está enviando la señal de que el servicio de agua potable sea prestado aplicando el principio de que el agua financia el agua.

En este caso, cuando se trasladan a los usuarios de manera efectiva los costos de corto y largo plazo, incorporándolos de manera adecuada y plena en la tarifa, no sólo se garantiza la sostenibilidad financiera de la prestación del servicio, sino se genera un incentivo económico al uso racional del recurso. En efecto, el uso ineficiente del mismo por ejemplo, derivado de la ausencia de sistemas efectivos de ahorro del agua, se traduce en un castigo al usuario final mediante un cobro proporcional a las pérdidas, enviando así la señal de que ahorrando el agua se disminuyen los costos de uso y se incrementan los beneficios del mismo.

Este principio no es igualmente claro, ni tiene los mismos desarrollos normativos e institucionales, en la legislación asociada con otros usos del agua diferentes al servicio de agua potable. Es el caso, por ejemplo, de los servicios prestados por los distritos de riego, los usos del agua por otras actividades productivas que la toman directamente de la fuente natural, como por ejemplo la generación eléctrica o la minería y los hidrocarburos, o los usos del agua para fines de transporte fluvial o marítimo. Allí no existe un sistema tarifario que refleje de manera adecuada los costos de oportunidad del recurso, ni los costos implícitos derivados de su uso ineficiente.

Sin embargo, para todas estas actividades sí existen en el marco normativo colombiano una serie de instrumentos para aplicar el segundo principio enunciado: el que usa y contamina el agua paga. Son, en efecto, las normas contenidas en la legislación ambiental asociadas con el uso de los cuerpos de agua. Un conjunto de instrumentos legales que obligan a los usuarios del agua a pagar por este uso, los cuales en muchos casos envían a su vez una señal económica que incentiva la utilización más racional del recurso.

La legislación colombiana estableció desde hace casi cuatro décadas, con el Código de los Recursos Naturales en 1974, tres incentivos económicos al uso racional del agua: tasas por el uso del agua, tasas retributivas por el uso de los cuerpos receptores y las tasas compensatorias para garantizar la revocabilidad del recurso. En la RHB estos instrumentos han tenido un desarrollo muy desigual.

Tasas por uso del agua

Desde el punto de vista conceptual estas tasas son un importante instrumento para incentivar el uso eficiente del agua, así como para transferir recursos desde los usuarios finales hacia las cuencas abastecedoras. Sin embargo, en la práctica la forma como se han reglamentado las tarifas por parte de las autoridades nacionales ha eliminado en gran parte de su potencial como instrumento económico y financiero.

Mientras que la CAR cobraba en el año 2.000 un valor que, a precios actuales representaba entre 4,3 y 46,6 \$/m³ que equivalen a pesos de hoy a una tarifa entre 8 y 89 pesos por metro cúbico , en la actualidad la empresa de Acueducto pagó estas mismas tasas a la CAR en alrededor de 60 centavos por metro cúbico en el 2011 y a Parques Nacionales en poco más de dos pesos por metro cúbico en el 2012, tal como se observa en el Figura 6.1.

Este es el resultado de una serie de normas reglamentarias del artículo 43 de la Ley 99 de 1993, expedidas a partir del 2004 por el Gobierno Nacional y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial para dar cumplimiento a sentencias del Tribunal de Cundinamarca y del Consejo de Estado sobre la obligación de las autoridades nacionales de reglamentar esta ley. Esta reglamentación terminó definiendo tarifas mínimas y máximas prácticamente insignificantes, que terminaron por anular este instrumento como incentivo al ahorro del agua. Además, terminó perdiendo toda posibilidad de ser un recaudador de recursos financieros significativos, para la conservación de las cuencas abastecedoras.

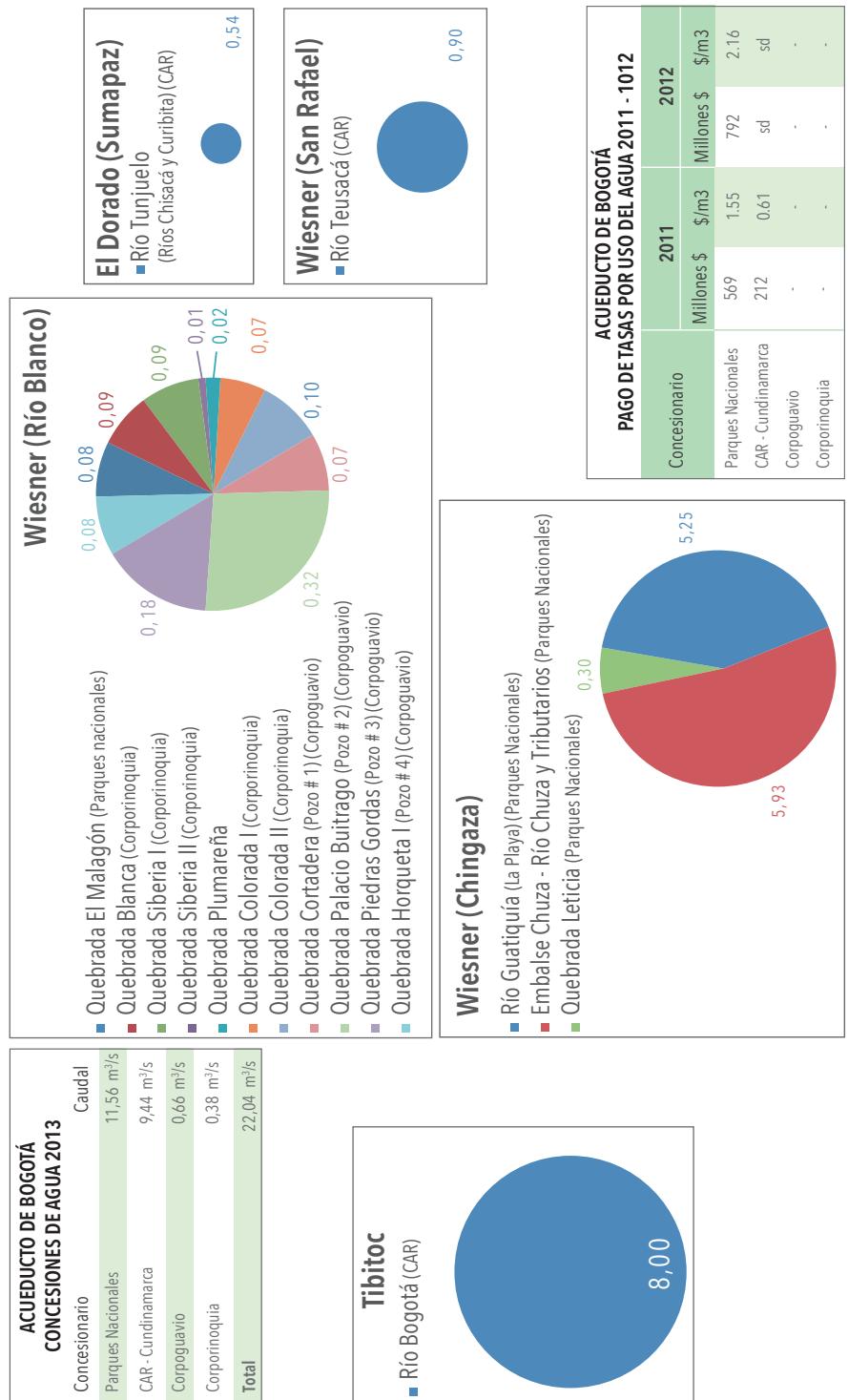


Figura 6.1. Acueducto de Bogotá: Concesiones vigentes (m³/s) y tasas por uso del agua.

Fuente: Cálculos propios con base en: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - ESP. Fuentes de agua superficial utilizadas en los sistemas de abastecimiento de la ciudad y municipios vecinos. Gerencia Corporativa de Sistema Maestro, Dirección de Abastecimiento, Grupo de Trabajo de Apoyo Técnico y Operacional. Bogotá, D.C. (suministrado el 8 de marzo de 2013).

Tasas retributivas

Al igual que las tasas por uso del agua, las tasas retributivas por vertimientos a los cuerpos de agua existen en la legislación colombiana desde el Código de los Recursos Naturales de 1974. Sin embargo, con la Ley 99 de 1993 se introducen dos grandes cambios a estas tasas. En primer lugar, se incorpora a las actividades no lucrativas por ejemplo, las empresas públicas de acueducto y alcantarillado, la obligación de pagar estas tasas, las cuales estaban excluidas en la legislación previa. Por otra parte, siguiendo las indicaciones la Constitución Política de 1991, esta misma ley establece un sistema y un método para determinar la tarifa a pagar por cada una de las sustancias que defina el Gobierno Nacional para que sean cubiertas por este instrumento.

En términos operativos, la reglamentación para estas tasas optó a partir de 1997 por el sistema propuesto por Baumol & Oates (1973) de fijar una meta de reducción del vertimiento para cada tramo de una cuenca de agua, así como una tarifa que debe ser incrementada hasta un punto en que se cumpla la respectiva meta. Pero con una restricción importante definida por la ley, cuando fijaba que estas tasas “solamente se aplicarán a la contaminación causada dentro de los límites que permite la ley”. Norma que de manera acertada fue modificada en los últimos años, estableciéndose que “se aplicarán incluso a la contaminación causada por encima de los límites permisibles sin perjuicio de la imposición de las medidas preventivas y sancionatorias a que haya lugar”, añadiendo que el cobro de esta tasa “no implica bajo ninguna circunstancia la legalización del respectivo vertimiento”.

Hasta el momento no hay evaluaciones sistemáticas de la capacidad de este instrumento para incentivar una reducción de contaminación en la fuente. Sin embargo, durante sus primeros cinco años de aplicación después de su reglamentación inicial, existen evidencias claras de su efectividad en al menos dos casos: en el oriente antioqueño mediante la aplicación de estas tasas por parte de Cornare, entre 1997 y 2002 se alcanzaron reducciones de vertimientos de 49% de DBO y del 65% de SST; y en la Meseta de Bucaramanga, la CDMB logró reducciones en el mismo período del 43% de DBO y del 60% de SST.

En relación con las tasas retributivas generadas por los vertimientos al río Bogotá en el Distrito Capital, no fue posible obtener la información correspondiente, por parte de la entidad que debe pagarlas, pero sí fue posible obtener información de la CAR, entidad que debe recibir finalmente dichos recaudos transferidos por la Secretaría Distrital de

Ambiente (SDA) según el artículo 66 de la Ley 99 de 1993, así: \$6.213 millones en 2009, \$5.870 millones en 2010, \$6.226 millones en 2011 y \$5.980 en 2012. Nótese que la modificación de ley en 2011 de cambiar el pago de estas tasas por los vertimientos dentro de la ley, por todos los vertimientos (incluidos los que sobrepasan el límite permitido), no representó un cambio de órdenes de magnitud en las transferencias por tasas retributivas de la SDA y la CAR.

En el caso particular de Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), las cifras que reporta al actual MADS son un reflejo de la escasa cobertura y del poco seguimiento que se ha dado a este instrumento en la región (Ver Figura 6.2). En parte, esto puede explicarse por el poco peso que tiene estas tasas en las finanzas de la Corporación.

Tasas compensatorias

La ley define las tasas compensatorias como aquellas que se fijan “para compensar los gastos de mantenimiento de la renovabilidad de los recursos naturales renovables”. Aunque podrían ser aplicadas de manera complementaria para adelantar acciones de conservación de las cuencas abastecedoras, especialmente en aspectos relacionados con el manejo del suelo y de los bosques, no han recibido la debida atención por parte del Ministerio y no han sido reglamentadas.

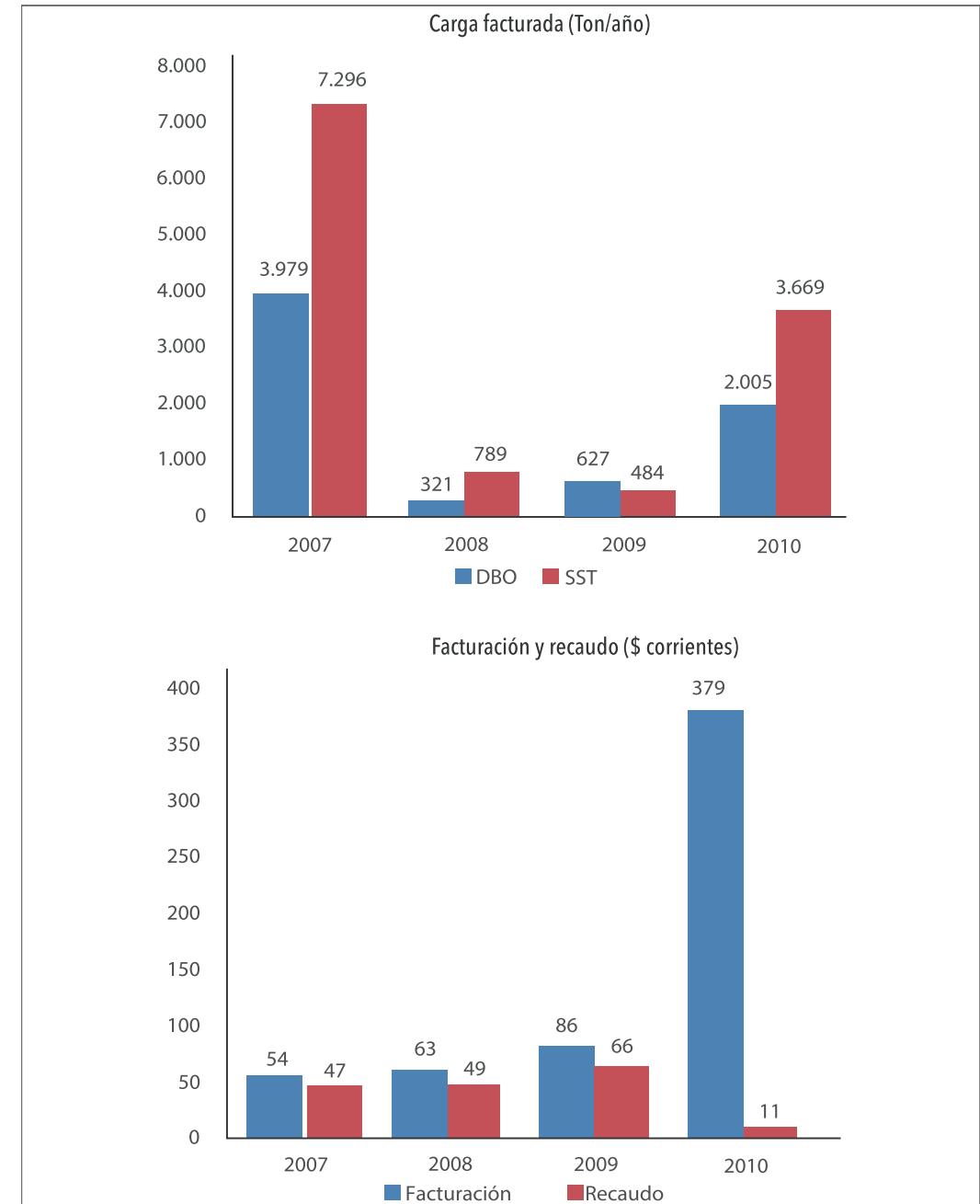


Figura 6.2. Facturación y Recaudo de Tasas Retributivas 2007-2010 de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR

Fuente: MADS. Herramienta para apoyar el reporte de seguimiento a la tasa retributiva por vertimientos puntuales. CAR, 2007 – 2010.

Transferencias del sector eléctrico

La ley 99 de 1993 establece que, a título de pago por tasa del uso del agua, las “empresas generadoras de energía hidroeléctrica cuya potencia nominal instalada total supere los 10.000 kilovatios, transferirán el 6% de las ventas brutas de energía por generación propia”, correspondiendo tres puntos a los municipios de la cuenca abastecedora del embalse y los otros tres a la corporación autónoma regional de la respectiva jurisdicción. Igualmente, estas transferencias aplican para las empresas de generación térmica, pero en este caso se reducen al 4% del valor bruto de la energía generada, correspondiendo uno y medio puntos a los municipios y el resto a la respectiva corporación.

En el caso de los municipios RHB, como se observa en la Tabla 6.2, estas transferencias representaron para el año 2010 ingresos por valor de 9.043 millones de pesos correspondientes a la generación de las empresas afiliadas a la Asociación Colombiana de Generadores de Energía Eléctrica (Acolgen), concentrados principalmente en los municipios de la Cuenca Alta (84%) y en menor medida en los de la Cuenca Media (15%) y algo menos del 1% en la Cuenca Baja.

Si se tiene en cuenta que la CAR debió recibir una suma equivalente, esto representa valores de más de 18 mil millones de pesos al año, los cuales deben ser invertidos prioritariamente en saneamiento ambiental (en el caso de los municipios) y en conservación de la cuenca abastecedora (en el caso de la CAR).

Inversiones obligatorias en conservación de cuencas abastecedoras

Según el artículo 111 de la Ley 99, se declaran de “interés público las áreas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos que surten de agua los acueductos municipales, distritales y regionales”. En consecuencia, se obliga a los entes territoriales a dedicar “un porcentaje no inferior al 1% de sus ingresos corrientes para la adquisición y mantenimiento de dichas zonas o para financiar esquemas de pago por servicios ambientales”. Esta obligación, vigente desde la expedición de dicha ley aunque con varias modificaciones, en términos generales ha sido aplicada con una muy baja cobertura y en especial con bajo seguimiento por parte de las autoridades ambientales regionales y nacionales.

En una investigación realizada con participación de la Contraloría General de la República con motivo de los primeros quince años de vigencia de esta norma, que se orientó a hacer un seguimiento de la misma en el período 1994-2008, tuvo sólo respuesta parcial

	Cuenca Alta	Cuenca Media	Cuenca Baja
Cajicá	42	Bogotá, DC	- Agua de Dios
Chía	60	Chipaque	- Anapoima
Choachí	6	El Rosal	- Bojayá
Chocontá	649	Facatativá	127 Cachipay 61
Cogua	147	Funza	56 El Colegio
Cota	41	Madrid	95 Girardot
Cucunuba	10	Mosquera	85 La Mesa
El Calvario (M)	.	Sibate	598 Quipile
Fomeque	554	Soacha	170 Apulo
Gachancipa	35	Subachoque	209 Ricaurte
Guasca	537	Ubate	- S.A de Tequendama
Guatavita	1.55	Une	- Tena 20
Junin	9		Tocaima
La Calera	934		Viota
Nemocón	182		Zipacón
San Juanito (M)	78		
Sesquilé	742		
Sopó	134		
Suesca	93		
Tabio	59		
Tausa	586		
Tenjo	93		
Tocancipa	761		
Villapinzón	173		
Zipaquirá	147		
Cuenca Alta	7.622	Cuenca Media	1.340 Cuenca Baja 81

Tabla 6.2. Transferencias del sector eléctrico de empresas generadoras de Acolgen, 2010 a los municipios de la Región Hídrica del río Bogotá (RHB).

Fuente: The Nature Conservancy. Indicadores sociales, ambientales y financieros para la gestión ambiental en Colombia. <http://conserveonline.org/workspaces/herramienta-colombia> (Consulta, Junio de 2013)

de los principales entidades territoriales del país. Más aún, en el caso particular del Distrito Capital y del Departamento de Cundinamarca, no fue posible obtener información alguna al respecto.

De todas formas, después de casi 20 años de expedida esta ley y de no haber contado con ninguna reglamentación por parte del Gobierno Nacional que orientara su aplicación, finalmente se acaba de expedir el Decreto 953 del 17 de mayo de 2013 que reglamente diversos aspectos de esta norma. Reglamentación que entre otros aspectos, obliga a los entes territoriales a incluir de manera desagregada en sus respectivos planes de desarrollo, los planes de inversión de estos recursos de destinación específica.

Porcentaje del predial municipal y distrital a la CAR

Uno de los principales mecanismos de financiación de las autoridades ambientales regionales y de los grandes centros urbanos es el mandato del artículo 44 de la Ley 99 de 1993 que establece que los municipios y distritos destinarán “con destino a la protección del medio ambiente y los recursos naturales renovables, un porcentaje sobre el total del recaudo por concepto de impuesto predial, que no podrá ser inferior al 15% ni superior al 25.9%”. Se establece además en este mismo artículo que estos recursos serán transferidos a las corporaciones autónomas regionales, según la jurisdicción en la que se encuentre cada municipio o distrito, y que dichas corporaciones los destinarán “a la ejecución de programas y proyectos de protección o restauración del medio ambiente y los recursos naturales renovables, de acuerdo con los planes de desarrollo de los municipios del área de su jurisdicción”.

Por otra parte, el parágrafo segundo del mismo artículo de la Ley 99 de 1993 estableció originalmente que “el 50% del producto correspondiente al recaudo del porcentaje o de la sobretasa del impuesto predial y de otros gravámenes sobre la propiedad inmueble, se destinará a la gestión ambiental dentro del perímetro urbano del municipio, distrito, o área metropolitana donde haya sido recaudado el impuesto, cuando la población municipal, distrital o metropolitana, dentro del área urbana, fuere superior a 1'000.000 habitantes”. Sin embargo, el artículo 110 de la Ley 1151 de 2007 modifica esta norma y excluye de la obligación de invertir estos recursos dentro del área urbana, en el caso de los generados en el Distrito Capital, cuando exceptúa los recursos correspondientes al megaproyecto del río Bogotá. Esta modificación legal es consistente con decisiones previas asociadas con la destinación de estos recursos provenientes del predial, precisamente a este megaproyecto, tal como se describe a continuación.

Fondo de tratamiento de aguas residuales del río Bogotá

La estructuración de un fondo cuenta para el manejo de la descontaminación del río Bogotá está íntimamente relacionada con el Contrato de Concesión 015 suscrito en septiembre de 1994 por el Distrito Capital con Degremont y Lyonnaise des Eaux (hoy Bogotana de Aguas S.A E.S.P), para el diseño, construcción y operación de la primera fase de la planta de El Salitre.

Una vez suscrito este convenio, mediante el Decreto Distrital 748 de noviembre de 1995 la Alcaldía del Distrito crea el fondo cuenta denominado Fondo de tratamiento de aguas residuales del río Bogotá y establece que operará con los siguientes recursos: el 7,5% del porcentaje ambiental del impuesto predial (artículo 44 de la ley 99 de 1993), el 2,6% del total de las regalías que a través del Fondo Nacional de Regalías están asignados por ley al río Bogotá, los recursos del fondo ambiental de la EAB, recursos del Gobierno Nacional y del Distrito y los rendimientos del Fondo. Además se crea un comité de coordinación de este fondo-cuenta, integrado por el Acueducto, el DAMA y la Secretaría de Hacienda del Distrito.

El Gobierno Nacional, mediante el Decreto 1339 del 27 de junio de 1994 que reglamenta el artículo 44 de la ley 99 de 1993, establece que para ciudades de más de un millón de habitante los recursos del predial con destino a inversiones ambientales serán invertidos “por tales ciudades de acuerdo con sus planes ambientales” y que “la ejecución de tales recursos estará a cargo de la dependencia o entidad municipal que se cree o modifique para tal fin”. En esta dirección, mediante Acuerdo 14 de 1996 el Concejo del Distrito Capital que definió para la gestión ambiental el 15% del impuesto predial, indicó que el total de dicha asignación de destinaría al DAMA para efectos del tratamiento del río Bogotá.

Sin embargo, esta decisión fue declarada nula por el Consejo de Estado mediante sentencia expedida el 13 de diciembre de 1996 que declara la nulidad del Decreto 1.339 de 1994 en lo que se refiere a que el porcentaje sea para el DAMA, quedando por tanto, este porcentaje (15%) en su totalidad destinado a la CAR. De todas formas, en el marco de esta sentencia, mediante el Convenio 250 del 1 de septiembre de 1997 suscrito entre la CAR y el Distrito, se dispone que el 7,5% del predial, correspondiente al 50% que originalmente ordena la ley que sea invertido en el área urbana, se invertirá en el proyecto de descontaminación del río, mediante el pago al concesionario del Contrato 015 de 1994.

En agosto de 2003, el entonces alcalde Antanas Mockus y el director de la CAR suscriben un acuerdo en el cual se comprometen a articular los esfuerzos en la gestión

ambiental y se proponen crear un Fondo Mixto para la gestión ambiental en el Distrito, en el cual se incluiría la recuperación del río Bogotá.

El Distrito contrata una serie de estudios que le permiten concluir que el plan de descontaminación en marcha en ese momento y consistente en tres etapas, iniciado con la planta de El Salitre como etapa uno, contradice las recomendaciones técnicas y decide modificarlo de fondo. Con base en dichos estudios el Distrito adopta dos decisiones: modificar el esquema de saneamiento del río y declarar la terminación unilateral del contrato 015 de 2003.

En relación con el primer punto se establece que, en lugar de construir las tres plantas inicialmente previstas, se ampliará la de El Salitre y se construirá la planta en Canoas, decisión que se plasma en la modificación del POT de diciembre de 2003.

La segunda decisión se concretó finalmente en diciembre de 2004 con la terminación unilateral del Contrato 015 de 1994 con Bogotana de Aguas S.A. E.S.P. y con la recepción de la planta de El Salitre que pasa a ser operada por el Acueducto. Dentro del proceso de liquidación, el Distrito canceló el valor neutro de terminación, con lo cual cumplió sus compromisos con el BID y los tenedores de notas que avalaron y financiaron la construcción de la PTAR.

La CAR reformuló su Plan de Gestión Ambiental–PGAR 2001–2010 y planteó no continuar invirtiendo en la recuperación del río Bogotá. En consecuencia, en su Plan Trienal 2004 – 2006 la CAR destina el 7,5% del predial a diferentes proyectos de gestión ambiental en el perímetro urbano, distintos a la descontaminación del río Bogotá, desconociendo con ello los compromisos asumidos por esta entidad con el Distrito.

Finalmente, el Acuerdo 44 del 28 de diciembre de 2005 la CAR que establece la estructura orgánica de la institución, define dentro de sus órganos de asesoría y coordinación (Artículo 4) el Fondo para las Inversiones Ambientales en el perímetro urbano de Bogotá (FIAB). Además establece dentro de las funciones de la Dirección General la de dirigir, coordinar y controlar la administración y operación del FIAB (Artículo 5), el cual queda definido en el mismo acuerdo de la siguiente manera: “Artículo 32º. Fondo para las Inversiones Ambientales en el perímetro urbano de Bogotá - FIAB. El Fondo Especial Fondo para las inversiones ambientales en el perímetro urbano de Bogotá no tiene personería jurídica, ni patrimonio propio, ni autonomía administrativa, está constituido como un sistema de manejo de cuentas presupuestales y contables de los recursos provenientes del porcentaje ambiental del impuesto predial de Bogotá, que deben invertirse en el perímetro

urbano del distrito capital, de conformidad con lo previsto en el Acuerdo 28 de 2005 del Consejo Directivo de la Corporación y las disposiciones reglamentarias respectivas”.

Con esta decisión, el Fondo de tratamiento de aguas residuales del río Bogotá constituido por el Distrito en 1994, queda sin sus recursos fundamentales correspondientes al porcentaje del predial destinado a la inversión ambiental. Aunque estos recursos siguen siendo de destinación específica a inversiones en Bogotá, quedan ahora administrados directamente por el Director de la CAR.

Sistema General de Participaciones (SGP)

El Sistema General de Participaciones (SGP) es un instrumento propio de la descentralización fiscal que mediante transferencias intergubernamentales se asignan recursos del Presupuesto General de la Nación a los entes territoriales departamentos, distritos y municipios, como fuente creciente y sostenible de financiación de las competencias que se les han entregado en relación con la prestación de servicios fundamentales a la ciudadanía.

Del total de estas transferencias, hay dos partidas que tienen especial interés para efectos de inversiones en la gestión del agua: los recursos asignados a agua potable y saneamiento básico (APSB) correspondientes según el mandato de ley al 5.4% del total y aquellos que se asignan como de libre inversión y que deben ser destinados a apoyar los objetivos del respectivo plan de desarrollo de cada entidad (DNP, 2009).

Sistema General de Regalías (SGR)

La Constitución Política de 1991 estableció en su artículo 360 las regalías como una contraprestación económica causada a favor del Estado por la explotación de los recursos naturales no renovable, “sin perjuicio de cualquier otro derecho o compensación que se pacte”. Fija además esta misma norma general que los departamentos y municipios en cuyo territorio se adelanten explotaciones de recursos naturales no renovables, así como los puertos marítimos y fluviales por donde se transporten dichos recursos o productos derivados de los mismos, “tendrán derecho a participar en las regalías y compensaciones definidas por la ley”. De esta forma se creó una forma general de distribución mayoritaria de los recursos de regalías entre los entes territoriales en cuya jurisdicción se hubiese realizado la explotación de dichos recursos no renovables.

Este sistema de privilegio en la obtención de regalías fue eliminado de la Constitución Política mediante el Acto Legislativo 05 de 2011, el cual se crea el Sistema General de Regalías. Además se establece que “a iniciativa del Gobierno, la ley determinará la distribución, objetivos, fines, administración, ejecución, control, el uso eficiente y la destinación de los ingresos provenientes de la explotación de los recursos naturales no renovables precisando las condiciones de participación de sus beneficiarios”. De esta forma, se transforma de manera sustancial la focalización de estos recursos en los municipios donde se explotaba el mineral, fijando criterios de distribución independientes del lugar de extracción minera. A partir de esta reforma constitucional, por iniciativa del Gobierno, se aprueba la nueva ley de distribución de las regalías (Ley 1530 de 2012). Por otra parte, en lugar de numerosas restricciones que existían en la asignación de recursos a determinadas áreas de interés, principalmente focalizados en salud, educación y agua potable, se genera una reforma de fondo de la distribución de estos recursos (Ley 1530 de 2012).

De esta forma y por mandato constitucional, el gobierno nacional expidió el Decreto Ley 4923 de 2011, el cual determina la distribución, los objetivos, los fines, la administración, la ejecución, el control, el uso eficiente y la destinación de los ingresos provenientes de la explotación de los recursos naturales no renovables, precisando las condiciones de participación de sus beneficiarios. Uno de los impactos centrales de estas normas es que los recursos de regalías, en lugar de estar concentrados en las zonas productoras de minerales e hidrocarburos, ahora quedan distribuidos por todo el país, de acuerdo con sus demandas de recursos para el Estado.

Generación y administración de recursos financieros

El documento Conpes 3320 sobre Estrategia para el manejo ambiental del río Bogotá expedido el 6 de diciembre de 2004, se enmarca en dos documentos Conpes previos: el 3177 el 15 de julio de 2002 sobre Acciones prioritarias y lineamientos para la formulación del Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales; y el 3256 el 15 de diciembre de 2003 sobre Políticas y estrategias para la gestión concertada del desarrollo de la RHB.

Un elemento central del Conpes 3320, además de determinar que el manejo del río Bogotá es un reto de la región en su conjunto, establece una serie de lineamientos de financiamiento de múltiples fuentes. De todas formas, a pesar de la amplia conjunción de las mismas, encuentra que se presenta un gran déficit de recursos, al contrastar los requerimientos y la disponibilidad de los mismos.

Sin entrar a detallar sobre cuáles sería los requerimientos de recursos de inversión que demanda la estrategia de GIRH en la RHB, y siguiendo las indicaciones generales del documento Conpes 3320, en esta sección se presentan diversos escenarios de disponibilidad de recursos, todos ellos fundamentados en determinaciones legales que generan destinaciones específicas de recursos orientados en esta dirección¹¹.

En primer lugar, se construye un escenario de “situación actual”, con los recursos actualmente asignados por los distintos niveles de la administración pública para asuntos relacionados con la gestión del agua. A continuación se procede a realizar estimaciones relativamente moderadas de crecimiento de cada una de esas fuentes, para construir un escenario futuro “moderado”. Finalmente, se hacen estimaciones más generosas, para identificar la disponibilidad de recursos a futuro que se obtendrían en un escenario “optimista”. Como se observa en la Tabla 6.3, al hacer una estimación de los recursos actualmente disponibles, y contrastarlos con estimaciones moderadas y más optimistas de crecimiento de los mismos, se obtiene que actualmente se dispone de alrededor de 311 mil millones de pesos anuales, que podrían incrementarse a valores que estarían en un rango entre 409 mil millones de pesos por año (escenario moderado), hasta 557 mil millones anuales (escenario optimista).

Escenarios de generación de recursos con base en el marco jurídico y financiero existente

Existen en la actualidad diversas fuentes de recursos que por mandato de ley o por decisión de política local y regional deben o pueden canalizarse hacia la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH). Para analizar el potencial de financiamiento de esta gestión en la Región Hídrica del río Bogotá (RHB), en esta sección se construyen tres escenarios para cada una de las fuentes de financiación disponibles, así:

- Escenario actual: Corresponde a una estimación, con base en información oficial disponible, de lo que actualmente se está orientando o que se puede orientar hacia una GIRH, sin mayores cambios en las actuales decisiones de política de asignación de recursos.
- Escenario moderado: Corresponde a la estimación de recursos que se dispondrían al realizar modificaciones relativamente menores en cada una de las fuentes financieras actualmente disponibles, para alcanzar en el corto plazo una elevación moderada de recursos a ser orientados hacia la GIRH.

¹¹ Para mayores detalles del origen y destinación de cada uno de estos recursos, véase el Apéndice a este capítulo.

- Escenario optimista: Corresponde a los recursos que se podría canalizar hacia la GIRH en un plazo más prolongado, con modificaciones en la política de asignación de recursos mayores, generando incrementos sustanciales en los recursos disponibles para este efecto.

A continuación se describen los escenarios que se construyen para asignar al Fondo para la RHB recursos de cada una de las fuentes actualmente disponibles:

Sistema General de Participaciones (SGP)

El actual SGP tiene dos asignaciones de recursos a los municipios y departamentos que se pueden canalizar hacia el Fondo para la RHB: los destinados hacia agua potable y saneamiento básico (APSB) los cuales por definición deben ser analizados hacia dicho Fondo; y los recursos de libre inversión, que en general no se destinan a la gestión del agua pero que a futuro pueden ser orientados hacia allí. La asignación de recursos del SGP en cada uno de los escenarios, a partir de la información suministrada por el DNP, sería así:

- Escenario actual: La totalidad de recursos del SGP asignados a los municipios, Distrito Capital y departamentos para APSB; ninguna asignación de recursos de libre inversión.
- Escenario moderado: La totalidad de recursos del SGP asignados a los municipios, Distrito Capital y departamentos para APSB, más el 10% de los recursos de libre inversión.
- Escenario optimista: La totalidad de recursos del SGP asignados a los municipios, Distrito Capital y departamentos para APSB, más el 20% de los recursos de libre inversión.

Regalías asignadas por el Sistema General de Regalías (SGR)

En actual SGR asigna a los municipios y departamentos recursos para los distintos fondos de inversión local y regional. Dependiendo de la proporción de estos recursos que cada uno de los municipios, el Distrito Capital y los departamentos logren canalizar hacia la GIRH, se construyen los siguientes escenarios:

- Escenario actual: Cuando ninguna porción de las actuales regalías se orientan hacia la GIRH.
- Escenario moderado: Cuando cada uno de los municipios, el Distrito Capital y cada uno de los departamentos asignan un 25% de las asignaciones que reciben por regalías directas, fondo de compensación, fondo de desarrollo regional y asignaciones para ciencia y tecnología.

- Escenario optimista: Cuando cada uno de los municipios, el Distrito Capital y cada uno de los departamentos asignan un 50% de las asignaciones que reciben por regalías directas, fondo de compensación, fondo de desarrollo regional y asignaciones para ciencia y tecnología.

Inversión obligatoria del 1% de ingresos corrientes en cuencas hidrográficas (Ley 99 de 1993, artículo 111)

En la actualidad existe un seguimiento prácticamente nulo a esta inversión obligatoria en la RHB. A partir de este hecho, se construyen los siguientes escenarios:

- Escenario actual: Asumiendo que no se está cumpliendo esta obligación, en este escenario se asignan recursos nulos de la misma hacia la GIRH.
- Escenario moderado: Se asume que se alcanza el 50% de la inversión obligatoria, como una meta razonable en el corto plazo.
- Escenario optimista: Se asume que en el mediano plazo se logra un cumplimiento a cabalidad de este mandato de ley, especialmente en cumplimiento de lo reglamentado recientemente en el Decreto 953 del 17 de mayo de 2013.

Inversión obligatoria de las transferencias del sector eléctrico a los municipios

Se asume que en la actualidad la totalidad de los recursos que efectivamente transfieren las empresas generadoras a los municipios se están invirtiendo en asuntos que, directa o indirectamente, se relacionan con la GIRH. Teniendo en cuenta este supuesto, se asigna la totalidad de los recursos que las empresas afiliadas a la Asociación Colombiana de Generadores de Energía Eléctrica (Acolgen) reportan como transferidos a los municipios beneficiarios, en los tres escenarios actual, moderado y optimista.

Tasas por uso del agua (Ley 99 de 1993, artículo 43)

De acuerdo con el consumo total de agua domiciliario, industrial, comercial y de otros usos reportado por cada uno de los municipios y por el Distrito Capital, se estiman los siguientes escenarios de los recursos que se generarían por estas tasas y que se aplicaría a la GIRH, así:

- Escenario actual: Para estimar los recursos actualmente disponibles para la GIRH generados por esta tasa, se asume una tarifa media equivalente a la que actualmente paga el Acueducto de Bogotá a Parques Nacionales (\$2,16/m³).

- Escenario moderado: Para este escenario se asume que el MADS define una tarifa media mucho más significativa, pero todavía a un nivel moderado de \$25 por m³.
- Escenario optimista: Para este escenario se asume que el MADS define una tarifa un poco más significativa de \$50 por m³, la cual todavía sería algo menor de la que en el pasado cobró la CAR al Acueducto de Bogotá.

Tasas retributiva por vertimientos contaminantes (Ley 99 de 1993, artículo 42)

De acuerdo con el consumo total de agua domiciliario, industrial, comercial y de otros usos reportado por cada uno de los municipios y por el Distrito Capital, se estiman los siguientes escenarios de los recursos que se generarían por estas tasas y que se aplicaría a la GIRH, así:

- Escenario actual: Para estimar los recursos actualmente disponibles para la GIRH generados por esta tasa, se asume una tarifa media equivalente al total que está cobrando anualmente el Acueducto de Bogotá por este concepto (5.980 millones de pesos) por la totalidad del consumo (276 millones de m³), lo cual arroja una tarifa media de \$21,63/m³. Esto es el resultado del cobro de las tarifas mínimas por sólidos suspendidos y por materia orgánica fijadas por el MADS, aplicando el factor regional mínimo de uno.
- Escenario moderado: Para este escenario se asume que el MADS define una tarifa mínima más elevada, a que el Acueducto aplique un factor regional intermedio entre 1 (mínimo) y 5,5 (máximo), de tal manera que se pudiese elevar la tarifa media hasta un equivalente de \$50/m³.
- Escenario optimista: Para este escenario se asume una tarifa más significativa, equivalente a \$120/m³.

Inversión obligatoria de las transferencias del sector eléctrico a las CAR

Se asume que en la actualidad la totalidad de los recursos que efectivamente transfieren las empresas generadoras a las corporaciones autónomas bajo cuya jurisdicción se encuentra cada uno de los embalses, se están invirtiendo en asuntos que, directa o indirectamente, se relacionan con la GIRH. Teniendo en cuenta este supuesto, se asigna la totalidad de los recursos que las empresas afiliadas a Acolgen reportan como transferidos a las respectivas corporaciones beneficiarias, en los tres escenarios actual, moderado y optimista.

Inversión de la porción ambiental del impuesto predial a la GIRH

Así como lo era el antiguo Fondo de tratamiento de aguas residuales del río Bogotá constituido por el Distrito en 1994, en la actualidad el Fondo para las Inversiones Ambientales en el perímetro urbano de Bogotá – FIAB creado por la CAR se alimenta del 7,5% del valor del impuesto predial de la Capital. Con base en información disponible de este predial (correspondiente a la información del DNP para el 2012), estos recursos ascendían a más de 109 mil quinientos millones de pesos anuales. Dadas las circunstancias, este valor se mantiene de manera igual para los tres escenarios: actual, moderado y optimista.

Aplicando cada uno de los criterios aquí expuestos a las distintas fuentes de financiación de los municipios, el Distrito Capital, los departamentos y las corporaciones autónomas regionales que tiene territorio en la RHB, se procedió a estimar los recursos disponibles en cada uno de las tres escenarios (actual, moderado y optimistas), para cada una de las cuencas (alta, media y baja). En el Apéndice 6.1 se presentan las tablas que muestran con detalle cada una de estas estimaciones, desagregadas por entidad pública y por fuente de financiación.

Como se observa en la Tabla 6.3, al hacer una estimación de los recursos actualmente disponibles, y contrastarlos con estimaciones moderadas y más optimistas de crecimiento de los mismos, se obtiene que actualmente se dispone de alrededor de 253 mil millones de pesos anuales, que podrían incrementarse a valores que estarían en un rango entre 369 mil millones de pesos por año (escenario moderado), hasta 495 mil millones anuales (escenario optimista). Estas estimaciones se realizaron independientemente para cada una de las tres cuencas en las que se dividió la RHB.

En la Figura 6.3 se puede observar una síntesis de estos tres escenarios, clasificados según los recursos que aportaría cada uno de los niveles de la administración pública que estarían comprometiendo aportes a la GIRH a través del Fondo para la RHB en cada uno de los escenarios aquí estimados.

Sin embargo, uno de los objetivos de una estrategia de financiación como la que aquí se propone es que se pueda viabilizar una política de asignación orientada a redistribuir recursos desde los entes territoriales con mayor solvencia, por ejemplo, el Distrito Capital, hacia aquellos lugares con menor potencial financiero como muchos de los municipios de las cuencas alta y baja.

Teniendo en cuenta que las transferencias entre entes territoriales se pueden hacer aplicando el concepto de pago por servicios ambientales establecido en el artículo 111 de

Situación actual (disponibilidad de recurso)												Millones de pesos constantes de 2013	
Municipios	Pob. 2013	Sistema General de Participaciones (2012)		20% Regalias (2013)	Inversión cuencas 2012 (Art. 111 L 99/93)	Tranf. Sector Eléctrico Mun (2012)	Total aportes de entes territoriales a Fondo RHB	Tasa uso agua (2012) \$2,16/m³	Tasa retributiva (2012) \$21,64/m³	Tranf. Sector Eléctrico CAR (2012)	Predial al río Bogotá (CAR) ⁽¹⁾ 2012	Total Fondo RHB ⁽¹⁾	Total Fondo RHB
		APSB	Libre inv. (0%)										
Total Cuenca Alta	639.635	17.592		8.152	0	8.147	33.891	0	0	7.779	0	7.779	41.671
Bogotá. D.C.	7.674.366	78.720	0	19.903	0	802	99.426	1.023	6.096	802	108.918	116.840	216.266
Resto Cuenca Media	911.048	26.312	0	10.903	0	1.405	38.620	-	0	1.405	0	1.405	40.025
Total Cuenca Media	8.585.414	105.053	0	30.806	0	2.207	138.046	1.023	6.096	2.207	108.918	118.245	256.291
Total Cuenca Baja	297.053	9.208	0	3.876	0	89	13.173	-	0	89	-	89	13.262
Gran Total	9.522.102	131.834	0	42.834	0	10.443	185.110	1.023	6.096	10.075	108.918	126.113	311.223

Escenario futuro (moderado)												Millones de pesos constantes de 2013	
Municipios	Pob. 2013	Sistema General de Participaciones (2012)		35% Regalias (2013)	50% Inversión cuencas 2012 (Art. 111 L 99/93)	Tranf. Sector Eléctrico Mun (2012)	Total aportes de entes territoriales a Fondo RHB	Tasa uso agua (2012) \$25/m³	Tasa retributiva (2012) \$50/m³	Tranf. Sector Eléctrico CAR (2012)	Predial al río Bogotá (CAR) ⁽¹⁾ 2012	Total Fondo RHB ⁽¹⁾	Total Fondo RHB
		APSB	Libre inv. (10%)										
Total Cuenca Alta	639.635	17.932	2.776	14.542	3.105	8.147	46.502	309	619	7.779	2.930	11.638	58.140
Bogotá. D.C.	7.674.366	78.720	12.449	24.879	34.270	802	151.121	7.045	14.090	802	108.918	130.856	281.977
Resto Cuenca Media	911.048	26.312	2.174	11.053	3.039	1.405	43.982	620	1.241	1.405	2.077	5.343	49.325
Total Cuenca Media	8.585.414	105.33	14.622	35.932	37.037	2.207	195.103	7.666	15.331	2.207	110.995	136.199	331.302
Total Cuenca Baja	297.053	9.208	1.544	4.845	1.037	89	16.733	284	568	89	1.531	2.471	19.204
Gran Total	9.522.102	132.173	18.952	55.319	41.451	10.443	258.338	8.259	16.517	10.075	115.456	150.308	408.645

Escenario futuro (Optimista)												Millones de pesos constantes de 2013	
Municipios	Pob. 2013	Sistema General de Participaciones (2012)		50% Regalias (2013)	100% Inversión cuencas 2012 (Art. 111 L 99/93)	Tranf. Sector Eléctrico Mun (2012)	Total aportes de entes territoriales a Fondo RHB	Tasa uso agua (2012) \$50/m³	Tasa retributiva (2012) \$120/m³	Tranf. Sector Eléctrico CAR (2012)	Predial al río Bogotá (CAR) ⁽¹⁾ 2012	Total Fondo RHB ⁽¹⁾	Total Fondo RHB
		APSB	Libre inv. (20%)										
Total Cuenca Alta	639.635	17.592	5.446	20.380	6.210	8.147	57.776	619	1.485	1.485	5.860	15.744	73.520
Bogotá. D.C.	7.674.366	78.720	24.897	49.758	68.541	802	222.719	14.090	33.816	33.816	108.918	157.627	380.346
Resto Cuenca Media	911.048	26.312	4.347	22.105	6.078	1.405	60.247	1.241	2.978	2.978	4.153	9.777	70.024
Total Cuenca Media	8.585.414	105.033	29.244	71.863	74.619	2.207	282.966	15.331	36.794	36.794	113.072	167.404	450.370
Total Cuenca Baja	297.053	9.208	3.108	13.914	2.070	89	28.389	568	1.362	1.362	3.063	5.081	33.469
Gran Total	9.522.102	131.834	37.798	106.158	82.899	10.443	369.131	16.517	39.642	39.642	121.994	188.228	557.359

1 En los tres escenarios se incluye el 7,5% del predial de Bogotá D.C (\$108.918 millones anuales) que la CAR asigna al Fondo para Inversiones Ambientales en recuperación del río Bogotá (FIAB) APSB: Agua Potable y Saneamiento Básico.

Tabla 6.3. Escenarios de recursos de un Fondo para la Región Hídrica del río Bogotá (Fondo RHB).

Fuente:Elaboración propia.

la ley 99 de 1993, y considerando por supuesto las restricciones que al respecto se puedan presentar por mandato de la ley, es posible cumplir con este objetivo redistributivo.

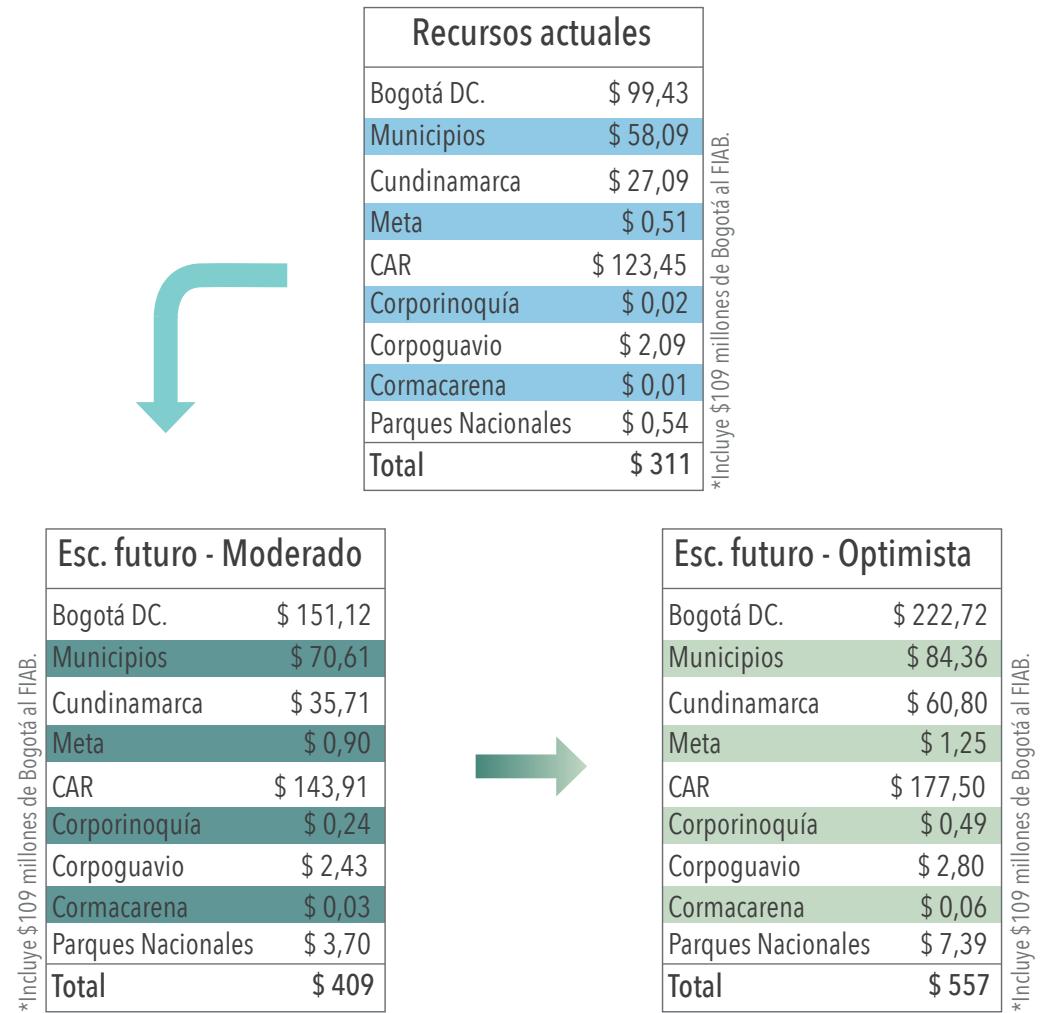


Figura 6.3. Escenarios de fuentes de recursos del Fondo para la Región Hídrica del río Bogotá (Fondo RHB) (Miles de millones de pesos anuales).

Fuente: Elaboración propia..

Para ejemplarizar esta posibilidad se concluye este análisis presentando en la Figura 6.2 cómo operaría esta estrategia en los tres escenarios aquí contemplados. Allí puede observarse que en el escenario actual, sin redistribuir recursos entre los entes territoriales, se presentaría una alta concentración de uso de los mismos en el territorio del Distrito Capital. Sin embargo, al aplicar una estrategia redistributiva se lograrían importantes efectos de reasignación tanto en el escenario moderado de disponibilidad de recursos como en el más optimista.



Figura 6.4. Escenarios de origen y destino de recursos del Fondo para la Región Hídrica del río Bogotá (Fondo RHB) (Miles de millones de pesos anuales).

Fuente: Elaboración propia.

La gestión regional

Hasta el presente los intentos por superar desde el punto de vista legal la barrera de los límites municipales para realizar proyectos con alcance regional no han sido amplios ni exitosos. Pero a partir de la expedición de la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Ley 1454 de 2011, conocida como la LOOT, se han consolidado las posibilidades para realizar alianzas supramunicipales para el manejo de diversos temas de alcance regional como la GIRH y el ordenamiento del territorio.

La LOOT (Ley 1454 de 2011) se aprobó después de 20 años de expedida la constitución de 1991 con “19 proyectos que fracasaron en el intento” (Vargas, 2011). Esta Ley es una oportunidad para promover la organización de regiones en diferentes esquemas asociativos territoriales como Asociaciones de Departamentos y Asociaciones de Municipios (Ver Tabla 6.4), con el fin de prestar servicios públicos, ejecutar obras de ámbito regional, integrar planes de desarrollo y cumplir con funciones administrativas propias, a través de Contratos o Convenios Plan. Estos contratos o convenios se realizan entre la Nación y entidades territoriales, asociaciones territoriales o áreas metropolitanas, para la ejecución de proyectos estratégicos de desarrollo territorial y programas del Plan Nacional de Desarrollo. En los contratos se deben establecer los aportes y las fuentes de financiación.

Las asociaciones territoriales pueden conformar Regiones de Planificación y Gestión (RPG) para el desarrollo de los proyectos y acceder al Fondo de Desarrollo Regional que pertenece al Sistema General de Regalías (Art. 30 de la Ley 1530 de 2012). Para hacer más concreta esta posibilidad será necesario armonizar la LOOT con la legislación territorial anterior y precisar la asignación de competencias y atribuciones a las nuevas figuras asociativas (Calderón et al., 2012).

La posibilidad que establece la LOOT de conformar asociaciones territoriales, permite crear una asociación de carácter específico para la Gestión Integrada del Agua como factor determinante en el ordenamiento territorial, mediante la conformación de una Región de Planificación y Gestión (RPG), en la que se articulen los diferentes instrumentos de planificación regionales y locales y se generen y compartan los recursos financieros para desarrollar la propuesta que se presenta en este documento de constituir la “Región Hídrica del río Bogotá (RHB)”, en la cual se aplique el esquema operacional y financiero propuesto en este documento, con el objetivo último de contribuir al logro de su sostenibilidad territorial.

Esquemas Asociativos Territoriales	Entidades Territoriales	Funciones	Mecanismos Y Financiación
Asociaciones de Departamentos	Dos o más departamentos. pueden convertirse en RAP o en diversas RPG.		
Asociaciones de Distritos Especiales	Dos o más Distritos Especiales, pueden convertirse en diversas RPG.	*Prestación de servicios públicos.	*Convenios o Contratos Plan
Asociaciones de Municipios	Dos o más municipios de un departamento o varios departamentos, pueden convertirse en diversas RPG.	*Ejecución de obras de ámbito regional.	
Asociaciones de Áreas Metropolitanas	Dos o más Áreas Metropolitanas (se entiende como esquemas asociativos de integración territorial) de un departamento o varios departamento, pueden convertirse en diversas RPG.	*Cumplimiento de funciones administrativas propias. *Integrar planes de desarrollo.	Ley 617 de 2000 y 819 de 2003. No generará gasto del presupuesto de la Nación, ni del Sistema General de participación, ni el Sistema General de Regalías. Se financiará con cargo a los recursos o aportes que las respectivas entidades territoriales que la conformen destinen para ellos y los incentivos que definan el Gobierno Nacional.
Provincias Administrativas y de Planificación (PAP)	Dos o más municipios geográficamente contiguos de un mismo departamento podrán constituirse mediante ordenanza, en una provincia administrativa y de planificación por solicitud de los alcaldes municipales, los gobernadores o del diez por ciento (10%) de los ciudadanos que componen el censo electoral de los respectivos municipios.		
Regiones Administrativas y de Planificación (RAP)	Entidades conformadas por dos o más departamentos.	Orientada al desarrollo regional, la inversión y la competitividad, en los términos previstos en el artículo 306 de la Constitución Política.	
Regiones de Planificación y Gestión (RPG)	Asociaciones pueden conformar RPG.	Desarrollo y ejecución de las competencias asignadas a las asociaciones. Podrán actuar como bancos de proyectos de inversión estratégicos de impacto regional.	Planean y ejecutan las asignaciones del Fondo de Desarrollo Regional (del Sistema General de Regalías).

Tabla 6.4. Características de los Esquemas Asociativos Territoriales (Ley 1454 de 2011).

Fuente: Elaboración propia.

// APÉNDICE 6.1//

Cuenca Alta: Situación actual (Disponibilidad de recursos)

Municipios	Población 2013	Sistema General de Participaciones (2013)		20% Regalías (2013)	Inversiones cuenca (Art. 111 L 99/93)	Tranf. Sector Eléctrico Mun (2009)	Total aportes territoriales a Fondo RHB	Millones de pesos constantes de 2013		
		APSB	Libre inv.					Renta propia de corporaciones según municipio de generación	Total corporaciones autónomas regionales a Fondo RHB(1)	Total Fondo RHB
Cajicá	54.550	590	-	-	-	46	636	-	-	636
Chía	120.719	1.458	-	-	-	66	1.524	-	-	1.524
Choachí(*)	10.826	1.696	-	88	-	7	1.791	-	6	1.791
Chocontá	23.999	712	-	202	-	650	1.565	-	662	1.565
Cogua	21.517	485	-	109	-	161	755	-	150	755
Cota	23.897	390	-	-	-	45	435	-	42	435
Cucunubá	7.397	368	-	104	-	11	483	-	10	483
El Calvario (M)(***)	2.256	156	-	32	-	-	188	-	-	188
Fómeque(**)	12.200	415	-	103	-	607	1.125	-	565	1.125
Gachancipá	13.678	347	-	96	-	38	481	-	36	481
Guasca(**)	14.283	381	-	94	-	723	1.198	-	547	1.198
Guatavita	6.857	268	-	66	-	1.833	2.166	-	1.589	2.166
Junín (**)	8.566	415	-	88	-	1.464	1.966	-	952	1.966
La Calera	26.810	495	-	120	-	200	815	-	186	815
Nemocón	13.050	386	-	109	-	86	581	-	80	581
San Juanito (M)(***)	2.105	199	-	36	-	-	235	-	-	235
Sesquilé	13.023	347	-	116	-	813	1.267	-	756	1.276
Sopó	25.611	372	-	100	-	147	618	-	137	618
Suesca	16.658	402	-	116	-	102	620	-	95	620
Tabio	25.757	567	-	114	-	64	745	-	60	745
Tausa	8.589	365	-	97	-	642	1.104	-	597	1.104
Tenjo	19.612	415	-	107	-	102	624	-	95	624
Tocancipá	30.326	578	-	-	-	62	641	-	776	641
Villapinzón	19.082	590	-	128	-	119	837	-	176	837
Zipaquirá	118.267	2.160	-	41	-	161	2.362	-	150	2.362
Dpto. C/marca	2.598.245	3.011	-	5.602	-	8.613	-	-	-	8.613
Dpto. Meta	924.871	24	-	486	-	510	-	-	-	510
CAR. C/marca	-	-	-	-	-	-	5.699	-	5.699	5.699
Corporinorquia (*)	-	-	-	-	-	-	6	-	6	6
Corpoguavio (**)	-	-	-	-	-	-	2.064	-	2.064	2.064
Cormacarena (***)	-	-	-	-	-	-	10	-	10	10
Total	639.635	17.592	-	8.152	-	8.147	33.891	-	7.779	41.671

Apéndice 6.1. Disponibilidad de recursos para el Fondo para la Región Hídrica del río Bogotá (Fondo RHB). // Escenarios de recursos del Fondo para la Región Hídrica del río Bogotá (Fondo RHB)

Cuenta Alta: Escenario futuro (Moderado)

Municipios	Población 2013	Sistema General de Participaciones (2012)		(35%) Regalías (2013)	50% Inversiones cuencas (Art. 111 L 99/93)	Tranf. Sector Eléctrico Mun (2009)	Total aportes territoriales a Fondo RHB	Rentas propias de Corporaciones según municipio de generación	Total corporaciones autónomas regionales a Fondo RHB	Total Fondo RHB	
		APSB	Libre Inv. (10%)				Tasa uso agua (\$25/m ³)	Tasa retributiva (2012) \$50/m ³	Tranf. Sector Eléctrico al río Bogotá CAR (2009)	Tasa uso agua (\$25/m ³)	Tasa retributiva (2012) \$50/m ³
Cajicá	54.550	601	161	-	160	46	968	55	111	43	242
Chía	120.719	1.486	249	-	305	66	2.106	3	6	61	492
Choachí(*)	10.826	1.729	85	157	12	7	1.990	10	20	6	24
Chocontá	23.999	726	140	361	26	650	1.903	11	22	662	40
Cogua	21.517	494	94	195	47	161	991	0	1	150	79
Cota	23.897	398	186	-	296	45	926	12	23	42	351
Cucunubá	7.397	375	97	185	10	11	679	3	6	10	13
El Calvario (M)(***)	2.256	159	58	57	4	-	278	-	-	2	278
Fómeque(**)	12.200	423	96	184	15	607	1.324	10	20	565	27
Gachancipá	13.678	353	100	172	73	38	736	1	3	36	38
Guasca(**)	14.283	389	86	167	25	723	1.389	1	2	547	83
Guatavita	6.857	273	69	117	11	1.833	2.303	4	8	1.589	27
Junín(**)	8.566	423	92	156	8	1.464	2.143	-	-	952	8
La Calera	26.810	505	69	214	72	200	1.058	1	2	186	215
Nemocón	13.050	394	64	194	17	86	755	7	13	80	31
San Juanito (M)(***)	2.105	203	68	64	5	-	399	-	-	1	339
Sesquilé	13.023	354	79	208	17	813	1.470	4	8	756	53
Sopó	25.611	379	98	177	91	147	892	1	3	137	165
Suesca	16.658	410	109	207	18	102	846	8	16	95	42
Tabio	25.757	578	53	203	34	64	932	11	23	60	109
Tausa	8.589	372	85	173	10	642	1.282	1	2	597	23
Tenjo	19.612	423	164	191	111	102	990	2	4	95	218
Tocancipá	30.326	589	122	-	296	62	1.070	30	30	776	141
Villapinzón	19.082	602	104	228	19	119	1.072	7	14	176	27
Zipaquirá	118.267	2.202	248	73	190	161	2.874	125	249	150	470
Dpto. C/marca	2.598.245	3.069	-	9.993	1.228	5	14.291	896	286	572	5.599
Dpto. Metá	924.871	24	-	867	5				10	20	2.774
CAR C/marca									11	22	9.331
Corporinoquia(*)									3	6	60
Corpoguavio(**)									3	6	2.215
Cormacarena (***)									3	10	32
Total	639.635	17.932	2.776	14.542	3.105	8.147	46.502	309	619	7.779	58.140

Cuenta Alta: Escenario futuro (Optimista)

Municipios	Población 2013	Sistema General de Participaciones (2012)		(50%) Regalías (2013)	100% Inversiones cuencas (Art. 111 L 99/93)	Tranf. Sector Eléctrico Mun (2009)	Total aportes territoriales a Fondo RHB	Rentas propias de Corporaciones según municipio de generación	Total corporaciones autónomas regionales a Fondo RHB	Total Fondo RHB	
		APSB	Libre Inv. (20%)				Tasa uso agua (\$25/m ³)	Tasa retributiva (2012) \$50/m ³	Tranf. Sector Eléctrico al río Bogotá CAR (2009)	Tasa uso agua (\$25/m ³)	Tasa retributiva (2012) \$50/m ³
Cajicá	54.550	590	315	-	320	46	1.271	111	265	43	484
Chía	120.719	1.458	489	-	610	66	2.623	6	61	984	2.623
Choachí(*)	10.826	1.696	167	220	23	7	2.114	20	47	6	48
Chocontá	23.999	712	276	505	51	650	2.194	22	52	662	80
Cogua	21.517	485	184	273	94	161	1.197	1	2	150	158
Cota	23.897	390	366	-	592	45	1.393	23	55	42	702
Cucunubá	7.397	368	191	259	21	11	850	6	13	10	25
El Calvario (M)(***)	2.256	156	113	80	7	-	356	-	-	4	4
Fómeque(**)	12.200	415	188	258	30	607	1.498	20	48	565	55
Gachancipá	13.678	347	195	240	146	38	967	3	7	36	75
Guasca(**)	14.283	381	169	234	50	723	1.557	2	4	547	166
Guatavita	6.857	268	136	164	22	1.833	2.423	8	20	1.589	54
Junín(**)	8.566	415	181	219	16	1.464	2.294	-	-	952	16
La Calera	26.810	495	135	299	143	200	1.272	2	4	186	429
Nemocón	13.050	386	126	272	35	86	905	13	32	80	62
San Juanito (M)(***)	2.105	199	134	90	10	-	432	-	-	1	432
Sesquilé	13.023	347	154	291	35	813	1.639	8	20	756	106
Sopó	25.611	372	191	249	182	147	1.141	3	6	137	329
Suesca	16.658	402	213	291	37	102	1.044	16	39	95	84
Tabio	25.757	567	105	285	67	64	1.088	23	55	60	218
Tausa	8.589	365	166	243	20	642	1.436	2	4	597	46
Tenjo	19.612	415	321	267	222	102	1.327	4	10	95	436
Tocancipá	30.326	578	240	-	591	62	1.472	60	143	776	283
Villapinzón	19.082	590	205	319	39	119	1.272	14	34	176	53
Zipaquirá	118.267	2.160	487	103	379	161	3.290	249	599	150	940
Dpto. C/marca	2.598.245	3.011	-	14.006	2.457	10	19.473	1.248			19.473
Dpto. Metá	924.871	24	-	1.214	10						
CAR C/marca							572	1.373	5.699	5.548	13.192
Corporinoquia(*)							20	47	6	48	121
Corpoguavio(**)							22	52	2.064	237	2.375
Cormacarena (***)							6	13	10	27	56
Total	639.635	17.592	5.446	20.380	6.210	8.147	57.776	619	1.485	7.779	58.140

Cuenca Media: Situación actual (Disponibilidad de recursos)

Municipios	Población 2013	Sistema General de Participaciones (2012)			Inversiones cuencas 2012 (Art. 111 L 99/93)	Tranf. Sector Eléctrico Mun (2012)	Total aportes territoriales a Fondo RHB	Rentas propias de Corporaciones según municipio de generación				Total corporaciones autónomas regionales a Fondo RHB(1)	Millones de pesos constantes de 2013
		APSB	Regalías (2013)	Libre inv.				Tasa uso agua(2012) \$2.16/m ³	Tasa retributiva (2012) \$21.63/m ³	Tranf. Sector Eléctrico CAR (2012)	7.5% Predial al río Bogotá (CAR) 2012		
Bogotá, DC	7.674.366	78.720	-	19.903	-	802	99.426	1.023	6.096	802	108.918	99.426	470
Chipaque (*)	8.399	388	-	82	-	-	470	-	-	-	-	-	633
El Rosal	16.486	518	-	115	-	-	633	-	-	-	-	-	2.375
Facatativá	127.226	2.236	-	-	-	139	2.375	-	-	139	-	-	1.654
Funza	72.566	1.593	-	-	-	62	1.654	-	-	62	-	-	1.469
Madrid	74.600	1.365	-	-	-	104	1.469	-	-	104	-	-	1.706
Mosquera	78.658	1.613	-	-	-	93	1.706	-	-	93	-	-	1.605
Sibaté	37.030	791	-	159	-	655	1.605	-	-	655	-	-	12.559
Soacha	488.995	12.373	-	-	-	186	12.559	-	-	186	-	-	569
Subachoque	15.487	315	-	88	-	166	569	-	-	166	-	-	406
Ubaque(*)	6.312	335	-	71	-	-	406	-	-	-	-	-	439
Une (*)	8.956	4.430	-	84	-	-	439	-	-	-	-	-	537
Dpto. C/marca	2.598.245	4.031	-	10.304	-	14.734	438	6096	2207	108.918	117.660	117.660	14.734
CAR - C/marca								18	-	-	-	-	18
Corporinoquia (*)								31					31
Corpoguavio								537					537
Parque Nacionales													
Total	8.585.414	105.033	-	30.806	-	2.207	138.046	1023	6096	2207	108.918	118.245	256.291

Cuenca Media: Escenario futuro (Moderado)

Municipios	Población 2013	Sistema General de Participaciones (2012)			Regalías (10%)	Inversiones cuencas 2012 (Art. 111 L 99/93)	Tranf. Sector Eléctrico Mun (2012)	Total aportes territoriales a Fondo RHB	Rentas propias de Corporaciones según municipio de generación				Total corporaciones autónomas regionales a Fondo RHB(1)
		APSB	Libre inv.	Tasa uso agua(2012) \$2.15/m ³					Tasa uso agua(2012) \$25.00/m ³	Tasa retributiva (2012) \$250/m ³	Tranf. Sector Eléctrico CAR (2012)	7.5% Predial al río Bogotá (CAR) 2012	
Bogotá, D.C	7.674.366	78.720	12.449	24.879	35%	50% Inversiones cuencas 2012 (Art. 111 L 99/93)	802	151.121	7.045	14.090	802	108.918	151.121
Chipaque (*)	8.399	388	93	103	19	-	-	603	-	-	-	-	603
El Rosal	16.486	518	105	143	30	-	-	796	12	24	215	-	796
Facatativá	127.226	2.236	252	-	188	139	2.816	107	-	-	-	-	2.816
Funza	72.566	1.593	193	-	212	62	2.059	3	6	62	-	-	2.059
Madrid	74.600	1.365	182	-	107	104	1.758	53	105	104	325	-	1.758
Mosquera	78.658	1.613	206	-	234	93	2.146	73	146	93	491	-	2.146
Sibaté	37.030	791	70	199	76	655	1.791	20	39	655	89	-	1.791
Soacha	488.995	12.373	838	-	314	186	13.711	336	673	186	708	-	13.711
Subachoque	15.487	315	80	111	31	166	703	10	19	166	52	-	703
Ubaque(*)	6.312	335	76	89	8	-	508	5	9	-	12	-	508
Une (*)	8.956	355	79	104	10	-	549	3	5	-	10	-	549
Dpto. C/marca	2.598.245	4.430	-	10.304	1.807	-	16.541	3.631	15.317	2.207	-	-	16.541
CAR - C/marca								129	14	-	38		181
Corporinoquia (*)								211					211
Corpoguavio								3.695					3.695
Parque Nacionales								7.666	15.331	2.207	110.995	136.199	331.302
Total	8.585.414	105.033	14.622	35.932	37.309	2.207	195.103						

Cuenca Media: Escenario futuro (Optimista)

Municipios	Población 2013	Sistema General de Participaciones (2012)			50% Regalías (2013)	100% Inversiones cuencas 2012 (Art. 111 L Mun(2012))	Transf. Sector Eléctrico Mun(2012)	Total aportes de entes territoriales a Fondo RHB	Rentas propias de Corporaciones según municipio de generación			Total corporaciones autónomas regionales a Fondo RHB (1)	Total Fondo RHB	Millones de pesos constantes de 2013	
		APSB	Libre inv. (20%)	Regalías cuencas 2012 (Art. 111 L Mun(2012))					Tasa uso agua(2012) \$25/m ³	Tasa retributiva \$120/m ³	Tasa uso agua(2012) \$120/m ³				
Bogotá, DC	7.674.366	78.720	24.897	49.758	68.541	802	222.719	14.090	33.816	802	108.918	222.719	819		
Chipaqué (*)	8.399	388	186	206	39	-	819	-	-	-	-	31		1.074	
El Rosal	16.486	518	209	287	61	-	1.074	24	57	-	-	142		3.256	
Facatativá	127.226	2.236	505	-	376	139	3.256	215	515	139	606	-		2.464	
Funza	72.566	1.593	385	-	424	62	2.464	6	14	62	-			2.047	
Madrid	74.600	1.365	363	-	214	104	2.047	105	253	104	649				
Mosquera	78.658	1.613	411	-	469	93	2.586	146	350	93	981			2.586	
Sibaté	37.030	791	141	397	152	655	2.136	39	94	655	179			2.136	
Soacha	488.995	12.373	1.676	-	628	186	14.863	673	1.615	186	1.416			14.863	
Subachoque	15.487	315	161	221	63	166	926	19	47	166	104			962	
Ubaque (*)	6.312	335	152	177	16	-	681	9	22	-	24			681	
Une (*)	8.956	355	159	209	21	-	744	5	13	-	20			744	
Dpto. C/marca	2.598.245	4.430	-	20.607	3.615	-	28.652	7.261	36.760	2.207	112.996			28.652	
<i>CAR - C/marca</i>								257	35	-	75			159.224	
<i>Corporinorquia (*)</i>								422						367	
<i>Corpoguavio</i>									7.390					422	
<i>Parque Nacionales</i>														7.390	
Total	8.585.414	105.033	29.244	71.863	74.619	2.207	282.966	15.331	36.794	2.207	113.072	167.404	450.370		

Cuenca Baja: Situación actual (Disponibilidad de recursos)

Municipios	Población 2013	Sistema General de Participaciones (2013)		20% Regalías (2013)	Inversiones cuencas 2012 (Art. 111 L 99/93)	Transf. Sector Eléctrico Mun (2012)	Total aportes de entes territoriales a Fondo RHB	Rentas propias de Corporaciones según municipio de generación	Tasa uso agua(2012) \$2.16/m ³	Tasa retributiva \$21.63/m ³	Rentas propias de Corporaciones según municipio de generación	Tasa uso agua(2012) \$2.16/m ³	Tasa retributiva \$21.63/m ³	Rentas propias de Corporaciones según municipio de generación	Tasa uso agua(2012) \$2.16/m ³	Tasa retributiva \$21.63/m ³	Total corporaciones autónomas regionales a Fondo RHB (1)	Total Fondo RHB	Millones de pesos constantes de 2013
		APSB	Libre inv.																
Agua de Dios	11.172	339	-	84	-	-	423	-	-	-	-	-	-	-	-	-	423	423	
Anapaima	12.908	379	-	107	-	-	486	-	-	-	-	-	-	-	-	-	486	526	
Anolaima	12.492	426	-	99	-	-	526	-	-	-	-	-	-	-	-	-	445	445	
Apulo	7.813	380	-	65	-	66	445	-	-	-	-	66	-	-	-	-	466	466	
Bojayá	10.976	316	-	84	-	-	466	-	-	-	-	-	-	-	-	-	392	392	
Cachipay	9.873	313	-	79	-	-	392	-	-	-	-	-	-	-	-	-	688	688	
El Colegio	21.592	562	-	126	-	-	688	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.656	1.656	
Girardot	103.839	1.656	-	0	-	-	1.656	-	-	-	-	-	-	-	-	-	790	790	
La Mesa	30.441	627	-	163	-	-	790	-	-	-	-	-	-	-	-	-	484	484	
Quipile	8.171	416	-	68	-	-	484	-	-	-	-	-	-	-	-	-	445	445	
Ricarte	9.169	368	-	77	-	-	445	-	-	-	-	-	-	-	-	-	576	576	
San Antonio del Tequendama	12.949	451	-	103	-	22	576	-	-	-	-	-	-	-	-	-	401	401	
Tena	8.663	324	-	77	-	-	401	-	-	-	-	-	-	-	-	-	715	715	
Tocaima	1.817	578	-	137	-	-	715	-	-	-	-	-	-	-	-	-	619	619	
Viotá	13.365	508	-	11	-	-	619	-	-	-	-	-	-	-	-	-	322	322	
Zipacón	546	258	-	64	-	-	322	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3739	3739	
Dpto. C/marca	2.598.245	1.307	-	2.432	-	-	3.739	-	-	-	-	-	-	-	-	-	89	89	
<i>CAR - C/marca</i>																			
Total	297.053	9.208	-	3.876	-	89	13.173	-	-	89	-	89	-	89	-	89	13.262		

Nota: no aparece en este análisis el municipio de Granada, ya que se incluyó en la RHB posteriormente.

Cuenca Baja: Escenario futuro (Moderado)												
Municipios	Población 2013	Sistema General de Participaciones (2013)		35% Regalías (2013)	50% Inversiones cuencas 2012 (Art.111 L 99/93)	Tranf. Sector Eléctrico Mun (2012)	Total aportes de entes territoriales a Fondo RHB	Rentas propias de Corporaciones según municipio de generación				Millones de pesos constantes de 2013
		APSB	Libre inv. (10%)					Tasa uso agua(2012) \$25/m ³	Tasa retributiva (2012) \$50/m ³	Tasa uso agua(2012) \$50/m ³	Tasa retributiva (2012) \$50/m ³	Total corporaciones autónomas regionales a Fondo RHB (1)
Agua de Dios	11.172	339	70	105	12	-	527	18	31	-	30	527
Anapoima	12.908	379	98	133	43	-	653	7	14	-	125	653
Anoláima	12.492	426	80	124	13	-	644	8	15	-	31	644
Apulo	7.813	380	89	81	10	66	560	8	16	66	14	560
Bojayá	10.976	316	76	105	20	-	583	5	11	-	33	583
Cachipay	9.873	313	58	99	11	-	481	2	3	-	22	481
El Colegio	21.592	562	102	158	28	-	850	11	22	-	90	850
Girardot	103.839	1.656	230	-	183	-	2.069	202	403	-	601	2.069
La Mesa	30.441	627	77	203	50	-	957	16	31	-	150	957
Quipile	8.171	416	111	85	6	-	619	-	-	-	5	619
Ricaurte	9.169	368	99	96	58	-	622	6	12	-	250	622
San Antonio del Tequendama	12.949	451	90	129	16	22	709	1	2	22	47	709
Tena	8.663	324	79	96	12	-	512	-	-	-	31	512
Tocaima	1.817	578	120	171	23	-	892	1	2	-	70	892
Viotá	13.365	508	99	139	8	-	754	0	1	-	11	754
Zipacón	546	258	73	80	9	-	421	2	4	-	20	421
Dpto. C/marca	2.598.245	1.307	-	3.040	533	-	4.881	284	568	89	1.531	4.881
CAR - C/marca												
Total	297.053	9.208	1.554	4.845	1.037	89	16.733	284	568	89	1.531	2.471
												19.204

Cuenca Baja: Escenario futuro (Optimista)												
Municipios	Población 2013	Sistema General de Participaciones (2013)		50% Regalías (2013)	100% Inversiones cuencas 2012 (Art.111 L 99/93)	Tranf. Sector Eléctrico Mun (2012)	Total aportes de entes territoriales a Fondo RHB	Rentas propias de Corporaciones según municipio de generación				Millones de pesos constantes de 2013
		APSB	Libre inv. (20%)					Tasa uso agua(2012) \$25/m ³	Tasa retributiva (2012) \$50/m ³	Tasa uso agua(2012) \$50/m ³	Tasa retributiva (2012) \$50/m ³	Total corporaciones autónomas regionales a Fondo RHB (1)
Agua de Dios	11.172	339	141	209	25	-	714	31	75	-	61	714
Anapoima	12.908	379	195	267	86	-	927	14	34	-	250	927
Anoláima	12.492	426	160	249	26	-	861	15	37	-	62	861
Apulo	7.813	380	179	162	20	-	741	16	39	-	28	741
Bojayá	10.976	316	153	210	40	66	785	11	25	66	67	785
Cachipay	9.873	313	116	198	22	-	649	3	8	-	44	649
El Colegio	21.592	562	204	316	55	-	1.138	22	52	-	181	1.138
Girardot	103.839	1.656	461	-	365	-	2.482	403	968	-	1.203	2.482
La Mesa	30.441	627	153	406	100	-	1.287	31	74	-	301	1.287
Quipile	8.171	416	222	170	13	-	821	-	-	-	10	821
Ricaurte	9.169	368	199	192	117	-	876	12	29	-	499	876
San Antonio del Tequendama	12.949	451	180	258	33	22	944	2	6	22	93	944
Tena	8.663	324	158	193	23	-	699	-	-	-	61	699
Tocaima	1.817	578	240	343	46	-	1.207	2	4	-	140	1.207
Viotá	13.365	508	198	277	16	-	1.000	1	2	-	23	1.000
Zipacón	546	258	147	160	15	-	580	4	9	-	40	580
Dpto. C/marca	2.598.245	1.307	-	10.304	1.067	-	12.677	568	1.362	89	3.063	12.677
CAR - C/marca												
Total	297.053	9.208	3.108	13.914	2.070	89	28.389	568	1.362	89	3.063	5.081
												33.469

1. En los tres escenarios se incluye el 7.5% del predial de Bogotá (\$108.918 millones anuales) que la CAR asigna al Fondo para Inversiones Ambientales del río Bogotá (FIAB) APSB: Agua Potable y Saneamiento Básico.

Gran total: Situación actual (Disponibilidad de recursos)													
Municipios	Población 2013	Sistema General de Participaciones (2013)		20% Regalías (2013)	Inversiones cuencas 2012 (Art. 111 L 99/93)	Tranf. Sector Eléctrico Mun (2012)	Total aportes de entes territoriales a Fondo RHB	Rentas propias de Corporaciones según municipio de generación					
		APSBS	Libre inv.					Tasa uso agua(2012) \$2.16/m ³	Tasa retributiva (2012) \$21.63/m ³	Tranf. Sector Eléctrico CAR (2012) 7.5% Predial al río Bogotá (CAR) 2012			
Gran Total	9.522.102	131.834	-	42.834	-	10.443	185.110	1.023	6.096	10.075	108.918	126.113	311.223

Gran total: Escenario futuro (Moderado)													
Municipios	Población 2013	Sistema General de Participaciones (2013)		35% Regalías (2013) (10%)	Inversiones cuencas 2012 (Art. 111 L 99/93)	50% Tranf. Sector Eléctrico Mun (2012)	Total aportes de entes territoriales a Fondo RHB	Rentas propias de Corporaciones según municipio de generación					
		APSBS	Libre inv.					Tasa uso agua(2012) \$25/m	Tasa retributiva (2012) \$50/m	Tranf. Sector Eléctrico CAR (2012) 7.5% Predial al río Bogotá (CAR) 2012			
Gran Total	9.522.102	132.173	18.952	55.319	41.451	10.443	258.338	8.259	16.517	10.075	115.456	150.308	408.645

Gran total: Escenario futuro (Optimista)													
Municipios	Población 2013	Sistema General de Participaciones (2013)		50% Regalías (2013) (20%)	100% Inversiones cuencas (Art. 111 L 99/93)	Tranf. Sector Eléctrico Mun (2012)	Total aportes de entes territoriales a Fondo RHB	Rentas propias de Corporaciones según municipio de generación					
		APSBS	Libre inv.					Tasa uso agua(2012) \$50/m	Tasa retributiva (2012) \$120/m ³	Tranf. Sector Eléctrico CAR (2012) 7.5% Predial al río Bogotá (CAR) 2012			
Gran Total	9.522.102	131.834	37.798	106.158	82.899	10.443	369.131	16.517	39.624	10.075	121.994	188.228	557.359

BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía Mayor de Bogotá, 2007. Historia de Bogotá, Siglo XX. Villegas y Editores.
- Álvarez, G. L., 2008. El papel de los diferentes actores del SINA. En: Sistema Nacional Ambiental SINA: 15 años, evaluación y perspectivas. Universidad Externado de Colombia, p. 93-165.
- Anderson, C., Meyer, J., Podolsky, L. y Stoner, P., 2008. Water Resources and Land Use Planning Watershed Strategies for Amador y Calaveras. Local Government Commission.
- Andrade, P., 2006. Análisis comparado de los estudios de caso. En: La aplicación del enfoque ecosistémico en la gestión de los recursos hídricos: Un análisis de estudios de caso en América Latina. Iniciativa del Agua y la Naturaleza de la IUCN y PNUMA.
- Azqueta, D., 2002. Introducción a la economía ambiental. McGraw Hill Profesional, Madrid.
- Balat, M. 2007. Influence of Coal as an Energy Source on Environmental Pollution. Energy Sources Part A. 29:581-589.
- Baumol, W. J. y Oates, W. E., 1971. The use of standards and prices for protection of the environment, Swedish Journal of Economics 73 (1):42-54.
- Baumol, W. J. y Oates, W.E., 1988. The Theory of Environmental Policy. Cambridge University Press, Cambridge, Second Edition.
- Bunyard, P. P. y Herrera, F., 2012. El rol de la selva amazónica en la formación de las lluvias en Colombia. Intekhnia, 7 (2): 27-36.
- Cadavid, G. y Herrera L. F., 1985. Manifestaciones culturales en el área tairona en Informes Antropológicos 1. Instituto Colombiano de Antropología, Bogotá.
- Cabrera, A. y Naranjo, M. R., 2003. Las leyes de saneamiento fiscal y su efecto sobre la descentralización. En: Ordenamiento Territorial: Reivindicación de la descentralización para el desarrollo. Comp. Becker, A., Chica, C. y Cárdenas, M. GTZ, FESCOL, p. 15-53.
- Calderón, M., Collazos, C. I., Calderón, A., y Baquero, M. N., 2012. Balance del proceso de integración regional entre Bogotá-Cundinamarca (2008-2011). Gobernación de Cundinamarca. Círculo Cuadrado Ltda., Bogotá.
- Cámara de Comercio de Bogotá, 2011. Balance económico social de la región Bogotá Cundinamarca (2010-2011).

- Cano, A., 2008. Indicadores territoriales de sostenibilidad: obstáculos, nuevas propuestas. Departamento de Economía Aplicada II, Grupo de Investigación “A.R.E.A.”, Facultad de Económicas, Universidad de Sevilla.
- CAR, 2002. Atlas Ambiental CAR 2001. Ecoforest-Swedforest-CAR, 2000.
- CAR, 2003. Tasa Retributiva. Transferencias Ley 99 de 1993 a cargo de la Secretaría Distrital de Ambiente. Bogotá, DC, Abril de 2003.
- CAR, 2007. Plan de Acción Trienal (PAT) 2007-2009.
- Cardona, R. (ed.), 1976. Distribución espacial de la población en Bogotá. Corporación Centro Regional de la población.
- Castro, K., Córdoba, R., Guido, M., Hernández R., Sagastizaldo., M y Méndez, N., 2006. Manejo integrado de cuencas asociadas con la unidad hidrográfica Barra de Santiago- El imposible, Ahuachapán. En: La aplicación del enfoque ecosistémico en la gestión de los recursos hídricos: Un análisis de estudios de caso en América Latina. Iniciativa del Agua y la Naturaleza de la IUCN y PNUMA.
- CIACUA: Centro de Investigaciones en Acueductos y Alcantarillados, 2003. Mejoramiento de la calidad ambiental del Embalse del Muña. Informe Final. Universidad de los Andes, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, EAB. Bogotá.
- Cubillos, R., 2009. Consultoría para la actualización del estudio de proyecciones de la demanda para la ciudad de Bogotá, D.C. y municipios vecinos. Contrato 2-02-25400-0296-2009 EAB-ESP.
- Chambers, N., Simmons, C., y Wackernagel, M., 2000. Sharing Nature's Interest. Ecological Footprints as an Indicator of Sustainability. Earthscan.
- Chandler, T., 1987. Four Thousand Years of Urban Growth: An Historical Census, St. David's University Press. Recuperado el 18 de marzo de 2013. URL: <http://geography.about.com/library/weekly/aa011201g.htm>
- Chivian, E. y Bernstein A. 2008. How is biodiversity threatened by human activity? En: Sustaining Life, How Human Health Depends on Biodiversity. Center For health and The Global Environment Harvard Medical School, CBD, UNDP, UNEP, IUCN. Chivian, E y Bernstein, A. (Ed.). Oxford University Press, China.
- Christoperson, R., 2006. Geosystems: An Introduction to Physical Geography. Pearson Prentice Hall. New Jersey. Sexta Edición.
- Coase, R., 1960. The problem of social cost. Journal of Law and Economics 3:1-44.
- Contraloría de Bogotá, D.C. 2002. La huella ecológica de Bogotá D.C.: Cálculo y evaluación de su utilidad. Estado de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente. Informe Anual. Bogotá, D.C. Imprenta Nacional.
- Contraloría General de la República, 2012. Informe del estado de los Recursos Naturales y del Ambiente 2011-2012.
- CRC, 2010. Plan Regional de Competitividad Bogotá y Cundinamarca. 2010-2019. Cámara de Comercio de Bogotá.
- CRC, 2013. La Comisión Regional de Competitividad. Recuperado el 27 de febrero de 2013. <http://www.bogotacundinamarcacompite.org.co/contenido/contenido.aspx?catID=157&conID=349>
- Dales, J. H. 1968. Pollution, Property and Prices, University of Toronto Press, Toronto.
- DANE, 2009. Resultados de pobreza, indigencia y desigualdad. Bogotá.
- DANE, 2012. Boletín de Prensa. Principales indicadores del Mercado laboral. Bogotá, 31 de julio del 2012.
- DANE, Dirección de Metodología y Producción Estadística, 2003. Evidencia reciente del comportamiento de la migración interna en Colombia a partir de la Encuesta Continua de Hogares. Bogotá, D.C.
- DANE y SDP, 2011. Encuesta multipropósito para Bogotá. Alcaldía Mayor de Bogotá.
- Dayson, M. Bergkamp, G. Scanlon, J., (eds.), 2003. Caudal: Elementos esenciales de caudales ambientales. Tr José María Blanch. San José, CR.: UICN-ORMA.xvi, 125 pp.
- Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente, DAMA, 2004. Programa de Descontaminación del Río Bogotá, Bogotá, Colombia, Agosto.
- DNP, 2003. Visión regional del plan de Ordenamiento Territorial. En: Territorio y sociedad: El caso del plan de Ordenamiento Territorial de la ciudad de Bogotá. Ardila, Gerardo (Compilador). Ministerio de Medio Ambiente & Universidad Nacional de Colombia. pp. 235-261. Bogotá, D.C.
- DNP, 2009. Orientaciones para la programación y ejecución del Sistema General de Participaciones - 2009, Bogotá, DC.
- DNP, 2010. Crecimiento económico en el 2009 y perspectivas 2010. Recuperado el 20 de Agosto de 2012. URL: <http://www.minhacienda.gov.co/portal/page/portal/MinHacienda/elministerio/prensa/Historicos/2010/Presentaciones%202010/Presentacion%20Crecimiento%20PIB%202009%20RP.pdf>

- Dourojeanni, A., 2012. Roles de una organización de gestión del recurso hídrico por cuencas, Lima. Perú. Gerencia de Agua y Medio Ambiente, Fundación Chile.
- Dourojeanni, A., Jouravlev, A. y Chávez, G., 2002. Gestión del agua a nivel de cuencas: Teoría y práctica. Serie recursos naturales e infraestructura N° 47. CEPAL, División de Recursos Naturales e Infraestructura. Santiago de Chile.
- EAB, 2003. El agua en la historia de Bogotá (1538-1937). Tomos I-III. Villegas, B. (ed.). Rodríguez, J. C. (Director de Investigación). Villegas y Editores, Bogotá.
- EAB, 2006. Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá D.C. Documento Técnico de Soporte.
- EAB, 2009. Futura Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Canoas. Recuperado el 12 de diciembre de 2012. URL: <http://www.dnp.gov.co/Portals/0/archivos/documentos/GCRP/Presentaciones/Futura%20Planta%20de%20Tratamiento%20de%20Aguas%20Residuales%20de%20Canoas.pdf>
- EAB, 2010. Respuesta a Emergencias.
- FAO, 2010. AQUASTAT database. Recuperado el 15 de Noviembre de 2012. URL: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/dbase/AquastatWorldDataEsp_20101129.pdf
- FAO, 2011. Aquastatdatabase. Recuperado el 29 de Noviembre de 2012. URL: www.fao.org/nr/aquastat
- FEN, 1993. Colombia pacífico. Tomo I. para la Protección del Medio Ambiente “José Celestino Mutis”. Bogotá.
- Fenical, W., 1983. Marine Plants: A Unique and Unexplored Resource. En: Plants: the potentials for extracting protein, medicines, and other useful chemicals (workshop proceedings). DIANE Publishing. p.147.
- Field, C. B., Behrenfeld, M. J., Randerson, J. T., Falkowski, P., 1998. Primary Production of the Biosphere: Integrating Terrestrial and Oceanic Components Science. Science 281: 237-240.
- Flanagan, S. V. P. y Santis, L., 2001. Mining with explosives, safety first. En: Mine Health and Safety Management. Karmis, M (Ed). Society for Mining, Metallurgy and Exploration. Published in GSA Today, v. 4, No. 9, p. 217, 224-225.
- Flórez, A., 2003. Colombia: Evolución de sus Relieves y Modelados. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 238p.
- Gallo, L. I., 2011. Lineamientos ambientales para la ciudad del futuro. En: Ajustes ambientales al Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Capital. SDA y Universidad Distrital. Alcaldía Mayor de Bogotá, p. 126-148.
- García, T., 2004. Impacto de la calidad del agua del río Bogotá sobre el río Magdalena. Universidad de los Andes. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental. Proyecto de grado para obtener el título de Ingeniera Ambiental.
- Global Water Partnership, GWP, 2012. ¿Qué es la GIRH? Documento recuperado el 5 de febrero de 2013. URL: <http://www.gwp.org/GWP-Sud-America/PRINCIPALES-DESAFIOS/Que-es-la-GIRH/>
- Gobernación de Cundinamarca, 2010. Estadísticas de Cundinamarca 2010.
- Gobernación de Cundinamarca, 2013. Secretaría de Región Capital e Integración Regional. Recuperado el 25 de febrero de 2013. URL:<http://www.cundinamarca.gov.co/cundinamarca/Entidades/inicioentidades.asp?codigo=70>
- Goudie, A. S., 2005. The Human Impact on the Natural Environment: Past, Present and Future. Sexta edición. Blackwell.
- Groom, M., 2005. Threats to Biodiversity: patterns and processes. En: Principles of conservation. Groom, M. J, Meffe, G. K y Carroll, C.R (Ed.). Tercera edición, Sinauer, Sunderland, Estados Unidos.
- Guerrero, M., 2011. Agua: muéstrate, no te escondas. En: Agua: un patrimonio que circula de mano en mano. Banco de la República. Legis, S.A., Bogotá, pp. 7-22.
- Guhl, E., 1974. Las lluvias en el clima de los andes ecuatoriales húmedos de Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Centro de Investigaciones para el desarrollo CID. Cuadernos geográficos No 1.
- Guhl, E., 1975. Colombia: Bosquejo de su geografía tropical. Biblioteca Básica Colombiana. Instituto Colombiano de Cultura.
- Guhl-Nannetti, E., y Montes, P., 2008. Hacia una Gestión Integrada del Agua en la Región Andina. Instituto Quinaxi y CAN. Bogotá.
- Guhl-Nannetti, E., Valencia, M. R., Durán, M. I. Zapata, A., Zúñiga, A. y Macías, L. F., 2000. Vida y Región: Gestión Ambiental en el Valle del Cauca. Instituto Quinaxi y CVC. Santiago de Cali, Valle del Cauca.
- Guhl-Nannetti, E., Wills E., Macías, L. F., Boada, A., Capera, C., 1998. Guía para la gestión ambiental regional y local: el qué, el quién, y el cómo de la gestión ambiental. FONADE, DNP e Instituto Quinaxi.
- Guhl-Nannetti, E. 2011-2012. Lecturas Ambientales Número 2 y 3. Documentos Inéditos.
- GWP e INBO, 2009. Manual para la Gestión Integrada del Recurso Hídrico en cuencas. Scriptoria.

- Haff, P.K., 2001. Neogeomorphology, Prediction, and the Anthropic Landscape.
- Hardin, G., 1968. The tragedy of the commons. *Science* 162 (3859):1243-1248.
- Herrera, L. F., Rojas, S. y Montejo, F., 2004. Poblamiento prehispánico de la Depresión Momposina: Un sistema integrado de manejo sostenible de los ecosistemas inundables. En: Saberes de vida: por el bienestar de las nuevas generaciones, Restrepo, R. (Comp.). Unesco. Siglo del Hombre Editores, Bogotá.
- Hildenbrand, A., 2007. Tres propuestas para una relación efectiva entre las escalas regional y local en materia de ordenamiento del territorio. En: Territorialidad y buen gobierno para el desarrollo sostenible: Nuevos principios y nuevas políticas en el espacio europeo. Farinós, J. y Romero, J (eds.). Universitat de València, UV, p. 147-189.
- HMV Ingenieros, 2002. Actualización del plan maestro de alcantarillado, estudio de las cuencas Salitre y Jaboque.
- Hoekstra, A. Y. y Chapagain, A. K., 2006. Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern. *Water Resource Management*, Springer.
- Hooke, R. L., 1994. On the efficacy of humans as geomorphic agents. *GSA Today* 4 (9): 217-225.
- IDEAM, 1997. Posibles efectos naturales y socioeconómicos del Fenómeno del Niño en el período 1997-1998. Recuperado el 4 de diciembre de 2012. URL: <https://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/Bvirtual/013338/013338.html>
- IDEAM, 2010. Estudio nacional del agua 2010. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Bogotá, D.C.
- INGETEC, 2004. Ampliación Chingaza. Recuperado el 10 de diciembre de 2012. URL: <http://www.ingetec.com.co/experiencia/textos-proyectos/acueductos-alcantarillados/chingaza-ampliaci%F3n.htm>.
- Iniciativa Minga del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, 2004. La Visión Andina del Agua. IDRC-CRDI, Canadá.
- Instituto Internacional del Manejo del Agua, 2008. Evaluación exhaustiva del manejo del agua en agricultura: Agua para la alimentación, agua para la vida. Londres: Earthscan y Colombo, FAO, WRI.
- Instituto Nacional de Salud, 2012. Notificación de muestras inviables sanitariamente. Recuperado el 8 de diciembre de 2012. URL: <http://www.ins.gov.co/sivicap/Reportes/MUESTRAS%20INVIABLES%20BOGOTA%20DC.pdf>
- Instituto Nacional de Salud, 2012. Reportes índices IRCA. Recuperado el 12 de octubre de 2012. URL: <http://www.ins.gov.co/sivicap/Paginas/reportes.aspx>.
- Instituto Quinaxi y CAR, 2001. PGAR (2001-2010) Componentes estructurales.
- Instituto Quinaxi y CAR, 2001. Diagnóstico Ambiental Regional. Documento Técnico.
- Instituto Quinaxi y Giraldo, C., 2003. Análisis de la Situación de la PTAR Salitre desde la Perspectiva Técnico Ambiental, Bogotá, Julio.
- IPCC, 2007. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs.
- IUCN, 2000. Visión del agua y la naturaleza. Estrategia Mundial para la conservación y manejo sostenible de recursos hídricos en el siglo XXI. World Water Vision, WWC, CME.
- JICA (Agencia de Cooperación Internacional de Japón), 2003. Estudio del desarrollo sostenible del agua subterránea. EAB.
- JICA, 2009. Estudio de abastecimiento sostenible de agua para la ciudad de Bogotá y áreas circundantes basado en el manejo integrados de recursos hídricos en la República de Colombia. Yachiyo Engineering Ltda. y EAB.
- Keizer, O., Guerrero, E. y Córdoba, R., 2006. El enfoque ecosistémico en la gestión del agua. En: La aplicación del enfoque ecosistémico en la gestión de los recursos hídricos: Un análisis de estudios de caso en América Latina. Iniciativa del Agua y la Naturaleza de la IUCN y PNUMA.
- Lattuada, R.M., Menezes, C.T., Pavei, P.T., Peralba, M.C. y Dos Santos, J.H., 2008. Determination of metals by total reflection X-ray fluorescence and evaluation of toxicity of a river impacted by coal mining in the south of Brazil. *Journal of Hazardous Materials*. 163: 531-537.
- Loera, R., 1985. Instituto nacional de investigaciones sobre recursos bióticos. Curso básico de toxicología ambiental. Recuperado el 9 de diciembre. URL:<http://www.bvs-de.paho.org/bvsacd/eco/016750/016750-nitrat.pdf>
- Lipietz, Alain, 1977. El capital y su espacio. Siglo XXI Editores, México, p. 27.
- Lurduy, J., 2003. Regionalización y Constitución de 1991. En: Ordenamiento Territorial: Reivindicación de la descentralización para el desarrollo. Comp. Becker, A., Chica, C. y Cárdenas, M. GTZ, FESCOL, p. 109-169.

- MADS, IAvH, IDEAM, IIAP, INVEMAR, SINCHI, 2010. Informe del estado del Medio Ambiente y los Recursos Naturales. Ministerio de Medio Ambiente.
- MAVDT, IDEAM, PNUD y GEF, 2010. Segunda Comunicación ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Bogotá.
- Mauser, W., 2007. Water Resources: Efficient, Sustainable and Equitable Use. Haus Publishing, London.
- Mckensy Global Institute, 2011. Construyendo ciudades competitivas: La clave para el crecimiento de América Latina.
- Melillo, J. y Sala, O., 2008. Ecosystem services. En: Sustaining Life: How Human Health Depends on Biodiversity. Center For health and The Global Environment Harvard Medical School, CBD, UNDP, UNEP, IUCN. Chivian, E y Bernstein, A. (Ed.). Oxford University Press, China.
- Merrits, D., de Wet, A. y Menking, K., 1998. Environmental Geology: An Earth System Science Approach. WH Freeman and Company, New York.
- Ministerio de Desarrollo Económico, 2000. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico. Título B. Bogotá.
- Mitchell, B. 2005. Integrated Water Resource Management, institutional arrangements, and land-use planning. Environment and Planning 37:1335-1352.
- Moreno, C. E., 2007. Adopción de tecnologías más limpias en firmas industriales: Un estudio multimétodo sobre el efecto de la aplicación de límites de vertimiento y tasas retributivas en Santander, Colombia. Cuadernos de Administración 20(33): 49-78. Universidad Javeriana, Bogotá.
- Morales, W. y Carmona, I. 2007. Estudio de algunos elementos traza en carbones de la cuenca Cesar-Ranchería, Colombia. Boletín de Ciencias de la Tierra 20:75-88.
- Naciones Unidas, World Water Assessment Programme, 2006. World Water Development Report 2: Water a Shared Responsibility. Paris: United nations Educational, Scientific and Cultural Organization and New York, Berghahn Books.
- NASA, 2000. The intertropical convergence zone. Recuperado el 5 de diciembre de 2012. URL: <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=703>
- Nelson, D. L. y Cox, M., 2004. Lehninger: Principles of Biochemistry. Cuarta edición. W.H. Freeman.
- Oates, W. E., 1993. Pollution Charges as a Source of Public Revenues: Economic Progress and Environmental Concerns. Giersch, H. (ed). Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- Oates, W. E., 1995. Green Taxes: Can We Protect the Environment and Improve the Tax System at the Same Time? Southern Economic Journal 61(4):1915-1922.
- OMS y UNICEF, 2012. Progress on Drinking water and sanitation 2012 Update. Recuperado el 23 de noviembre de 2012. URL: <http://www.unicef.es/actualidad-documentacion/publicaciones/progreso-sobre-el-agua-potable-y-saneamiento-2012-en-ingles>.
- ONU, 2010. Statistical Yearbook. Recuperado el 5 de diciembre de 2012. URL: <http://unstats.un.org.biblioteca.uniandes.edu.co:8080/unsd/syb/>
- Pearce, D. W. y Turner, R. K., 1990. Economics of Natural Resources and the Environment. Harvester Wheatsheaf, Exeter.
- Pérez, V., Ramírez, G. E., Ardila, M., Toro, H y Navarro, Z. M., 2011. Acueductos Comunitarios en la zona rural de Ciudad Bolívar. Defensoría del Pueblo (Delegada para los Derechos Colectivos y del Ambiente). Bogotá, D.C.
- Plazas, C., 2007. Cosmovisión americana y usos ancestrales del agua. En: Colombia ¿Un futuro sin agua? Ecofondo y Foro Nacional Ambiental. Ediciones de abajo, Bogotá.
- PNUD, 2006. Informe sobre Desarrollo Humano 2006. Más allá de la escasez: Poder, pobreza y la crisis mundial del agua. Mundi-Prensa libros, S.A, Madrid.
- PNUD, 2007. Informe de desarrollo humano, La lucha contra el cambio climático: Solidaridad frente a un mundo dividido 2007-2008. LTS Mundo y TILT Diseño Ltda. Pp.17-210.
- PNUD, 2011. Informe mundial del agua. Recuperado el 5 de diciembre de 2012. URL: www.pnud.org.co/sitio.shtml?x=66634.
- PRICC, 2013. ¿Qué es el PRICC? Recuperado el 4 de marzo de 2013. URL: <http://www.priccregioncapital.org/index.php/el-pricc/el-pricc>
- Echeverry, C. A., y Echeverri, S. I., 2007. Seguimiento a la ordenación de cuencas hidrográficas en Colombia. Informe preventivo. Procuraduría General de la Nación (Procuraduría Delegada para asuntos ambientales y agrarios),
- Reichel-Dolmatoff, G., 1985. Los kogui. Nueva Biblioteca de Cultura, Procultura. Tomo I y II, Bogotá.
- Restrepo, D. I. y Cárdenas, R. E. Descentralización, desarrollo e integración: Crisis del centralismo y nuevos retos para las entidades territoriales. En: Ordenamiento Territorial: Reivindicación de la descentralización para el desarrollo. Comp. Becker, A., Chica, C. y Cárdenas, M. GTZ, FESCOL, p. 44-107.

- Restrepo, R., A., 2011. Visión andina del agua. En: Agua: un patrimonio que circula de mano en mano. Banco de la República. Legis, S.A., Bogotá, pp. 77-93.
- Rodríguez Azuero Asociados S.A. 2003. Informe de Alternativas frente al Contrato 015 de 1994, Bogotá.
- Rodríguez, B., 2004. De la huella ecológica al control territorial mediado por el abasto de alimentos de Bogotá (1970-2002). Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Geografía. Tesis de Grado. Bogotá.
- Rodríguez, M. S., Porras, L., Pérez, A. P., Rodríguez, L. M., Medina, S. C., 2010. Calidad del recurso hídrico de Bogotá (2009-2010). Universidad de los Andes y Secretaría Distrital del Ambiente
- Rudas, G., 2008. Instrumentos económicos en la política del agua en Colombia: Tasas por el uso del agua y tasas retributivas por vertimientos contaminantes. En: Sistema Nacional Ambiental 15 años: Evaluación y perspectivas. Universidad externado de Colombia, Bogotá.
- Rudas, G. 2008. Indicadores fiscales y económicos de la política ambiental en Colombia. Foro Nacional Ambiental, Documento de Políticas Públicas No. 26.
- Rudas, Guillermo. 2010. Quince años de implementación de las inversiones obligatorias en la conservación de las cuencas abastecedoras de acueductos municipales - Artículo 111 de la Ley 99 de 1993, Patrimonio Natural, WWF, The Nature Conservancy y Contraloría General de la República, Bogotá, DC.
- Samuelson y Nordhaus, 1999. Economía. 16 edición, McGraw Hill, 1999.
- Salmana y Jaramillo, 2003. Primera aproximación al debate de cuestiones clave en la relación entre Bogotá y la Sabana. En: Territorio y sociedad: El caso del plan de Ordenamiento Territorial de la ciudad de Bogotá. Ardila, Gerardo (Compilador). Ministerio de Medio Ambiente & Universidad Nacional de Colombia. pp. 235-261. Bogotá, D.C.
- Sánchez, L.D., y Sánchez, A., 2004. Uso eficiente del agua. Ponencias sobre una perspectiva general temática. IRC International Water and Sanitation Centre. CINARA Instituto de Investigación y Desarrollo en Agua Potable, Saneamiento Básico y Conservación del Recurso Hídrico.
- Sánchez-Triana, E., Brandriss, P. y Awe, Y., 2007. El manejo sustentable de los recursos hídricos. En: Prioridades ambientales para la reducción de la pobreza en Colombia: Un análisis ambiental del país para Colombia. Sánchez-Triana, E., Ahmed, K. y Awe, Y. Banco Mundial. Ediciones Mayol.
- SASI Group, 2006. World mapper. University of Sheffield and Mark Newman (University of Michigan). Recuperado el 26 de noviembre de 2012. URL: http://www.worldmapper.org/textindex/text_resources.html
- SDA y Universidad Distrital, 2011. Ajustes ambientales al Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Capital. Alcaldía Mayor de Bogotá.
- Secretaría Distrital de Planeación (SDP), 2011. Bogotá Ciudad de Estadísticas: Población y Desarrollo Urbano: Boletín 23.
- SGCAN, 2008. El Cambio Climático no tiene fronteras: Impacto del Cambio Climático en la Comunidad Andina. Lima: CAN.
- SGCAN, 2009. Atlas de las dinámicas del territorio Andino: Población y bienes expuestos a amenazas naturales. Fenómenos del niño y la niña.
- SGCAN, 2010. El agua de los andes un recurso clave para el desarrollo e integración de la región. Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación, aecid. Dot Print SAC, Perú.
- Sguerra, S., P., Bejarano, O. Rodríguez, J. Blanco, O. Jaramillo y Sanclemente, G., 2011. Corredor de Conservación Chingaza – Sumapaz – Guerrero. Resultados del Diseño y Lineamientos de Acción. Conservación Internacional Colombia y Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá ESP. Bogotá, Colombia.184 pp.
- Shiklomanov, I. A., 1999. World Water Resources and their Use. Unesco. Recuperado el 22 de noviembre de 2012. URL: <http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/shiklomanov/index.shtml>
- Shiklomanov, I. A. y Balonishnikova, J. A., 2003. World water use and water availability: trends, scenarios, consequences. Water Resources Systems Hydrological Risk, Management and Development. Proceedings of symposium HS02b held during IUGG 2003 at Sapporo, July 2003. IAHS No. 281.
- Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES), 2010. Estadísticas Educación Superior. URL:<http://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/w3-article-212400.html>. Recuperado el 8 de Agosto de 2012.
- Sociedad Colombiana de Ingenieros, 2006. Chingaza II y otras inquietudes. Recuperado el 4 de diciembre de 2012. URL: http://www.sci.org.co/index.php?option=com_content&view=article&id=572:chingaza-ii-y-otras-inquietudes&catid=43:inicio&Itemid=114.
- Superintendencia de Servicios Públicos. Sistema Único de Información de Servicios Públicos, 2012. Recuperado el 14 de septiembre de 2012. URL: http://reportes.sui.gov.co/reportes/SUI_ReporteAlcantarillado.htm.
- Taller de Estrategia. 2003. Análisis Financiero del Contrato 015 de 1994, Bogotá.
- UN, 2011. United Nations World Urbanization Prospects report. Documento Recuperado el 18 de marzo de 2013. URL: http://esa.un.org/unpd/wup/unup/index_page2.html.

- UN-Water, 2012. Water Use: Statistics:Graphs and Maps Documento recuperado el 5 de febrero de 2013. URL: http://www.unwater.org/statistics_use.html
- UNEP, 2002. Vital Water Graphics: an Overview of the State of the World's Fresh Marine Waters. Nairobi, Kenya.
- UNEP, 2006. The GEO Data Portal. Recuperado el 7 de diciembre de 2012. URL: <http://geodata.grid.unep.ch>.
- Unión Temporal Posada Mariño y CIA Ltda – Procálculo Prosis S.A, 2004. Propuesta de articulación de los planes de ordenamiento territorial de los municipios del departamento de Cundinamarca y el diseño e implementación y puesta en marcha del Sistema de Información Geográfica Regional. Informe Final Tomo I. Contrato de Consultoría No. DAPC-008 de 2003. Gobernación de Cundinamarca.
- Unión Temporal Hans Wolf & Partner GMBH e Hidrotec, 2001. Informes de operación y mantenimiento de la PTAR Salitre. Bogotá.
- Unión Temporal Saneamiento Río Bogotá y EAB, 2002. Usos y estándares de la calidad del río Bogotá.
- Unión Temporal Saneamiento del Río Bogotá. 2003. Programa de Saneamiento del Río Bogotá. Definición de la Alternativa a Seguir, Bogotá, agosto.
- Universidad de los Andes, 2009. Reflexiones de la Mesa de Expertos: Bogotá-Sabana ¿Gobernabilidad Posible? Foro Nacional Ambiental. Documento de políticas públicas 31. FESCOL, Universidad de los Andes, Fundación Alejandro Ángel Escobar, Fundación Natura, TROPENBOS INTERNATIONAL, ECOFONDO, WWF.
- Universidad de los Andes y Secretaría Distrital del Ambiente, 2010. Calidad del recurso hídrico de Bogotá (2009-2010).
- Universidad del Rosario (Centro de pensamiento en Estrategias Competitivas (CEPEC) e Inteligencia de Negocios, 2011. Ranking de ciudades latinoamericanas para la atracción de inversiones.
- Universidad Nacional de Colombia, 2010. Resultados y análisis de las campañas de monitoreo de la calidad del agua del río Bogotá. En: Modelación dinámica de la calidad del agua del río Bogotá. Contrato Interadministrativo 9-07-26100-1059 de 2008. Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola, Laboratorio de Ensayos Hidráulicos y EAB.
- UNODC, MAVDT, Universidad Nacional (Departamento de Geografía). 2008. Preparándose para el futuro: amenazas, riesgos, vulnerabilidad y adaptación frente al cambio climático.
- Uribe, E., 2005. The Water Treatment Plants of the Bogotá River: Case study, Universidad de los Andes, Documento CEDE 2005-8, Bogotá, enero.
- Valencia, S., 2009. Fotografía, mina La Loma, Cesar. URL: <http://colombia.indymedia.org/news/2009/04/101028.php> Recuperado el 3 de marzo de 2009.
- Vargas, G. 2011. Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial. República de Colombia, Ministerio del Interior y de Justicia. Recuperado el 4 de marzo de 2013. URL: <http://www.mininterior.gov.co/sites/default/files/recursos/CARTILLA%20LEY%20ORGANICA%20DE%20ORDENAMIENTO%20TERRITORIAL.pdf>
- Vogt, K., Gordon, J. C., Wargo, J. P., Vogt, D. J., Asbjornsen, H., Palmiotto, P. A., Clark., H. J. O'Hara., J., Keeton, W. S., Patel-Weynand, T. y Witten, E., 1997. Ecosystems: Balancing Science with Management. Springer, New York.
- Wackernagel, M. y W. Rees, 1996. Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth.
- Water Research Center, 2002. Evaluación Técnica de la PTAR Salitre. Bogotá, agosto.
- Wilson, E. O., 1993. Is Humanity Suicidal? New York Times Magazine, 30 de mayo, p. 27.
- World Resource Institute, 2005. Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Naciones Unidas.
- WWF, Sociedad Zoológica de Londres (ZSL), Red de la Huella Global y la Agencia Espacial Europea (ESA), 2012. Informe Planeta Vivo 2012: Biodiversidad, biocapacidad y propuesta de futuro.
- Younger, P. L. y Wolkersdorfer, C. (ed.), 2004. Mining Impacts on the Fresh Water Environment: Technical and Managerial Guidelines for Catchment Scale Management. En: Mine Water and the Environment. ERMITE-Consortium, Springer-Verlag, S2-S80.

PÁGINAS WEB DE INTERÉS

CAP-NET

<http://www.cap-net-esp.org/>

CINARA (Instituto de Investigación y Desarrollo en Abastecimiento de Agua, Saneamiento Ambiental y Conservación del Recurso Hídrico)

<http://cinara.univalle.edu.co/>

Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA)

<http://www.cra.gov.co/index.shtml>

Comunidad Andina

http://www.comunidadandina.org/public/libro_120.htm

Conagua

<http://www.cna.gob.mx/>

Condesan

<http://www.condesan.org/portal/>

E-water

<http://www.ewater.com.au/>

FAO Water

<http://www.fao.org/nr/water/>

<http://www.fao.org/nr/aquastat>

Global Water Partnership

<http://www.gwp.org/>

IDEAM

<http://www.ideam.gov.co/>

Infoandina

<http://www.infoandina.org/recursos>

Instituto Nacional de Salud (INS)

<http://www.ins.gov.co/sivicap/Paginas/reportes.aspx>

Invemar

<http://www.invemar.org.co/>

IRC (Centro Internacional de agua potable y saneamiento)

<http://www.es.irc.nl/>

IUCN -Water

<http://www.iucn.org/about/work/programmes/water/>

Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible

<http://www.minambiente.gov.co/web/index.html>

<https://www.siac.gov.co/>

NASA

<http://wmp.gsfc.nasa.gov/>

Organización Mundial de la Salud (OMS) Water

http://www.who.int/water_sanitation_health/es/index.html

Ramsar

http://www.ramsar.org/cda/es/ramsar-home/main/ramsar/1_4000_2__

Superintendencia de Servicios Públicos

<http://www.superservicios.gov.co/home/web/guest/inicio>

<http://www.sui.gov.co/SUIWeb/logon.jsp>

UNEP

<http://www.unep.org/environmentalgovernance/>

<http://www.unep.org/gemswater/>

<http://www.unepdhi.org/>

<http://geodata.grid.unep.ch/>

UNESCO

<http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/>

<http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/shiklomanov/index.shtml>

UN-Water

<http://www.unwater.org/>

http://www.unwater.org/statistics_use.html

Water Bucket

<http://waterbucket.ca/>

Water Governance

<http://watergovernance.ca/>

Water Sense

<http://www.epa.gov/watersense/>

Water sustainability Project
<http://poliswaterproject.org/publication/28>

Water Web
<http://www.waterweb.org/>

Water Witness
<http://waterwitness.org/about-us/>

ACRÓNIMOS

CAN	Comunidad Andina.
CEPIS/OPS	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales.
FAO	Food and Agriculture Organization of the (Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura).
GWP	Global Water Partnership (Asociación Mundial del Agua)
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia.
INBO	International Network of Basin Organizations (Red Internacional de Organismos de Cuenca).
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Panel Intergubernamental el Cambio Climático).
ZCIT	La zona de convergencia intertropical.
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
MAVDT	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
NOA	The National Oceanic and Atmospheric Administration.
OMM	La Organización Meteorológica Mundial
OMS	Organización Mundial de la Salud.
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
PRICC	El Plan Regional Integrado de Cambio Climático.

RHB	Región Hídrica del río Bogotá.
SGCAN	Secretaría General de la Comunidad Andina.
TARWR	Total Actual Renewable Water Resources (Total de los Recursos Agua Renovables Actuales).
UAESPNN	Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales.
IUCN	Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza).
UNEP	The United Nations Environment Programme (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente).
UNICEF	The United Nations Children's Fund (Fondo Internacional de Emergencia de Naciones Unidas para la Infancia).
UNODC	United Nations Office on Drugs and Crime (Naciones Unidas: Oficina contra la Droga y el Delito).

// ANEXO 1 //

Caracterización de la RHB

- Cuenca Alta

Variables biofísicas

La Cuenca Alta tiene un área de 4.732 Km². Los municipios que tienen mayor área en la Cuenca Alta son Fómeque con un 10% (488 km²), Junín 7,5% (354 km²) y Guasca 7,3 (346 km²). En la Cuenca Alta predominan el piso térmico frío y páramo. Los mayores porcentajes de área del piso térmico de páramo se registran en los municipios de Guasca (55%), Tausa (40%), Junín (32%), Villapinzón (31%) y Fómeque (26%). En la Cuenca Alta se encuentran los embalses del Sisga, Neusa, Tominé, Chuza, San Rafael y Pantano Redondo. La autoridad ambiental de la Cuenca Alta corresponde a la Corporación Autónoma de Cundinamarca (CAR), excepto los municipios de Guasca, Junín y Fómeque que pertenecen a la jurisdicción de Corpoguavio; Choachí a Corporinoquía y El Calvario y San Juanito a Cormacarena. La mayoría de los municipios tienen áreas protegidas que se caracterizan por proteger ecosistemas de bosque andino, alto andino y páramo. En la Cuenca Alta se encuentra el Parque Nacional Natural Chingaza que protege un área importante de páramo y bosque alto andino. Los municipios que tienen área en el parque son Fómeque, Guasca y la Calera (Tabla 1).

Variables socioeconómicas

La Cuenca Alta está conformada por 25 municipios. En el 2013 el Dane estima una población de casi 639.635 personas. La tasa de crecimiento de la población de la región ha disminuido a través del tiempo. En el periodo 2005-2013 la tasa correspondió al 2%. La mayor población se concentra en los municipios de Chía con casi un 19% (120.719 habitantes); Zipaquirá 18,5% (118.267 habitantes) y Cajicá 8,5% (54.550 habitantes). La población ha tendido a concentrarse en los centros urbanos pasando de un 48% en 1985 a un 59% en el 2013. Los municipios con mayor población urbana son Zipaquirá (88%), Chía (78%), Sopó (64%) y Cajicá (62%) (Tabla 2). El PIB del 2005 de la Cuenca Alta correspondió a 3.871 miles de millones de pesos, el 3,9% del PIB de la RHB. Los municipios que más contribuyeron al PIB de la Cuenca Alta son Zipaquirá (13%), Chía (12,5%), Tenjo (9,7%), Tocancipá (8,2%) y Cajicá

(8%). En la Tabla 3 se muestran las principales actividades económicas de cada municipio. Predominan las actividades agropecuarias, agroindustriales, la industria y la minería. En la Tabla 4 se muestra el porcentaje de población de la Cuenca Alta con Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI). Los municipios con más de un 30% de NBI corresponden a los municipios de Chocontá, Cucunubá y Fómeque.

Municipios	Área	Temperatura Cabeceira	Precipitación media anual (mm)	Piso térmico (%)			Riberas con el Río Bogotá	Río Bogotá Subcuenca	Embalses	AA	Áreas Protegidas	Ecosistemas presentes Áreas Protegidas				
				P	F	C						ZS	BS	BA	BAA	P
Cajicá	49	1,0	14	855	0	100	0	Sí	Frió	0	CAR	0				
Chía	75	1,6	14	445	0	100	0	Sí	Frió	0	CAR	0				
Choachí	215	4,5	18	1.250	0	17	38	45	No	Alto	0	CO	PNN Chingaza, RFP	X		X
Chocontá	298	6,3	13	932	16	85	0	Sí	Alto, Siga	Sisga	CAR	DML				
Cogua	132	2,8	14	979	25	75	0	No	Alto	Neusa	CAR	DML, RFPP			X	X
Cota	53	1,1	14	744	0	100	0	Sí	Chicú	0	CAR	TF				
Cucunubá	108	2,3	14	674	0	100	0	No	Alto	0	CAR	DML	X			
El Calvario	271	5,7	17	2.174	24	35	25	16	No	Alto	0	CM	PNN Chingaza	X		X
Fómeque	488	10,3	18	3.000	26	74	0	No	Alto	Chuza	CG	PNN Chingaza, RFP	X		X	X
Gachancipá	43	0,9	14	763	0	100	0	Sí	Alto	0	CAR	0				
Guasca	346	7,3	13	1.720	55	45	0	No	R. Teusacá,	0	CG	PNN Chingaza, RFPP		X	X	
Guatavita	247	5,2	13	702	14	56	0	No	Tominé	Tominé	CAR	RH, RFP	X	X	X	
Junín	354	7,5	16	3.250	32	63	5	0	No	E. Tominé	0	CG	PNN Chingaza, RFP	X	X	X
La Calera	322	6,8	14	740	0	100	0	No	Alto, Teusacá	San Rafael	CAR	PNN Chingaza, RFP	X	X	X	X

Tabla 1. Variables Biofísicas de la Cuenca Alta.

Fuente: Instituto Quinaxi y CAR (2001), PGAR (2001-2010) Componentes estructurales.

Piso térmico: P: Páramo, F: Frío, T: Templado, C: Cálido;

Autoridad Ambiental (AA): CAR: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca; CM: Cormacarena; CG: Copoguavio; CO: Corporinoquía.

Áreas protegidas: RFP: Reserva Forestal Protectora, RFPP: Reserva Forestal Protectora-Productora, DML: Distrito de Manejo Integral, DME: Distrito de Manejo Especial, BP: Bosque protector, TF: Territorio Faunístico;

Ecosistemas presentes Áreas Protegidas: H: Humedal, ZS: Zona Semiárida BS: Bosque Subandino, BA: Bosque Andino, BAA: Bosque Alto Andino, P: Páramo.

Municipio	Área Km ²	% %	Temperatura Cabeecera °C	Precipitación media anual (mm)			Piso térmico (%)			Ribera con el río Bogotá Subcuenca	Emballes	AA	Ecosistemas presentes Áreas Protegidas						
				P	F	T	C	Alto	Sí				0	CAR	0	H	ZS	BS	BA
Nemocón	101	2,1	14	639	0	100	0	0	No	Neusa	0	CM	PNN Chingaza	X	X	X	X	X	X
San Juanito	244	5,2	14	10	90	14	0	No	Sí	Alto	0	Tominé	CAR	RFPP		X	X	X	X
Sesquilé	142	3,0	13	910	0	100	0	0	Sí	Teusacá	0	CAR	RFPP						
Sopó	11	0,2	14	918	11	89	0	0	Sí	Alto	0	CAR	0						
Suesca	175	3,7	14	646	0	100	0	0	No	Chicú, Frío	0	CAR	0						
Tabio	74	1,6	14	865	40	60	0	0	No	Neusa	Neusa	CAR	DMI	X			X	X	X
Tausa	203	4,3	12	775	0	100	0	0	No	Neusa	0	CAR	DML				X	X	X
Tenjo	114	2,4	14	775	2	98	0	0	No	Chicú	0	CAR	0				X	X	X
Tocancipá	247	5,2	14	1.050	31	69	0	0	Sí	Sector Sisga Tibitoc	0	CAR	0						
Villapinzón	226	4,8	13	678	20	80	0	0	Sí	Alto	0	CAR	RFP	X			X	X	X
Zipaquirá	194	4,1	14	1.201					Sí	Frio, negro, Pantano Neusa	CAR	RFP, DMI	X				X	X	X
Total	4.732																		

Tabla 1. Variables Biofísicas de la Cuenca Alta.

Fuente: Instituto Quinaxi y CAR (2001). PGAR (2001-2010) Componentes estructurales.

Municipios	Población Total				Urbana				Rural				Tasa de Crecimiento			
	1985	1993	2005	2013	(%) 2013	(%) 1985	(%) 2005	(%) 2013	(%) 1985	(%) 1993	(%) 2005	(%) 2013	(%) 1985-1993	(%) 1993-2005	(%) 2005-2013	
Cajicá	23.618	31.316	45.391	54.550	8,2	50,5	53,3	59,7	62,4	49,5	46,7	40,3	37,6	35,5	31	2,3
Chía	38.862	55.741	97.907	120.719	18,2	65,5	76,1	75,4	78,0	34,3	23,9	24,6	22,0	4,5	4,7	2,6
Choachi	12.740	11.654	11.165	10.826	1,6	27,7	26,1	30,9	33,2	72,3	73,8	69,1	66,8	-1,2	-0,3	-0,4
Choconá	16.947	15.320	19.512	23.999	3,6	38,6	36,1	47,3	50,5	61,4	63,9	52,7	49,5	-1,3	2,0	2,6
Cogua	12.632	13.390	18.276	21.517	3,2	25,9	25,4	29,3	30,8	74,1	74,6	70,7	69,2	0,7	2,6	2,0
Cota	9.305	12.187	19.909	23.517	3,6	39,5	44,1	54,2	57,2	60,5	55,9	45,8	42,8	3,4	4,1	2,3
Cucunubá	6.575	7.719	7.013	7.397	1,1	16,7	11,7	16,5	18,1	83,3	88,3	83,5	81,9	2,0	-0,8	0,7
EL Calvario	3.115	2.773	2.288	2.256	0,3	10,8	13,9	32,9	35,8	89,2	86,1	67,1	64,2	-1,5	-1,6	-0,2
Fomeque	14.170	14.723	12.157	12.200	1,8	20,4	18,3	33,7	38,3	79,6	81,7	66,3	61,7	0,5	-1,6	0,0
Gachancipá	4.386	5.994	10.886	13.678	2,1	33,5	40,0	54,0	57,5	66,5	60,0	46,0	42,5	3,9	5,0	2,9
Guasca	12.452	9.960	12.442	14.283	2,2	17,3	25,6	32,3	34,8	82,7	74,4	67,7	65,2	-2,8	1,9	1,7
Guatavita	5.545	6.261	6.685	6.857	1,0	23,8	22,0	26,5	28,1	76,2	78,1	73,5	71,9	1,5	0,5	0,3
Junín	10.709	10.125	8.448	8.566	1,3	9,2	6,1	9,7	11,3	90,8	93,9	90,3	88,7	-0,7	-1,5	0,2
La Calera	17.263	19.383	23.768	26.810	4,0	30,7	32,9	40,1	42,6	69,3	67,1	59,9	57,4	1,4	1,7	1,5
Nemocón	7.625	9.127	11.303	13.050	2,0	48,5	42,7	44,1	42,5	51,5	57,3	55,9	57,5	2,2	1,8	1,8
San Juanito	1.917	1.582	1.864	2.105	0,3	18,9	24,2	33,4	36,8	81,1	75,8	66,6	63,2	-2,4	1,4	1,5
Sesquilé	5.940	7.075	9.817	13.023	2,0	23,1	23,9	24,1	24,8	76,9	76,1	75,9	75,2	2,2	2,7	3,5
Sopó	9.940	12.327	21.223	25.611	3,9	38,1	48,5	60,5	63,7	61,2	51,5	39,5	36,3	3,3	4,5	2,3
Suesca	9.804	11.132	14.242	16.658	2,5	25,0	32,1	44,9	49,1	75,0	67,9	55,1	50,9	1,5	2,1	2,0
Tabio	9.034	10.654	20.850	25.757	3,9	34,5	29,0	44,5	48,2	65,5	71,0	55,5	51,8	2,1	5,6	2,6
Tausa	6.763	6.560	7.715	8.589	1,3	7,4	6,9	10,3	11,8	92,6	93,1	89,7	88,2	-0,4	1,4	1,3
Tenjo	11.676	16.169	18.466	19.612	3,0	23,4	17,5	42,7	46,9	82,5	57,3	53,1	41,1	1,1	0,8	
Tocancipá	8.814	14.328	24.154	30.326	4,6	38,5	38,6	39,8	42,2	61,5	61,4	60,2	57,8	6,1	4,4	2,8
Villapinzón	14.987	14.293	16.573	19.082	2,9	27,6	30,5	32,3	33,0	72,4	69,5	67,7	67,0	-0,6	1,2	1,8
Zipaquirá	60.202	75.166	101.562	118.267	17,8	83,9	87,4	87,2	86,1	12,6	12,8	12,4	2,8	2,5	1,9	2,0
TOTAL	334.640	394.870	543.61	639.635	96,4	43,6	48,4	56,4	59,0	43,6	41,0	2,1	2,7			

Tabla 2. Población y tasas de crecimiento de la Cuenca Alta.

Fuente: Dane

Municipios	PIB (miles de millones de pesos) 2005	% (PIB) 2005	Actividades económicas						
			AP	AI	T	I	M	EX	TR
Cajicá	311,3	8,0	X		X	X	X		
Chía	482,9	12,5		X				X	
Choachí	63,9	1,7	X	X					
Chocontá	89	2,3	X			X	X	X	X
Cogua	79,8	2,1	X	X	X	X	X		
Cota	202,3	5,2				X			
Cucunubá	53,3	1,4	X	X			X		
El Calvario *	-	-	X						
Fómeque	74,4	1,9	X						
Gachancipá	77,1	2,0							
Guasca	94,1	2,4	X	X					
Guatavita	51,5	1,3	X	X			X		
Junín	32,7	0,8	X						
La Calera	132,4	3,4	X				X	X	
Nemocón	98	2,5	X	X		X	X	X	
San Juanito	-	-	X						
Sesquilé	80,2	2,1	X						
Sopó	328,3	8,5	X	X		X	X	X	
Suesca	140,9	3,6	X	X					
Tabio	90,6	2,3	X				X		
Tausa	80,2	2,1	X			X			
Tenjo	376,1	9,7	X						
Tocancipá	316,2	8,2	X			X	X		
Villapinzón	107,2	2,8	X	X		X			
Zipaquirá	509	13,1	X			X	X	X	
TOTAL	3.871,4	100							

Tabla 3. PIB y actividades económicas de la Cuenca Alta.

Fuentes: Instituto Quinaxi y CAR (2001). PGAR (2001-2010) Componentes estructurales. PIB: Gobernación de Cundinamarca.* Sin datos.

URL: http://www.planeacion.cundinamarca.gov.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/pib%20municipal%20cundinamarca_2005.pdf

Actividades económicas: AP: Agropecuario, AI: Agroindustrial, T: Turismo, I: Industrial, M: Minería, EX: Explotación forestal y TR: Transporte.

Municipio	% NIB	
	1993	2005
Cajicá	24,1	12,7
Chía	16,9	7,1
Chocontá	37,1	40,0
Cogua	23,6	13,2
Cota	21,6	13,9
Cucunubá	36,2	40,7
Fómeque	35,4	30,4
Gachancipá	29,0	21,0
Guasca	27,7	18,5
Guatavita	30,8	22,9
La Calera	21,1	13,4
Nemocón	35,0	17,2
Sesquilé	17,6	16,6
Sopó	19,4	8,9
Suesca	30,1	23,6
Tabio	21,4	12,4
Tausa	44,6	25,5
Tenjo	20,4	16,2
Tocancipá	28,2	20,0
Villapinzón	31,5	25,9
Zipaquirá	19,4	13,0
Total	20,5	15,0

Tabla 4. Porcentaje de población con NBI en la Cuenca Alta.

Fuente: Dane

Agua potable y saneamiento

De acuerdo con las encuestas municipales del Sisbén, en el año 2008, la cobertura de acueducto en los municipios de la Cuenca Alta era en promedio el 97% en el área urbana y el 72% en al área rural. Gachancipá es el municipio que menor cobertura tiene de este servicio (72,4% urbana y 62,6% rural). Un caso especial es el del municipio de La Calera que aparece según la base de datos solamente con un 3,5% de cobertura de acueducto rural (Gobernación de Cundinamarca, 2010). El promedio de cobertura de alcantarillado fue del 91% urbano y un 26% rural (Ver Tabla 5).

La calidad de agua potable que consumen los municipios es monitoreada por el Instituto Nacional de Salud que analiza muestras cada mes y asigna un puntaje (índice IRCA) para valorar el estado del agua (Ver Tabla 6). De acuerdo con las muestras analizadas durante el periodo Enero-Abril del 2012, el 48% de los municipios presentaron agua “Sin Riesgo”, es decir, que es apta para el consumo humano (Ver Tabla 5). También se registran municipios con una calidad media que debe ser corregida por la entidad prestadora porque no es apta para su consumo: sobresalen los municipios de Guatavita, Suesca, Tabio, Junín y Fómeque. Estos dos municipios paradójicamente generan el abastecimiento del 70% del consumo de Bogotá, agua que se caracteriza por ser la de mejor calidad de la región. Otro dato importante es que sólo a partir del año 2010 comenzó a funcionar la planta de tratamiento de agua para el municipio de Fómeque que al parecer no logra obtener los estándares de calidad requeridos para su consumo. Otros municipios que presentan el riesgo más alto de consumo humano son los municipios de El Calvario y San Juanito municipios a los que se captan aguas para el embalse de Chuza. Estos hechos evidencian las profundas inequidades en la gobernanza del agua de la RHB.

En la Tabla 7 se muestra la descripción de las plantas de potabilización de los municipios en la Cuenca Alta. Los municipios que no tienen plantas de potabilización son Sopó, Cajicá, Chía y Gachancipá, municipios que son abastecidos por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. La mayoría de los municipios tienen plantas de tratamiento primario de agua residuales excepto los municipios de Tausa y Villapinzón (Tabla 8).

Municipios	Cobertura Acueducto 2008		Cobertura Alcantarillado 2008		IRCA 2012 (Enero-Abril)	IRCA 2012			
	Urbana	Rural	Urbana	Rural		A	M	B	S
Cajicá	99,5	97,0	99,2	90,1	0,0				X
Chía	99,6	96,1	99,3	71,5	0,0				X
Choachí	99,6	51	96,9	1,5	13,8			X	
Chocontá	99,2	56,7	98,8	0,7	4,2				X
Cogua	99,2	86,6	98,8	32,6	12,6				X
Cota	97,9	84,5	95,2	55,7	1,4	X			
Cucunubá	98,9	66,4	97,1	0,5	0,0		X		
El Calvario *	90,0	66,0	80,8	-	44,4				
Fómeque	99,3	66,6	98,2	3,6	30,0				X
Gachancipá	72,4	62,6	72,0	34,3	3,0		X		
Guasca	98,9	71,2	96,7	6,9	7,2				
Guatavita	98,7	52,3	97,7	4,1	27,6	X			
Junín	96,7	31,1	90,1	0,02	34,1				X
La Calera	93,4	3,5	93,1	6,9	3,2		X		
Nemocón	95,6	61,4	92,5	8,8	6,7	X			
San Juanito	100	100	20,0	0	51				
Sesquilé	99,6	81,4	99,4	18,4	0,0				X
Sopó	99,8	95,0	99,2	52,5	0,4				X
Suesca	98,7	81,8	96,2	20,8	22,8	X			
Tabio	98,6	87,3	97,4	45,6	26,1	X			
Tausa	95,4	59,4	92,9	6,9	3,1				X
Tenjo	99,7	91,7	98,3	29,1	5,6		X		
Tocancipá	99,6	97,1	98,1	75,1	6,7				X
Villapinzón	98,5	68,5	95,6	1,8	5,0				X
Zipaquirá	93,8	82,1	91,5	56,3	1,8				X

Tabla 5. Cobertura de servicios de acueducto y alcantarillado e índice de calidad de agua potable en la Cuenca Alta.

Fuentes: Gobernación de Cundinamarca. 2010. Estadísticas de Cundinamarca 2010.

Bases municipales del Sisbén.2010. Instituto Nacional de Salud.

URL: <http://www.ins.gov.co/sivicap/Paginas/reportes.aspx>

*IRCA: Febrero - Noviembre 2009.

**IRCA: Febrero - Noviembre 2010.

IRCA: Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano		
Nivel de Riesgo	Acciones	Clasificación IRCA (%)
I: Inviable sanitariamente	Agua no apta para el consumo humano	80,1-100
	Competencia persona prestadora, alcaldes, gobernadores y entidades de orden nacional.	
A: Alto	Agua no apta para el consumo humano	35,1- 80
	Competencia alcaldes y gobernadores	
M: Medio	Agua no apta para el consumo humano	14,1- 35
	Competencia persona prestadora	
B: Bajo	Agua no apta para el consumo humano	5,1- 14
	Susceptible a mejoramiento	
S: Sin Riesgo	Agua apta para el consumo humano	0-5
	Continuar vigilancia	

Tabla 6. Clasificación del Índice de Riesgo de la Calidad del agua para consumo humano (IRCA).

Fuente: Resolución No 2115. 22 junio 2007. Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.

Municipio	En operación	Capacidad instalada (l/s)	Capacidad utilizada (l/s)
Cajicá	N		
Chía	N		
Choachí	N		
Chocontá	S	37	30
	S	2	2
	N	2	0
	N	2	0
	S	350	320
	S	4	3
Cogua	S	6	3
	S	5	5
	S	10	10
Cota	S	5	6
Cucunuba	S	6	4
El Calvario	N		
Fómeque	S	50.000	50.000
Gachancipá	N		
Guasca	S	—	—
Guatavita	S	19	12
Junín	1		
La Calera (Wiesner)	S	14.000	0,7
Nemocón	S	—	—
San Juanito	N		
Sesquilé	S	10	4,5
	S	12	7,0
Sopó	N		
Suesca	S	15	18,0
Tabio	S	25	15,0
	S	5	2
	S	3	—
	S	20	
Tausa	S	25	15
	S	25	15
Tenjo	S	80	50
Tocaima	S	12.000	51,5
Tocancipá (Tibitoc)	S	18	15
Villapinzón	S	180	180
Zipaquirá	S	5	5
	S	100	60
	S	10	
	S		

Tabla 7. Descripción de plantas de potabilización de agua en los municipios de la Cuenca Alta.

Fuentes: Superintendencia de Servicios públicos. SUI (Sistema único de información). Instituto Quinaxi y CAR (2001). PGAR (2001-2010). Componentes estructurales.

S= En funcionamiento N= No tiene planta o no está en funcionamiento.

—: Sin información

Municipio	No. Ptar	Capacidad instalada L/s	Caudal medio entrada L/s	Tipo de tratamiento
Cajicá	1	115	43,7	Laguna de estabilización
Chía	1	100	58,6	Laguna de estabilización
Choachí	0			
Chocontá	1	50	41,8	Laguna de estabilización
Cogua	1	16	31	Laguna de estabilización
Cota	1	5	0	Tratamiento primario
Cucunubá	1	4	2	Laguna de estabilización
El Calvario	0			
Fómeque	1	15	12,5	UASB
Gachancipá	1	20	24,1	Lagunas facultativas
Guasca	1	6	—	
Guatavita	1	12	5	Zanjones de oxidación
Junín	0			
La Calera	1	32	34,9	Lodos activados
Nemocón	1	15	5	Zanjones de oxidación
San Juanito	0			
Sesquilé	1	6	3	Laguna de estabilización
Sopó	1	20	16	Laguna de estabilización
Suesca	1	18	16,2	Laguna de estabilización
Tabio	1	21,8	24,7	Laguna de estabilización
Tausa	0			Tratamientos preliminares
Tenjo	1	10,6	17	Reactores anaeróbicos
Tocancipá	1	70	37,4	Laguna de estabilización
Villapinzón	0			
Zipaquirá	1	32	64	Laguna de estabilización
	1	198	83	Filtros percoladores
TOTAL	20			

Tabla 8. Descripción de plantas de tratamiento de agua (PTARs) en los municipios de la Cuenca Alta.

Fuentes: Instituto Quinaxi y CAR (2001). PGAR (2001-2010) Componentes estructurales. Superintendencia de Servicios Públicos, 2009. Sistemas de Alcantarillado en Colombia. Visión del Servicio Público. Superintendencia de Servicios Públicos. SUI (Sistema único de Información).

*Guasca: ¿en construcción sin operación?

—: Sin información

Impactos sobre el agua

En el 2001 el Instituto Quinaxi y la CAR en el Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR) realizaron un análisis de los impactos sobre el agua en los municipios de la jurisdicción de la CAR y seleccionaron siete impactos negativos sobre los recursos hídricos (Tabla 8). Todos los municipios tienen un alto impacto negativo sobre el agua. Los municipios que presentan un valor alto en la magnitud de impactos fueron Chía, Chocontá, Cogua, Cota, Nemocón, Suesca, Tabio, Tausa, Tenjo, Tocancipá, Villapinzón y Zipaquirá. En términos de calidad de agua, los municipios con aportes altos de sedimentos fueron: Chocontá, Cogua, Cucunubá, Guasca, Guatavita, Nemocón, Suesca, Tausa, Tocancipá y Zipaquirá. Con alta contaminación química se encuentran los municipios de Calera, Nemocón, Sesquilé, Tausa y Villapinzón. Sobresalen los municipios de Chía, Chocontá, Cogua, Gachancipá, La Calera, Tenjo, Nemocón, Villapinzón y Zipaquirá con contaminación hídrica por materia orgánica.

	1*	2	3	4	5	6	7
Cajicá	1	1	1	2	1	2	1
Chía	2	2	1	2	2	4	3
Choachí	4	2	0	0	2	3	1
Cogua	3	3	2	2	2	3	2
Cota	2	1	4	2	2	2	2
Cucunubá	1	3	2	1	2	2	1
El Calvario	4	1	0	0	2	3	1
Fómeque	4	1	0	0	1	1	1
Gachancipá	3	2	2	1	1	3	1
Guasca	1	4	1	1	2	2	2
Guatavita	1	4	1	1	2	2	2
Junín	4	2	0	0	2	3	1
La Calera	3	2	1	1	3	3	1
Nemocón	3	3	3	2	3	3	2
San Juanito	4	2	0	0	2	3	1
Sesquilé	2	1	1	3	3	2	1
Sopó	2	1	1	1	2	3	1
Suesca	4	3	2	2	2	2	2
Tabio	3	2	2	2	2	2	2
Tausa	4	3	2	1	3	2	2
Tenjo	4	1	4	3	1	3	1
Tocancipá	2	4	1	2	2	2	1
Villapinzón	2	2	1	2	4	4	2
Zipaquirá	2	3	2	2	2	4	3
Magnitud de los impactos							
MUY ALTO							4
ALTO							3
MEDIO							2
BAJO							1
NULO							0

ID*	Impactos Recursos Hídricos
1	Alteración de caudales y cursos de agua
2	Aporte de sedimentos a los cuerpos de agua
3	Cambio del nivel de la tabla de agua
4	Contaminación de acuíferos
5	Contaminación hídrica por agentes químicos
6	Contaminación hídrica por descarga de materia orgánica
7	Contaminación hídrica por residuos sólidos

Tabla 9. Impactos sobre el agua en la Cuenca Alta.

Fuente: Instituto Quinaxi y CAR (2001). PGAR (2001-2010) Componentes estructurales.

• Cuenca Media

Variables biofísicas

La Cuenca Media tiene un área de 2.683 Km². El Distrito Capital ocupa la mayor área en la Cuenca Media con el 61% (1.636,6 km²). En la Cuenca Media predominan el piso térmico frío y páramo. Las mayores áreas del piso térmico de páramo se registran en los municipios de Subachoque (49%), Une (43%), Chipaque (33%) y Soacha (27%). En la Cuenca Media se encuentran los embalses de Chisacá y La Regadera para el abastecimiento de agua y el embalse del Muña para la generación de energía. La autoridad ambiental de la Cuenca Media es la Corporación Autónoma de Cundinamarca (CAR) y Bogotá. D.C. también pertenece a la jurisdicción de la Secretaría Distrital del Medio Ambiente. Los municipios de Chipaque, Ubaque y Une son jurisdicción de Corporinoquía. La mayoría de los municipios tienen áreas protegidas de bosque andino, alto andino y páramo. En el área sur de Bogotá se encuentra el Parque Nacional Natural Sumapaz (Tabla 10).

Variables socioeconómicas

En la Cuenca Media se ubican 11 municipios y el Distrito Capital que corresponden al 90% de la población de la RHB. En el 2013 el Dane estima una población de casi 8'611.094 habitantes. En el período 2005-2013 la tasa de crecimiento correspondió al 1,5%. En el 2013 la población se concentró en el Distrito Capital con casi un 90% (7'674.366 habitantes); en menor grado Soacha 6% (488.995 habitantes) y Facatativá 1,5% (127.226 habitantes). La población se concentra en los centros urbanos en un 99%. Los municipios con mayor población rural son: Subachoque (62%), Sibaté (32%) y El Rosal (29%) (Tabla 11). El PIB del 2005 de la Cuenca Media correspondió a 94.406 miles de millones de pesos, casi el 95% del PIB de la RHB. En el 2005 Bogotá contribuyó al PIB de la Cuenca Media con el 94% y en segundo lugar Soacha con el 2,4%. En la Tabla 12 se muestran las principales actividades económicas de cada municipio. Predominan las actividades agropecuarias, agroindustriales, la industria y el transporte. En el caso de Bogotá y Soacha las actividades comerciales y de servicios se constituyen como el renglón más importante de la economía. De acuerdo con lo anterior es evidente que la capital de país tiene una presencia dominante en la RHB, en el Anexo 3 se analiza con más detalle esta situación. En la Tabla 13 se indica el porcentaje de población con Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) en la Cuenca Media, los municipios con más de un 15% de NBI corresponden a los municipios de Soacha, Sibaté y El Rosal.

Municipio	Área		Temperatura Cabeecera °C	Precipitación media anual (mm)	Piso térmico (%)			Riberas con el río Bogotá	Río Bogotá Subcuenca	Embalses	AA Áreas Protegidas	Ecosistemas presentes Áreas Protegidas
	Km ²	%			P	F	T					
Bogotá D.C.	1.636,6	52,2	14	250,6	22	78	0	Sí	Medio	Chisacá, La Regadera	SDA, PNN Sunapaz, RFP, DME	X X X
Chipaque	139,4	4,4	14	815	33	53	14	0	No	Balsillas	0	CO
El Rosal	86,6	2,8	13	841,0	2	99	0	0	No	Balsillas	0	CAR 0
Facatativá	155,7	5,0	14	1.044,2	0	100	0	0	No	Balsillas	0	CAR DMI
Funza	67,6	2,2	14	708,6	0	100	0	0	Sí	Balsillas	0	CAR TF
Madrid	116,9	3,7	14	514,9	0	100	0	0	No	Balsillas	0	CAR
Mosquera	102,0	3,3	14	841,0	0	100	0	0	Sí	Balsillas	0	CAR TF
Sibaté	126,9	4,0	14	665,7	24	76	0	0	Sí	Muña	0	X X X
Soacha	181,7	5,8	14	759,4	27	73	0	0	Sí	Soacha, Balsillas	RFP	X X X
Subachoque	208,9	6,7	13	855,5	49	51	0	0	No	Frió Pantano de Arce	RFP, DMI	X X X
Ubaté	105	3,3	18	1.251	22	63	15	0	No	Media	0	CO
Une	208,7	6,7	16	1.019,7	43	49	8	0	No	Media	0	CO
Total	3.136	100										

Tabla 10. Variables biofísicas de la Cuenca Media.

Fuente: Instituto Quinaxi y CAR (2001). PGAR (2001-2010) Componentes estructurales.

Piso térmico: P: Páramo, F: Frío, T: Templado, C: Cálido;**Autoridad Ambiental (AA):** CAR: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca; CM: Cormacarena; CG: Corpoguavio; CO: Corporación Distrital de Ambiente.**Áreas protegidas:** RFP: Reserva Forestal Protectora, RFPP: Reserva Forestal Protectora Productora, DMI: Distrito de Manejo Integral, DME: Distrito de Manejo Especial, BP: Bosque protector, TF: Territorio Faunístico;**Ecosistemas presentes Áreas Protegidas:** H: Humedal, ZS: Zona Semialta, BS: Bosque Subandino, BA: Bosque Alto Andino, PA: Páramo.

*Distrito Capital.

Municipios	Población Total												Urbanas				Rural				Tasa de crecimiento			
	1985	1993	2005	2013	(%)	1985	1993	2005	(%)	1985	1993	2005	(%)	1985	1993	2005	(%)	1985-1993	1993-2005	2005-2013				
Bogotá D.C.	4.225.649	5.413.484	6.840.116	7.674.366	89,1	99,8	99,7	99,8	99,8	99,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	3,1	1,9	1,4	0,0	2,5		
Chipaque	9.556	8.383	8.395	8.399	0,1	24,1	24,6	27,9	29,8	75,9	75,4	72,1	70,2	1,6	0,0	0,0	0,0	28,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
El Rosal	0	0	13.502	16.486	0,2	0,0	0,0	0,0	68,1	71,1	0,0	0,0	0,0	31,9	31,9	28,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	
Facatativá	55.324	75.711	107.463	127.226	1,5	84,7	86,7	89,0	90,1	15,3	13,3	11,0	9,9	3,9	3,9	3,9	3,9	2,9	2,9	2,1	2,1			
Funza	31.366	41.119	61.391	72.562	0,8	88,9	91,3	93,0	93,6	11,1	8,7	7,0	6,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,3	3,3	2,1	2,1			
Madrid	33.795	42.584	62.436	74.600	0,9	82,6	84,4	86,3	86,9	17,4	15,6	13,7	13,1	2,9	2,9	2,9	2,9	3,2	3,2	2,2	2,2			
Mosquera	16.505	22.259	63.237	78.658	0,9	79,6	86,4	94,7	95,6	20,4	13,6	5,3	4,4	3,7	3,7	3,7	3,7	8,7	8,7	2,7	2,7			
Sibaté	21.802	22.849	31.675	37.030	0,4	70,5	66,4	66,9	67,4	29,5	33,6	33,1	32,6	0,6	0,6	0,6	0,6	2,7	2,7	2,0	2,0			
Soacha	132.758	254.625	401.996	488.995	5,7	92,5	94,6	98,6	98,8	7,5	5,4	1,4	1,2	8,1	8,1	8,1	8,1	3,8	3,8	2,4	2,4			
Subachoque	18.559	22.558	13.041	15.487	0,2	13,5	15,4	38,3	37,7	86,5	84,6	61,7	62,3	2,4	2,4	2,4	2,4	4,6	4,6	2,1	2,1			
Ubaté	7.895	7.380	6.879	6.312	0,1	10,7	10,8	12,6	13,9	89,3	89,2	87,4	86,1	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6	1,1	1,1			
Une	7.012	6.557	8.014	8.956	0,1	37,1	40,0	46,4	49,2	62,9	60,0	53,6	50,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,7	1,7	1,4	1,4			
Total	4.562.206	5.919.493	7.620.150	8.611.094	100	98,2	98,4	98,8	98,9	1,8	1,6	1,2	1,1	3,3	3,3	3,3	3,3	2,1	2,1	1,5	1,5			

Tabla 11. Población y tasas de crecimiento de la Cuenca Media.

Fuente: Dane

*Distrito Capital

Municipio	PIB (miles de millones de pesos)	% PIB	Actividades económicas						
			AP	AI	T	I	M	EX	TR
Bogotá D.C	88.871,0	94,14						X	
Chipaque	41,8	0,04	X						
El Rosal	58,6	0,06	X			X			
Facatativá	657,0	0,70	X	X					
Funza	519,9	0,55	X	X	X	X		X	X
Madrid	859,6	0,91	X		X	X	X		X
Mosquera	476,7	0,50	X	X		X			X
Sibaté	247,2	0,26	X	X		X			
Soacha	2.315,5	2,45	X	X			X		X
Subachoque	271,4	0,29	X	X		X	X		
Ubate	45,7	0,05	X	X	X				
Une	41,9	0,04	X						
Total	94.406,3	100							

Tabla 12. PIB y actividades económicas de la Cuenca Media.

Actividades económicas: AP: Agropecuario, AI: Agroindustrial, T: Turismo, I: Industrial, M: Minería, EX: Explotación forestal y TR: Transporte.

Fuentes: Instituto Quinaxi y CAR (2001). PGAR (2001-2010) Componentes estructurales. PIB: Gobernación de Cundinamarca.

URL:http://www.planeacion.cundinamarca.gov.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/pib%20municipal%20cundinamarca_2005.pdf

*Distrito Capital.

Municipios	NIB	
	1993	2005
Bogotá D.C*	17,3	9,2
El Rosal		24,7
Facatativá	21,7	13,1
Funza	26,2	13,4
Madrid	27,0	13,6
Mosquera	40,3	11,1
Sibaté	27,2	16,7
Soacha	27,7	16,2
Subachoque	27,6	14,0
Total (sin Bogotá DC)	26,5	15,0

Tabla 13. Porcentaje de población con NBI en la Cuenca Media.

Fuente: Dane *Distrito Capital.

Agua potable y saneamiento

De acuerdo con las bases municipales de la encuesta del Sisbén en el año 2008, la cobertura de acueducto en los municipios de la Cuenca Media era en promedio 89% en el área urbana y 47% en al área rural. Facatativá (54.8%) y el Rosal (57,1%) son los municipios que tienen menor cobertura de acueducto urbano. En la zona rural la menor

cobertura se ubicó en los municipios de Chipaque (27%), Facatativá (22,4%), Mosquera (30,8%), Soacha (30,9%) y Funza (33,8%). El promedio de cobertura de alcantarillado fue del 88% urbano y un 20,4% rural. Nuevamente Facatativá y el Rosal tienen los menores valores de cobertura en este caso de alcantarillado urbano, 54% y 57% respectivamente (Ver Tabla 14).

En la Tabla 14 se muestra la calidad de agua potable que consumen los municipios de acuerdo con el índice IRCA en el periodo Enero-Abril del 2012. El 58% de los municipios presentan agua Sin Riesgo, es decir es apta para el consumo humano. También se registran municipios con una calidad media que debe ser corregida por la entidad prestadora debido a que no es apta para el consumo como Sibaté y una calidad baja para el municipio de Subachoque. El servicio urbano de agua de Bogotá es suministrado por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá que ha obtenido índices de calidad de agua Sin Riesgo. Sin embargo, existen asociaciones y otras entidades prestadoras del servicio de agua (aproximadamente 77) que no cumplen con las características que analiza el INS (Instituto Nacional de Salud). En la Tabla 15 se muestra la descripción de las plantas de potabilización de agua en la Cuenca Media. En la Tabla 16 se presentan las características de las PTARs de los municipios de la Cuenca Media.

Municipio	Cobertura Acueducto - 2008		Cobertura Alcantarillado - 2008		IRCA 2012 (Enero - Abril)	IRCA 2012			
	Urbana	Rural	Urbana	Rural		I	M	EX	TR
Bogotá D.C	99,0	99,0	99,0	99,0	12,7			X	
Chipaque	98,2	27,0	27,0	4,3	10,7			X	
El Rosal	57,1	35,9	35,9	9,5	2,1			X	
Facatativá	54,8	22,4	22,4	17,0	0,0			X	
Funza	97,9	33,8	33,8	19,2	1,8			X	
Madrid	95,7	62,6	62,6	16,2	1,0			X	
Mosquera	94,6	30,8	30,8	17,8	2,9			X	
Sibaté	97,7	79,0	79,0	34,0	19,6	X		X	
Soacha	78,0	30,9	30,9	12,8	5,0				
Subachoque	99,1	72,7	72,7	13,1	5,3	X			
Ubate	99,1	43,7	43,7	1,1	8,4		X		
Une	97,8	35,5	35,5	1,1	4,2				

Tabla 14. Cobertura de servicios de acueducto y alcantarillado e índice de calidad de agua potable en la Cuenca Media.

Fuentes: Gobernación de Cundinamarca. 2010. Estadísticas de Cundinamarca 2010. Bases municipales del Sisbén. 2010. Instituto Nacional de Salud. URL:<http://www.ins.gov.co/sivicap/Paginas/reportes.aspx>

*Distrito Capital: IRCA: Enero a marzo 2012.

Municipios	No	Capacidad instalada (l/s)	Capacidad utilizada (l/s)
Bogotá D.C* El Dorado		1.600	356,06
Laguna	3	450	1,28
Yomasa		25	12,16
Chipaque	—		
El Rosal	1	—	
Facatativá	2	280 70	218 30
		30	—
Funza	3	50 5	— 5
Madrid	2	4 4	4 4
		35	28
Mosquera	4	20 10 10	22 — 8
Sibaté	2	45 13	34 —
		12	12
Soacha	4	100 16 120	4 40
Subachoque	1	22	18
Ubate	—		
Une	—		

Tabla 15. Descripción de plantas de potabilización de agua en operación en los municipios de la Cuenca Media.

Fuentes: Superintendencia de Servicios Públicos. SUI (Sistema único de Información). Instituto Quinaxi y CAR (2001). PGAR (2001-2010) Componentes estructurales.

*Distrito Capital.

—: Sin información

Municipios	PTAR	Capacidad instalada L/s	Caudal medio entrada L/s	Tipo de tratamiento
Bogotá D.C*	1	4000	4070	Tratamiento primario avanzado
Chipaque	0			
El Rosal	1	26,4	14,06	Lodos activados
Facatativá	1	187	53	Zanjones de oxidación
Funza	1	240	65,42	Lodos activados
Madrid	1	70	26,7	Laguna de estabilización
Mosquera	1	117	43,6	Laguna de estabilización
Sibaté	0			
Soacha	0			
Subachoque	1	14,6	12,62	Laguna de estabilización
Ubaque	0			
Une	1	6	0	

Tabla 16. Descripción de plantas de tratamiento de agua (PTARs) en los municipios de la Cuenca Media

Fuentes: Instituto Quinaxi y CAR (2001). PGAR (2001-2010) Componentes estructurales. Superintendencia de Servicios Públicos, 2009. Sistemas de Alcantarillado en Colombia. Visión del Servicio Público. Superintendencia de Servicios Públicos. SUI (Sistema único de Información).

*Distrito Capital.

Impactos sobre el agua

Todos los municipios tienen impactos negativos muy altos sobre el agua en las siete características que seleccionó el estudio del Instituto Quinaxi y CAR (2001): alteración de caudales y cursos de agua, aporte de sedimentos a los cuerpos de agua, cambio del nivel de la tabla de agua, contaminación de acuíferos, contaminación hídrica por agentes químicos, descarga de materia orgánica y residuos sólidos. Los puntajes más altos de impactos al recurso hídrico fueron el Distrito Capital y los municipios de Soacha, Sibaté, Madrid y el Rosal (Ver Tabla 17).

Municipios	1*	2	3	4	5	6	7
Bogotá D.C*	4	4	4	4	4	4	4
Chipaque	1	2	0	1	3	3	1
El Rosal	2	2	3	3	4	4	2
Facatativá	4	2	3	2	2	3	1
Funza	2	2	2	3	3	4	1
Madrid	4	3	3	3	3	1	1
Mosquera	3	3	3	3	2	1	2
Sibaté	4	3	3	4	3	4	2
Soacha	4	4	4	4	4	4	2
Subachoque	4	1	3	3	3	2	1
Ubate	1	2	0	1	3	3	1
Une	1	2	0	1	3	3	1

Magnitud de los impactos	
MUY ALTO	4
ALTO	3
MEDIO	2
BAJO	1
NULO	0

ID*	Impactos Recursos Hídricos
1	Alteración de caudales y cursos de agua
2	Aporte de sedimentos a los cuerpos de agua
3	Cambio del nivel de la tabla de agua
4	Contaminación de acuíferos
5	Contaminación hídrica por agentes químicos
6	Contaminación hídrica por descarga de materia orgánica
7	Contaminación hídrica por residuos sólidos

Tabla 17. Impactos sobre el agua en la Cuenca Media.

Fuente: Instituto Quinaxi y CAR (2001). PGAR (2001-2010) Componentes estructurales.

• Cuenca Baja

Variables biofísicas

La Cuenca Baja tiene un área de 1.777 Km². En la Cuenca Baja predomina el piso térmico templado y cálido y en menor grado el frío. La autoridad ambiental de la Cuenca Baja es la Corporación Autónoma de Cundinamarca (CAR). La mayoría de los municipios tienen áreas protegidas que se caracterizan por proteger ecosistemas de humedales, zonas semiáridas, bosque andino, alto andino y páramo (Tabla 18).

Variables socioeconómicas

En la Cuenca Baja se encuentran 17 municipios que corresponden solamente al 3,2% de la población de la RHB. En el 2013 el Dane estima una población de 305.367 habitantes. La tasa de crecimiento de la población de la región ha disminuido a través del tiempo. En el periodo 2005-2013 se registró un crecimiento del 0,7%. Los municipios de Agua de Dios, Anolaima, Cachipay, Quipile y Viotá tienen tasas de crecimiento negativas entre el 2005-2013. La población urbana corresponde al 61% y la rural al 39% de los habitantes. La población se concentra en los municipios de Girardot con un 34% (103.839 habitantes); La Mesa 10% (30.441 habitantes) y El Colegio un 7,1% (21.592 habitantes). La mayor población urbana se concentra en los municipios de Girardot (96,7%), Bojacá (80%) y Agua de Dios (77%). La mayor población rural se encuentra en los municipios de San Antonio de Tequendama (92%), Quipile (92%) y Tena (91%) (Tabla 19). El PIB del 2005 de la Cuenca Baja correspondió a 1.689 miles de millones de pesos, tan solo el 1,7% del PIB de la RHB. Los municipios que más contribuyeron al PIB de la Cuenca Baja fueron Girardot (40%), La Mesa (8%) y El Colegio (7%). En la Tabla 20 se muestran las principales actividades económicas de cada municipio. Predominan las actividades agropecuarias y el turismo. En la Tabla 21 se muestra el porcentaje de población con Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) de la Cuenca Baja. Todos los municipios de la Cuenca Baja presentan un NBI superior al 20%, los municipios con los mayores valores son Quipile (43%), Viotá (38,5%), Apulo (38%), Tocaima (34%) y Zipacón (30.5%).

Municipio	Área Km ²	Temperatura Célebra %	Precipitación media anual (mm)	Piso térmico (%)			Ríos Bogotá Ribera con el río Bogotá	Áreas Protegidas Subcuenca	BP (2)	Ecosistemas presentes Áreas Protegidas			
				P	F	C				H	ZS	BS	BAA
				0	0	80				X			P
Agua de Dios	84,1	4,7	26	1.299,9	0	0	12	88	Sí				
Anapoima	125,4	7,1	25	1.356,5	0	0	23	77	0	Apulo, Calandáima	0		
Anolaima	119,2	6,7	19	1.287,4	0	0	0	100	Sí	Apulo	DMI	X	X
Apulo	118,9	6,7	26	1.356,5	0	0	0	100	Sí	Apulo	0		
Bojacá	102,4	5,8	14	612,8	0	79	21	0	No	Apulo, Balsillas	DMI	X	X
Cachipay	55,1	3,1	22	1.120,8	0	10	90	0	No	Apulo	ND	X	X
El Colegio	116,3	6,5	23	1.142,0	42	37	21	0	Sí	Bajo, Calandáima	DMI, RFPP	X	X
Girardot	126,0	7,1	26	1.204,8	0	0	0	100	Sí	Bajo	0		
Granada	62,74	3,5	11	885,9	0	0	0	100	Sí	Sector Salto Soacha	DMI	X	X
La Mesa	148,5	8,4	20	1.355,8	0	0	35	60	Sí	Medio, Apulo	RFPP, DMI	X	X
Quipile	127,5	7,2	20	1.124,2	0	10	40	50	No	Apulo	0		
Ricaurte	127,2	7,2	27	1.299,9	0	0	0	100	Sí	Bajo	0		
San Antonio de Tequendama	82,8	4,7	20	793,3	0	55	45	0	Sí	Medio	DMI	X	X
Tena	52,7	3,0	21	956,9	0	28	58	14	Sí	Medio, Apulo	RFPP, DMI	X	X
Tocaima	72,9	4,1	26	780,4	0	0	0	100	Sí	Bajo	0		
Viotá	201,2	11,3	25	1.791,9	0	15	35	50	No	Calandáima	DMI, RFPP	X	X
Zipacón	53,9	3,0	14	1.120,5	0	86	14	0	No	Apulo	DMI	X	X
Total	1.777	100											

Tabla 18. Variables biofísicas de la Cuenca Baja.

Fuente: Instituto Quinaxi y CAR (2001). PGAR (2001-2010) Componentes estructurales.

Piso térmico: P: Páramo, F: Frío, T: Templado, C: Cálido;

Autoridad Ambiental (AA): CAR: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CG: Corpoguavio;

Áreas protegidas: RFPP: Reserva Forestal Protectora; RFP: Reserva Forestal Protectora-Productora, DMI: Distrito de Manejo Integral, DME: Distrito de Manejo Especial, BP: Bosque protector, TF: Territorio Faunístico;

Ecosistemas presentes Áreas Protegidas: H: Humedal, ZS: Zona Semiarida, BS: Bosque Subandino, BA: Bosque Andino, P: Páramo.

Municipios	Población Total						Urbanas						Rural						Tasa de crecimiento								
	1985	1993	2005	2013	(%)	(%)	1985	1993	2005	(%)	1985	1993	2005	(%)	1985	1993	2005	(%)	1985	1993	2005	(%)	1985	1993	2005	(%)	
Aqua de Dios	13.134	12.338	11.822	11.172	3,7	77,3	76,7	77,0	22,7	23,3	23,3	23,0	-0,8	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	
Anapoima	8.114	8.901	11.503	12.908	4,2	29,4	38,9	42,3	42,8	70,6	61,1	57,7	57,2	1,2	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Anolaima	14.757	13.906	13.310	12.492	4,1	36,1	30,3	29,8	30,0	63,9	69,7	70,2	70,0	-0,7	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8
Apulo	7.957	7.676	7.822	7.813	2,6	42,1	40,9	40,3	40,3	57,9	59,1	59,7	59,7	-0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bojacá	4.192	5.275	8.879	10.976	3,6	55,2	64,5	76,6	79,7	44,8	35,5	23,4	20,3	2,9	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
Cachipay	9.244	9.786	9.995	9.873	3,2	33,0	32,8	32,0	32,1	67,0	67,2	68,0	67,9	0,7	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
El Colegio	16.454	17.471	20.430	21.592	7,1	37,3	37,0	37,4	38,1	62,7	63,0	62,6	61,9	0,7	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Girardot	81.019	90.904	97.889	103.839	34,0	94,0	95,1	96,5	96,7	6,0	4,9	3,5	3,3	1,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Granada	0	0	6.876	8.314	2,7	0	0	23	23	0	0	77	76,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
La Mesa	17.788	20.830	27.165	30.441	10,0	41,7	42,1	52,2	55,5	58,3	57,9	47,8	44,5	2,0	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Quipile	10.314	10.033	8.217	8.171	2,7	8,9	7,4	8,4	8,3	91,1	92,6	91,6	91,7	-0,3	-1,7	-1,7	-1,7	-1,7	-1,7	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Ricaurte	6.078	6.391	8.145	9.169	3,0	25,4	29,4	42,1	46,1	74,6	70,6	57,9	53,9	0,6	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
San Antonio de Tequendama	9.824	10.965	12.374	12.949	4,2	9,0	5,1	6,9	7,7	91,0	94,9	93,1	92,3	1,4	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Tena	6.310	6.022	7.569	8.663	2,8	8,2	9,0	9,2	9,3	91,8	91,0	90,8	90,7	-0,6	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
Tocaima	17.758	15.117	17.196	18.170	6,0	51,6	55,4	58,0	59,2	48,4	44,6	42,0	40,8	-2,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Viotá	16.672	15.612	13.567	13.365	4,4	24,2	25,9	30,6	32,2	75,8	74,1	69,4	67,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
Zipacón	3.787	4.190	5.016	5.460	1,8	33,2	29,2	34,0	36,8	66,8	70,8	66,0	63,2	1,3	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Total	243.402	255.417	287.775	297.053	100	55,3	57,1	60,1	61,3	44,7	42,9	39,9	38,7	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7

Tabla 19. Población y tasas de crecimiento de la Cuenca Baja.

Fuente: Dane

Municipio	PIB (miles de millones de pesos)	% PIB	Actividades económicas						
			AP	AI	T	I	M	EX	
Aqua de Dios	50,3	2,90	X	X					
Anapoima	49,9	2,88	X	X					
Anolaima	63,1	3,64	X						
Apulo	39,0	2,25	X	X					
Bojacá	63,5	3,66	X	X					
Cachipay	79,0	4,56	X						
El Colegio	119,2	6,88	X	X					
Girardot	700,1	40,40	X						
Granada	43,8	2,53	X						
La Mesa	145,5	8,40	X	X					
Quipile	38,9	2,24	X						
Ricaurte	77,8	4,49	X						
San Antonio de Tequendama	42,9	2,48	X	X					
Tena	48,4	2,79	X						
Tocaima	91,6	5,29	X	X					
Viotá	54,5	3,15	X						
Zipacón	25,3	1,46	X	X					
Total	1.732,8	100							

Tabla 20. PIB (2005) y actividades económicas de la Cuenca Baja.

Fuentes: Instituto Quinaxi y CAR (2001). PGAR (2001-2010) Componentes estructurales. PIB: Gobernación de Cundinamarca.
URL:http://www.planeacion.cundinamarca.gov.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/pib%20municipal%20cundinamarca_2005.pdf

Actividades económicas: AP: Agropecuario, AI: Agroindustrial, T: Turismo, I: Industrial, M: Minería, EX: Explotación forestal y TR: Transporte.

Municipio	NIB	
	1993	2005
Aqua de Dios	28,6	20,7
Anapoima	39,6	30,0
Anolaima	39,4	26,9
Apulo	50,2	37,6
Bojacá	35,0	20,8
Cachipay	36,0	21,4
El Colegio	32,8	21,3
Girardot	25,0	20,1
Granada	35,2	18,25
La Mesa	38,7	23,7
Quipile	55,3	42,7
Ricaurte	50,9	36,6
San Antonio de Tequendama	31,4	27,6
Tena	38,8	24,2
Tocaima	41,5	33,8
Viotá	48,4	38,5
Zipacón	30,0	30,6
Total	31,1	22,8

Fuente: Dane

Tabla 21. Porcentaje de población con NBI en la Cuenca Baja.

Agua potable y saneamiento

Según las encuestas municipales del Sisbén en el año 2008, la cobertura promedio de acueducto en los municipios de la Cuenca Baja fue del 96% en el área urbana y en el área rural el 54%. En la zona rural con menor cobertura de este servicio se destacaron los municipios de Tocaima 22%, Apulo 32%, Viotá 33% y San Antonio de Tequendama con un 35%. El promedio de cobertura de alcantarillado fue de 89% urbano y un 9,3% rural. Los menores valores de cobertura de alcantarillado urbano se registraron en los municipios de Tena (69,4%), Quipile (80%) y Cachipay (81%) (Ver Tabla 22).

En la Tabla 22 se registra la calidad de agua potable que consumen los municipios de acuerdo con el índice IRCA en el periodo Enero-Abril del 2012. El 50% de los municipios presentan agua de calidad media y el 37% Sin Riesgo. Los municipios de Anolaima y la Mesa tienen la menor calidad de agua potable y se calificó como Media es decir que no es apta para el consumo humano. En la Tabla 23 se muestra la descripción de las plantas de potabilización que están en operación en todos los municipios de la Cuenca Baja. El 56% de los municipios tienen plantas de tratamiento primario de aguas residuales (Tabla 24).

Municipio	Cobertura Acueducto - 2008		Cobertura Alcantarillado - 2008		IRCA 2012 (Enero - Abril)	IRCA 2012			
	Urbana	Rural	Urbana	Rural		I	M	EX	TR
Agua de Dios	97,4	50,3	92,9	3,4	4,2			X	
Anapoima	97,8	68,3	86,9	10,3	8,0		X		
Anolaima	97,6	46,4	94,0	14,8	16,3	X			
Apulo	96,5	31,7	95,6	5,7	1,4			X	
Bojacá	98,8	50,3	98,0	7,0	8,4		X		
Cachipay	98,0	77,2	81,1	9,1	8,5		X		
El Colegio	98,1	69,1	95,8	11,9	3,9			X	
Girardot	94,9	79,0	93,5	11,3	1,7			X	
Granada	94,1	53,5	89,0	9,8	15,4	X			
La Mesa	97,0	49,4	91,8	10,9	15,3	X			
Quipile	95,0	58,2	80,1	13,1	8,7		X		
Ricaurte	94,2	77,1	88,5	5,5	0,0			X	
San Antonio de Tequendama	93,9	34,9	89,9	9,4	12,9		X		
Tena	89,1	56,8	69,4	8,7	8,0		X		
Tocaima	96,6	22,5	93,0	7,5	6,7		X		
Viotá	93,3	33,4	87,4	4,0	0,0			X	
Zipacón	99,0	60,9	91,4	15,4	7,0		X		

Tabla 22. Cobertura de servicios de acueducto y alcantarillado e índice de calidad de agua potable en la Cuenca Baja.

Fuentes: Gobernación de Cundinamarca. 2010. Estadísticas de Cundinamarca 2010. Bases municipales del Sisbén.2010. Instituto Nacional de Salud. URL:<http://www.ins.gov.co/sivicap/Paginas/reportes.aspx>

*IRCA: Enero a Marzo.

Municipios	No	Capacidad instalda (l/s)	Capacidad utilizada (l/s)
Agua de Dios	2	78	30
		50	30
Anolaima	3	20	17
		4	3
Anapoima	3	6	3
		35	25
Apulo	2	2,5	0,3
		4	2,5
Bojacá	2	30	—
	4	30	22
Cachipay	2	60	12
		5	3
El Colegio	4	5	3
		10	7
Girardot	2	15	15
		6	6
La Mesa	2	700	650
		60	54
Quipile	1	60	56
		1	44
Ricaurte	1	253	200
		28	25,5
San Antonio de Tequendama	1	—	—
		1	6
Tena	1	15	15
		1	—
Zipacón			

Tabla 23. Descripción de plantas de potabilización de agua en operación en los municipios de la Cuenca Baja.

Fuentes: Superintendencia de Servicios Públicos. SUI (Sistema único de Información). Instituto Quinaxi y CAR (2001). PGAR (2001-2010) Componentes estructurales.

Municipios	PTAR	Capacidad instalada L/s	Caudal medio entrada L/s	Tipo de tratamiento
Agua de Dios	1	1,3	0,3	Zanjones de oxidación
Anolaima	0			
Anapoima	1	18	21,71	Reactores anaeróbicos
Apulo	0			
Bojacá	1	9,3	5,6	Zanjones de oxidación
Cachipay	1	17	0	Aireación extendida
El Colegio	0			
Girardot	0			
La Mesa	1	20	20	UASB
	1	11	5	
	1	11	6	
Quipile	0			
Ricaurte	1	45	—	Tratamiento primario
San Antonio de Tequendama	0			
Tena	1	7	—	UASB
Tocaima	0			
Viotá	0			
Zipacón	0			
Total	9			

Tabla 24. Descripción de plantas de tratamiento de agua (PTARs) en los municipios de la Cuenca Baja.

Instituto Quinaxi y CAR (2001). PGAR (2001-2010) Componentes estructurales. Superintendencia de Servicios Públicos, 2009. Sistemas de Alcantarillado en Colombia. Visión del Servicio Público. Superintendencia de Servicios Públicos. SUI (Sistema único de Información).

Impactos sobre el agua

La mayoría de los municipios tienen impactos negativos de magnitud media sobre el recurso hídrico en las siete características que se seleccionaron en el estudio del Instituto Quinaxi y CAR (2001). Los impactos con mayor puntaje en toda la Cuenca Baja son la alteración de caudales y cursos de agua, y la contaminación hídrica por descarga de materia orgánica y residuos sólidos. Bojacá y Cachipay son los municipios que según la evaluación presentaron los índices más altos de impacto en las diferentes variables evaluadas (Ver Tabla 25).

Municipios	1*	2	3	4	5	6	7
Agua de Dios	2	1	0	1	1	4	3
Anapoima	3	2	2	1	1	2	2
Anolaima	3	1	1	2	2	4	2
Apulo	3	2	2	2	1	4	2
Bojayá	2	3	3	4	4	2	2
Cachipay	3	2	2	2	3	4	2
El Colegio	3	2	1	1	2	3	2
Girardot	2	2	1	1	2	3	2
Granada	2	2	1	3	3	4	2
La Mesa	3	2	1	2	1	4	2
Quipile	1	3	1	1	1	4	3
Ricaurte	2	2	1	2	1	3	1
San Antonio de Tequendama	3	2	0	2	1	4	2
Tena	2	2	2	1	1	2	1
Tocaimá	3	2	2	2	1	4	2
Viotá	2	1	0	1	1	4	3
Zipacón	2	1	1	2	1	4	2
Magnitud de los impactos							
MUY ALTO							4
ALTO							3
MEDIO							2
BAJO							1
NULO							0

ID*	Impactos Recursos Hídricos
1	Alteración de caudales y cursos de agua
2	Apporte de sedimentos a los cuerpos de agua
3	Cambio del nivel de la tabla de agua
4	Contaminación de acuíferos
5	Contaminación hídrica por agentes químicos
6	Contaminación hídrica por descarga de materia orgánica
7	Contaminación hídrica por residuos sólidos

Tabla 25. Impactos sobre el agua en la Cuenca Baja.

Fuente: Instituto Quinaxi y CAR (2001). PGAR (2001-2010) Componentes estructurales.

// ANEXO 2 //

La importancia de Bogotá, D.C. como capital política y económica del país

Bogotá merece un mayor análisis en términos de su importancia económica y densidad poblacional en la RHB, pues el Distrito Capital demanda bienes y servicios que son abastecidos por los municipios circunvecinos y es la que tiene un mayor impacto en la huella hídrica de la RHB. Estadísticas de la población, calidad de vida, la economía y la huella ambiental se discuten a continuación.

Población

La densificación y crecimiento de las ciudades latinoamericanas avanza a un ritmo acelerado. El 80% de la población latinoamericana vive en ciudades y se espera que en el 2025 la cifra aumente a un 85%. Bogotá tendría que duplicar su oferta de vivienda en 14 años (Mckensy Global Institute, 2011). Hasta mediados del siglo XX el crecimiento de la población de Bogotá presentó un estancamiento (Ver Figura 1). A partir de 1950 la población aumentó de manera vertiginosa con 684.424 habitantes que ocupaban 2.700 hectáreas de área urbana. Desde entonces, la cifra ha aumentado once veces, con una población de más de siete millones y medio de habitantes en el 2013. Una población que corresponde al 16% del país y que ocupa un área urbana de aproximadamente 39.000 hectáreas (Dane; SDP, 2011, Ver Figura 2). Aunque las tasas de crecimiento en el país y Bogotá han disminuido, Bogotá siempre ha tenido una tasa mayor en comparación con el resto del país (Ver Tabla1, Figura 3). Además del crecimiento vegetativo de sus habitantes, la migración de una importante población en búsqueda de mejores oportunidades es otra variable de importancia. El saldo neto de la migración de Bogotá en el periodo de 1998-2003 correspondió a aproximadamente 41.000 personas al año (DANE, 2003).

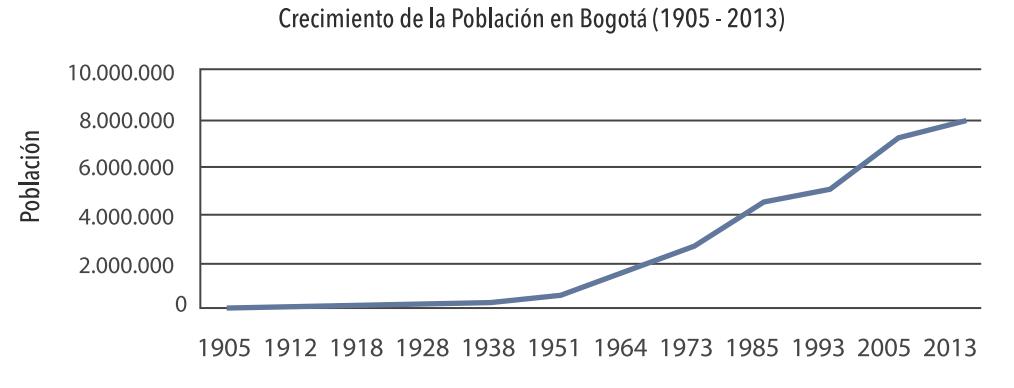


Figura 1. Crecimiento de la población en Bogotá (1905-2013).

Fuentes: Ramiro Cardona, editor, *Distribución espacial de la población, Bogotá, Corporación centro regional de la población*. 1976, pág., 56. Tomado de Alcaldía Mayor de Bogotá, 2007. Dane, Secretaría Distrital de Planeación, 2011.

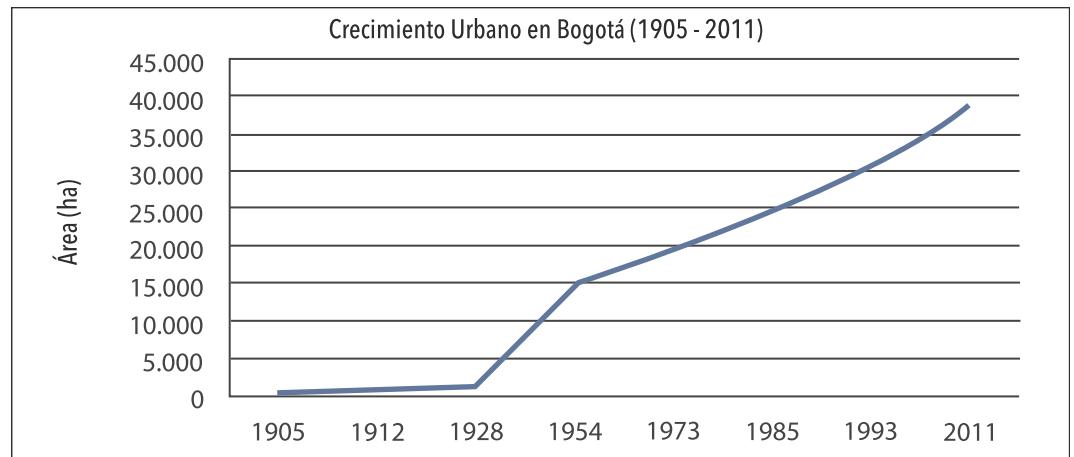


Figura 2. Crecimiento urbano en Bogotá (1905-2011).

Fuentes: Ramiro Cardona, editor, *Distribución espacial de la población, Bogotá, Corporación centro regional de la población*. 1976, pág., 56. Tomado de Alcaldía Mayor de Bogotá, 2007. Dane, Secretaría Distrital de Planeación, 2011.

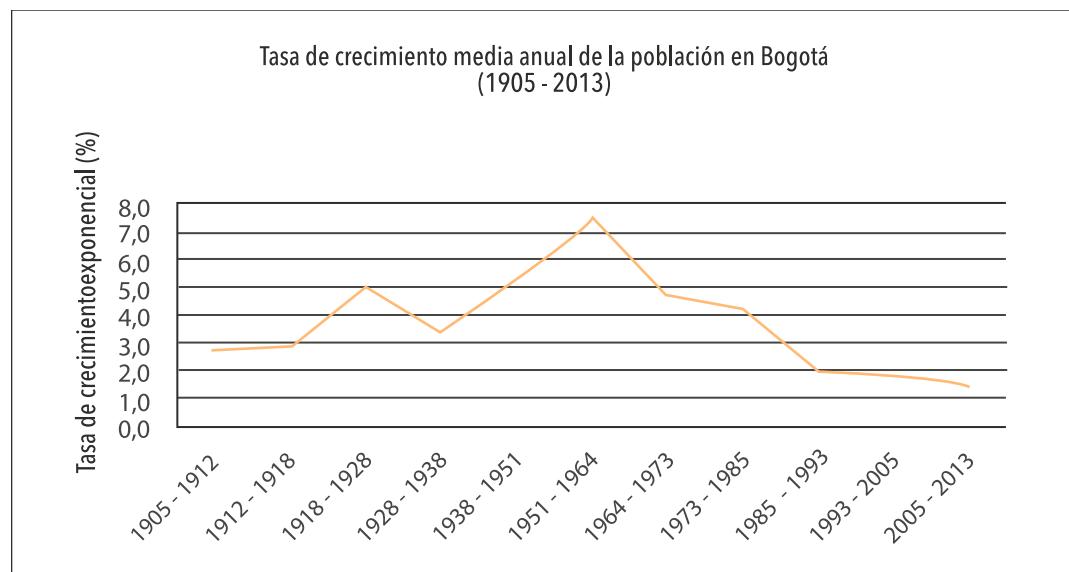


Figura 3. Tasa de crecimiento media anual de la población en Bogotá (1951-2013).

Fuentes: Ramiro Cardona, editor, *Distribución espacial de la población, Bogotá, Corporación centro regional de la población.* 1976, pág., 56. Tomado de Alcaldía Mayor de Bogotá, 2007. Dane-Indicadores demográficos.

Región	Nacional	Bogotá	Nacional	Bogotá	Nacional	Bogotá
Población	1993		2005		2013	
	36.207.108	5.413.484	42.888.592	6.840.116	47.121.089	7.674.366
Participación en la Población Nacional (%)	100	14,9	100	15,9	100	16,3
Tasa de Crecimiento Media Anual (Exponencial)	1985 - 1993	2,0	1993 - 2005	3,1	2005 - 2013	1,4
	1,4		1,9		1,2	1,4

Tabla 1. Estadísticas de población nacional y Bogotá, D.C.

Fuente: Dane.

Calidad de vida

El crecimiento de la población supone unas demandas sociales y económicas que deben ser atendidas. Según estadísticas del DANE, las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) de Bogotá en 1993 correspondían al 17,28% de la población, en el 2005 esta cifra se redujo al 9,2%. Estadísticas que contrastan significativamente con los datos a nivel Nacional. En 1993 el NBI del país correspondió al 35,8% de la población y sólo disminuyó en el 2005 al 27,7%. De acuerdo con una encuesta del DANE y la Secretaría Distrital de Planeación (SDP), los hogares que consideran sus ingresos insuficientes para cubrir los gastos básicos pasaron de 42,3% en el 2004 al 18,6% en el 2011. Las coberturas de acueducto y alcantarillado para el 2010 se registraron en aproximadamente un 99% (DANE y SDP, 2011). En términos de educación, la cobertura de educación básica y media en el 2010 fue del 92,8% para Bogotá y en el país del 89,67% (Sistema Nacional de Información de Educación Básica (SINEB), 2010).

Región	Nacional	Bogotá	Nacional	Bogotá	Nacional	Bogotá
Mortalidad Infantil (Por mil)	1995 - 2000		2000 - 2005		2005 - 2010	
	28,4	25,1	24,4	20,5	19,90	16,80
Esperanza de vida (años)	70,9	72,94	72,56	75,36	74,00	77,08

Tabla 2. Indicadores de calidad de vida en Colombia y Bogotá, D.C.

Fuente: Dane

La mortalidad infantil aunque mejoró entre 1995 y 2010 los datos siguen siendo conservadores. Entre al año 2005 y 2010 se calculó para Bogotá una mortalidad infantil de 16,8 por cada mil nacimientos y en el país 19,9. Según el DANE y la SDP en el 2011, el 92% de los habitantes de la capital están afiliados al Sistema General de Seguridad Social en Salud. La mejor calidad de vida en la capital también se refleja en la esperanza de vida, que en Bogotá es mayor que el país con 77 años (Ver Tabla 2).

Economía

En el campo económico Bogotá es una de las regiones que más contribuye al ingreso nacional. En el 2010 participó con más de la cuarta parte del PIB nacional (110 miles de millones de pesos) y con un ingreso per cápita de 14.984.556 pesos (Tabla 3). Casi dos veces el PIB per cápita nacional para ese año. Bogotá ocupó en el 2011 el séptimo puesto en las

ciudades que más contribuyen al PIB en Latinoamérica después de Santiago y Brasilia (Universidad del Rosario e Inteligencia de Negocios, 2011). En los últimos 10 años el crecimiento

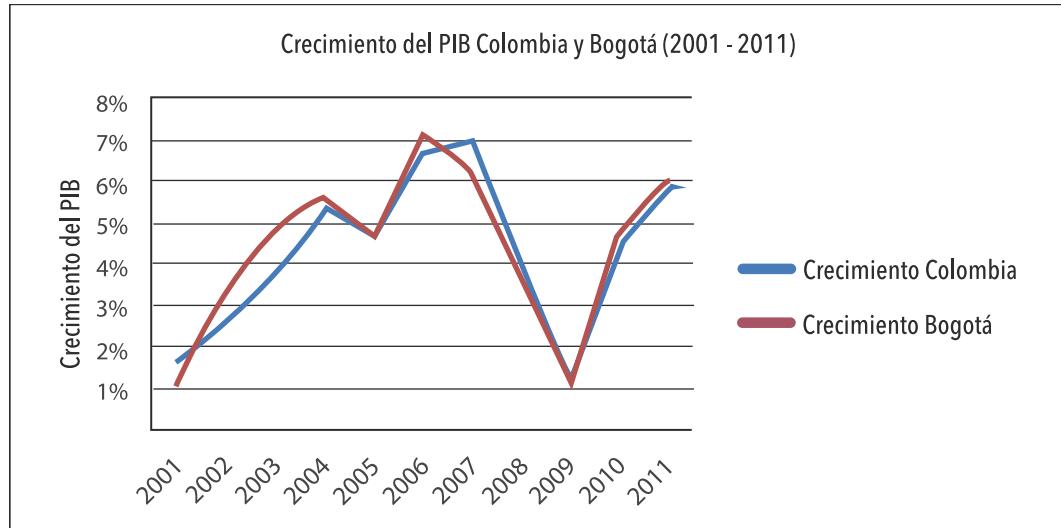


Figura 4. Crecimiento del PIB en Colombia y Bogotá, D.C. (2000-2010).

Fuente: Dane. Cuentas departamentales PIB a precios constantes de 2005.

to del PIB del país ha estado en aumento y presentó un comportamiento similar del PIB de la capital. No obstante, en el 2009 el crecimiento disminuyó debido a la crisis mundial y a las restricciones comerciales impuestas por Ecuador y Venezuela (Ver Gráfica 4). La industria cayó 6,3%, el comercio 3,1% y el transporte 1,2% (DNP, 2010) en el 2010 se recuperó con un crecimiento del PIB del 4,3%.

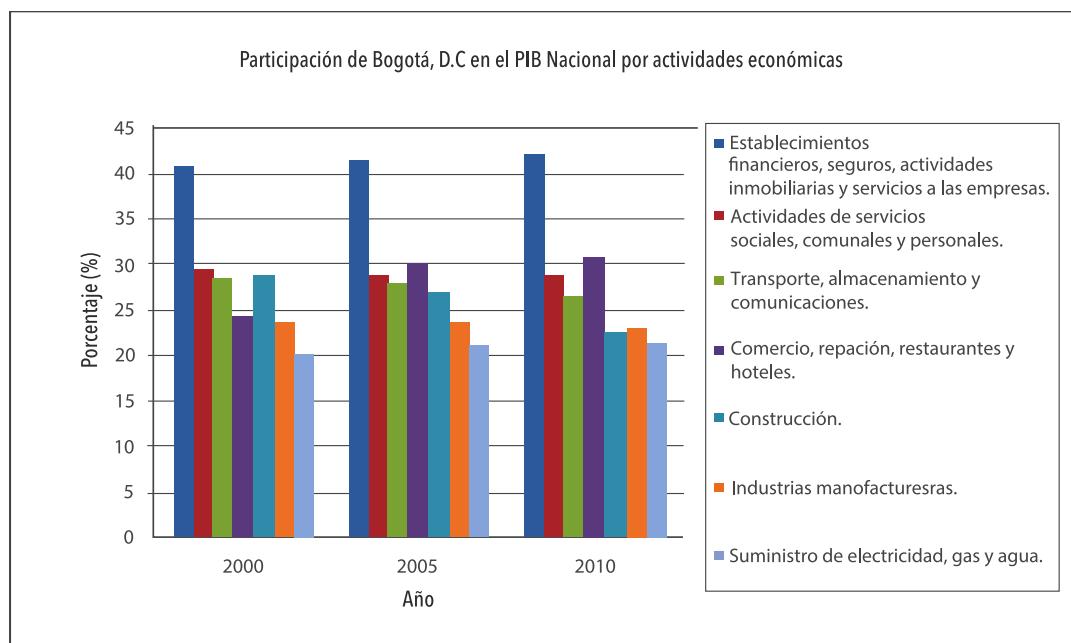
En la capital se realizaron el 56% de las transacciones financieras del país por encima de tres ciudades importantes: Medellín (12%), Cali (7%) y Barranquilla (4%) (Cámara de Comercio de Bogotá, 2011). Según estadísticas del DANE Bogotá participó en el PIB del sector financiero, inmobiliario y de servicios a empresas del país con un 42%. En el periodo del 2000-2010 su contribución se ha mantenido por encima del 40%. Otras actividades en Bogotá que ocupan un porcentaje considerable en el PIB nacional son los servicios sociales, comunales y personales con un 29%; las actividades de transporte, almacenamiento y comunicaciones (27%), y la industria manufacturera (23%) y de construcción con un 23%. Este último sector del 2000 al 2010 ha disminuido en la participación del PIB nacional (Ver Gráfica 5).

Región	Nacional	Bogotá	Nacional	Bogotá	Nacional	Bogotá
	2000		2005		2010	
	PIB* (miles de millones de pesos)	284.761	71.845	340.156	88.871	42.719
PIB* per cápita (pesos)	7.066.808	11.398.756	7.931.153	12.992.616	9.332.517	14.984.556
Participación de Bogotá en el PIB Nacioal (%)	100	25,23	100	26,13	100	25,98

Tabla 3. Indicadores económicos en Colombia y Bogotá, D.C.

Fuente: DANE. Cuentas Nacionales y Departamentales. *PIB a precios constantes de 2005.

La tasa de ocupación del país para el período de abril-junio del 2012 correspondió al 56% y para Bogotá el 63,6%. Para Bogotá la tasa de desempleo fue 9,7% menor a la nacional (11,1%) para el mismo período. El obrero, empleado particular y trabajador por cuenta propia fueron las posiciones que mayor participación tuvieron en la ocupación (84,0%) en 13 áreas metropolitanas del país incluyendo a Bogotá (DANE, 2012).



Gráfica 5. Participación de Bogotá; D.C. en el PIB Nacional por ramas de actividades económicas.

Fuente: DANE-Cuentas Departamentales.

A pesar de contribución de Bogotá al PIB nacional, los beneficios económicos para la población son desiguales. Bogotá es una de las cuatro ciudades más inequitativas de Latinoamérica con un coeficiente de Gini de 5,2 (DANE, 2009). En un estudio reciente sobre el crecimiento económico de las ciudades latinoamericanas, Bogotá aparece como la más rezagada en desempeño económico con respecto a sus pares regionales (Ver Tabla 4) (Mckensy Global Institute, 2011).

Ciudades	Desempeño Económico
Santiago	63
Ciudad de México	62
Buenos Aires	59
Monterrey	59
Lima	56
São Paulo	55
Bogotá	51
Río de Janeiro	48

Tabla 4. Indicador de desempeño económico de algunas ciudades latinoamericanas con respecto a ciudades benchmark (100 es el promedio de Helsinki, Nueva York, Singapur y Toronto)
Fuente: Mckensy Global Institute, 2011.

La población y los ingresos per cápita de la capital crecen aceleradamente en comparación con el resto del país. Bogotá y el país han disminuido sus tasas de crecimiento en los últimos años, no obstante, Bogotá siempre ha tenido mayores tasas de crecimiento en comparación con el resto del país. Es un centro financiero y un polo de atracción para miles de familias que buscan mejorar su calidad de vida. Sin embargo, la desigualdad de ingresos está a la orden del día. La capital no ha mejorado sus estadísticas en términos de equidad. Bogotá se ha caracterizado por su crecimiento descontrolado. La planeación urbana siempre ha sido deficiente. Parte del problema se debe a su horizonte de planificación, Bogotá tiene un horizonte de dos años mientras que por ejemplo, Buenos Aires tiene 20 años (McKensy Global Institute, 2011).

La desigualdad de los ingresos económicos y la improvisación de la planificación urbana, además del insuficiente manejo de los recursos naturales no parecen tender a un cambio. El aumento de la población implica un incremento del desarrollo de infraestructura de vivienda, servicios de alcantarillado, agua, luz y electricidad. En otras palabras, una mayor demanda de recursos naturales y la expansión de la huella ecológica de la ciudad. Sin una proyección a futuro y sin que las fuerzas económicas reconozcan sus límites e interacción

con la biosfera, la ciudad continuará siendo inequitativa no sólo económica sino ambientalmente.

La huella ambiental de Bogotá

En el 2002 la Contraloría de Bogotá en su informe anual del Estado de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente realizó unos estimativos de la huella ecológica de la ciudad como una propuesta para ser discutida. De acuerdo con los resultados, una persona residente en Bogotá requiere 2,8 hectáreas de terreno para satisfacer sus necesidades mínimas. Si en el año 2013 se calcula una población de 7'674.366 habitantes, podríamos calcular la huella ecológica de la ciudad, manteniendo el estilo de vida del 2003. De esta manera, la ciudad se apropiaría de casi 22 millones de hectáreas. Un área 560 veces mayor al área urbana ocupada.

Según estadísticas Bogotá está incrementando su área urbana a una tasa de 400 ha/año. Se estima que en 1993 la densidad de viviendas correspondía a 36,2 viviendas/ha en el 2005 se duplicó con una densidad de 60 viviendas por hectárea. Los mayores valores se encuentran en Kennedy Central y Patio Bonito desde 86,4 viviendas/ha a 151 viviendas /ha (Cubillos, 2009). En la Tabla 5 se presentan los resultados de la huella ecológica para diferentes componentes:

Componente de la Huella Ecológica	ha/per cápita	ha/población 2013
Movilidad y transporte urbano	0,53	4.067.414
Espacios construidos	0,004	30.697
Agua	0,043	329.998
Alimentos	0,7	5.372.056
Residuos	0,01	76.744
Residuos sólidos	0,019	145.813
Energía	1,24	9.516.214
Área adicional protección biodiversidad	0,3	2.302.310
Huella ecológica	2,85	21.841.246

Tabla 5. Resultados huella ecológica de Bogotá.

Fuente: Contraloría de Bogotá, 2002.

Según los resultados, la energía, los alimentos y la movilidad son los componentes que más impacto tienen en la huella ecológica para la ciudad. En el caso del agua, calcularon una cifra considerablemente baja en comparación con otras variables (0,043 hectáreas per cápita). En este análisis consideraron la suma de tres terrenos: 1) área para recolectar el agua directamente consumida por una población (150.000 ha.), 2) área para compensar la pérdida de oportunidad por uso de agua de la población (97.500 ha.) y 3) área para suministrar la infraestructura y energía que se requiere en la provisión y recolección de agua (311,4 ha.).

Además de estas zonas, podríamos considerar el área que necesita el ciclo hidrológico para abastecer el sistema hidroenergético que utilizamos, un cálculo difícil de determinar y que nos mostraría la subestimación e incertidumbre de la huella ecológica. También se podrían incluir: el área que se utiliza para la generación de energía hidroeléctrica que según los cálculos de este estudio comprenderían 49.000 hectáreas; el área de terreno necesaria para suministrar riego para los alimentos. Según el IDEAM para el 2008 la demanda hídrica nacional para el sector agropecuario correspondió al 54% del agua consumida, en comparación con la demanda doméstica de un 7,3%, una cifra poco despreciable; finalmente es importante analizar el área que ocupan los impactos del agua contaminada de la ciudad.

A pesar de las posibles subestimaciones, o en algunos casos, sobreestimaciones, las cifras de la Contraloría de Bogotá, evidencian la obligada interdependencia del área urbana con las regiones circunvecinas. Bogotá, como todas las ciudades necesita captar recursos de regiones productoras de agua, energía y alimentos para sostener sus actividades y población. La ciudad vive a expensas de los recursos naturales fuera de su territorio lo que implica una gran responsabilidad y genera preguntas sobre la equidad en la distribución de los recursos naturales.