

Distr.  
RESTRINGIDA

LC/R.572  
20 de abril de 1987

ORIGINAL: ESPAÑOL

---

C E P A L

Comisión Económica para América Latina y el Caribe



ESTUDIO DE CASO: EL SISTEMA DE LA CUENCA DEL RIO BOGOTA \*/

Resumen

\*/ Este documento fue preparado por el Sr. Jaime Saldarriaga Sanín, Consultor del Proyecto "Cooperación horizontal en la gestión de recursos hídricos en América Latina y el Caribe", financiado por el Gobierno de la República Federal de Alemania. Las opiniones expresadas en este trabajo son de la exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la organización.



Indice

	<u>Página</u>
PRESENTACION .....	1
I. LOS RECURSOS DENTRO DEL SISTEMA HIDRICO.....	2
A. CARACTERISTICAS FISICAS .....	2
1. Características generales de la cuenca .....	2
2. Límites físicos del sistema hídrico .....	3
B. CARACTERISTICAS TECNICAS DEL SISTEMA HIDRICO .....	5
1. Historia .....	5
2. Embalses .....	5
3. Estructuras de control .....	6
4. Plantas de bombeo .....	6
5. Sistemas de abastecimiento de agua .....	6
6. Sistemas de alcantarillado .....	7
7. Sistemas de riego y drenaje .....	8
8. Centrales hidroeléctricas .....	8
C. ESTRUCTURA ECONOMICA Y SOCIAL REGIONAL .....	8
1. Estructura de la región servida por el sistema hídrico .....	8
2. Estructura económica regional .....	9
D. ADMINISTRACION DEL SISTEMA HIDRICO .....	10
1. Entidad administrativa .....	10
2. Entidades usuarias .....	11
3. Estructura orgánica de la CAR .....	11
4. Mecanismos de coordinación .....	11
E. RECURSOS FINANCIEROS DEL SISTEMA HIDRICO .....	11
1. Fuentes financieras para el manejo del sistema .....	11
2. Ingresos .....	13
3. Gastos e inversión .....	13
II. EVALUACION DEL SISTEMA DE MANEJO .....	14
A. FACTORES EXOGENOS AL MANEJO .....	14
1. Aspectos biofísicos .....	14
2. Asuntos políticos .....	15
3. Política económica nacional .....	15
4. Limitaciones técnicas .....	16

	<u>Página</u>
B. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA PARA EL MANEJO DEL SISTEMA HIDRICO	16
1. Unidades funcionales .....	16
2. Funciones .....	16
3. Consideraciones evaluativas de la estructura orgánica .	19
4. Ubicación de personal .....	20
5. Integración de los usuarios en la toma de decisiones sobre el manejo .....	20
6. Estructura organizativa de las instituciones encargadas del manejo de los recursos hídricos .....	21
C. EVALUACION DEL AMBITO DE LAS FUNCIONES DE LA DIRECCION DEL SISTEMA HIDRICO .....	21
1. Grado de autoridad .....	21
2. Limitaciones de la entidad directiva .....	22
D. MANEJO DE LAS OPERACIONES DEL SISTEMA HIDRICO .....	24
1. Planificación del manejo .....	24
2. Ejecución del manejo .....	24
3. Vigilancia .....	24
4. Mantenimiento .....	25
5. Relación de los usuarios .....	26
III. EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE MANEJO .....	26
A. PRODUCTIVIDAD .....	26
B. CONSECUENCIAS AMBIENTALES DE LAS OPERACIONES DEL SISTEMA HIDRICO .....	27
1. Sistema geofísico .....	27
2. Sistema biológico .....	29
3. Medio ambiente humano .....	29
C. COSTOS Y SU RECUPERACION .....	31
IV. CONCLUSIONES .....	32
Bibliografía .....	35

## PRESENTACION

El presente trabajo responde al contrato efectuado entre la División de Recursos Naturales y Energía de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) de las Naciones Unidas y el Consultor. La tarea asignada ha sido la de emprender una investigación sobre el manejo de la cuenca del río Bogotá como estudio de caso para el proyecto que actualmente ejecuta la CEPAL sobre Cooperación Horizontal en el Manejo de los Recursos Hídricos, entre el 1 de abril y el 31 de diciembre de 1986, según términos de referencia suministrados por la CEPAL.

El Consultor agradece la distinción de la CEPAL al asignarle la ejecución de este estudio de caso. De otra parte agradece la colaboración prestada por entidades oficiales tales como el Departamento Nacional de Planeación y la Corporación Autónoma Regional de los Ríos Bogotá, Ubaté y Suárez (CAR), en el suministro de la información y en el intercambio de ideas, la cual fue de importancia fundamental para la elaboración del trabajo.

Sin embargo, las ideas expresadas en el trabajo no comprometen a ninguna institución y son de responsabilidad exclusiva del autor.

## I. LOS RECURSOS DENTRO DEL SISTEMA HIDRICO

### A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

#### 1. Características generales de la cuenca

La fisiografía de la cuenca da origen a dos zonas diferentes en sus características topográficas y climáticas: una formada por altiplanicies frías (cuenca alta), y otra por un relieve montañoso de clima medio a cálido que desciende desde la sabana hasta la confluencia del río Bogotá con el río Magdalena (cuenca baja).

El río Bogotá nace a 3 400 m.s.n.m. en la Cordillera Oriental y sus aguas fluyen hacia el suroeste para desembocar al río Magdalena a 280 m.s.n.m.; en su recorrido de 270 km drena las aguas de cerca de 5 996 km<sup>2</sup> de superficie.

La cuenca alta tiene un área de drenaje de 4 305 km<sup>2</sup> y está conformada principalmente por un depósito fluvio-lacustre del cuaternario que forma la altiplanicie denominada Sabana de Bogotá, sobre la cual surgen afloramientos de rocas sedimentarias.

La cuenca baja tiene un área de drenaje de 1 691 km<sup>2</sup> y se inicia donde el río se encañona para formar el Salto de Tequendama (150 m de caída). En la parte baja el valle se amplía formando una pequeña planicie aluvial rodeada por repliegues montañosos que se sumergen en el valle del río Magdalena.

En la cuenca alta los terrenos planos, incluyendo las zonas urbanizadas, tienen una extensión aproximada del 36% del área, equivalente a 154 340 hás, mientras en la cuenca baja es de sólo 12%, equivalente a 20 300 hás; el resto corresponde a colinas, laderas y páramos.

La precipitación promedio multianual en la cuenca varía entre un mínimo de 600 mm en algunas zonas de la Sabana de Bogotá y un máximo de 1 700 mm en

la parte media de la cuenca baja. La temperatura media anual del aire en la cuenca alta muestra una variación entre un mínimo de 8.1°C y un máximo de 13.8°C mientras en la cuenca baja la temperatura aumenta hasta 27°C; el gradiente de temperatura está entre 0.5 y 0.6°C por cada m de altitud. La variación estacional de la temperatura es muy leve.

La humedad relativa media anual del aire varía en la cuenca alta entre 68.8% y 81.9% y en la cuenca baja entre 67.7% y 79.8%.

La evapotranspiración potencial media anual varía en la cuenca alta entre un mínimo de 870 mm y un máximo de 1 064 mm y en la cuenca baja entre 1 310 y 1 765 mm.

En la cuenca alta se presentan heladas en algunas zonas de la Sabana de Bogotá; en el área más crítica el número promedio de días con heladas es de 13.

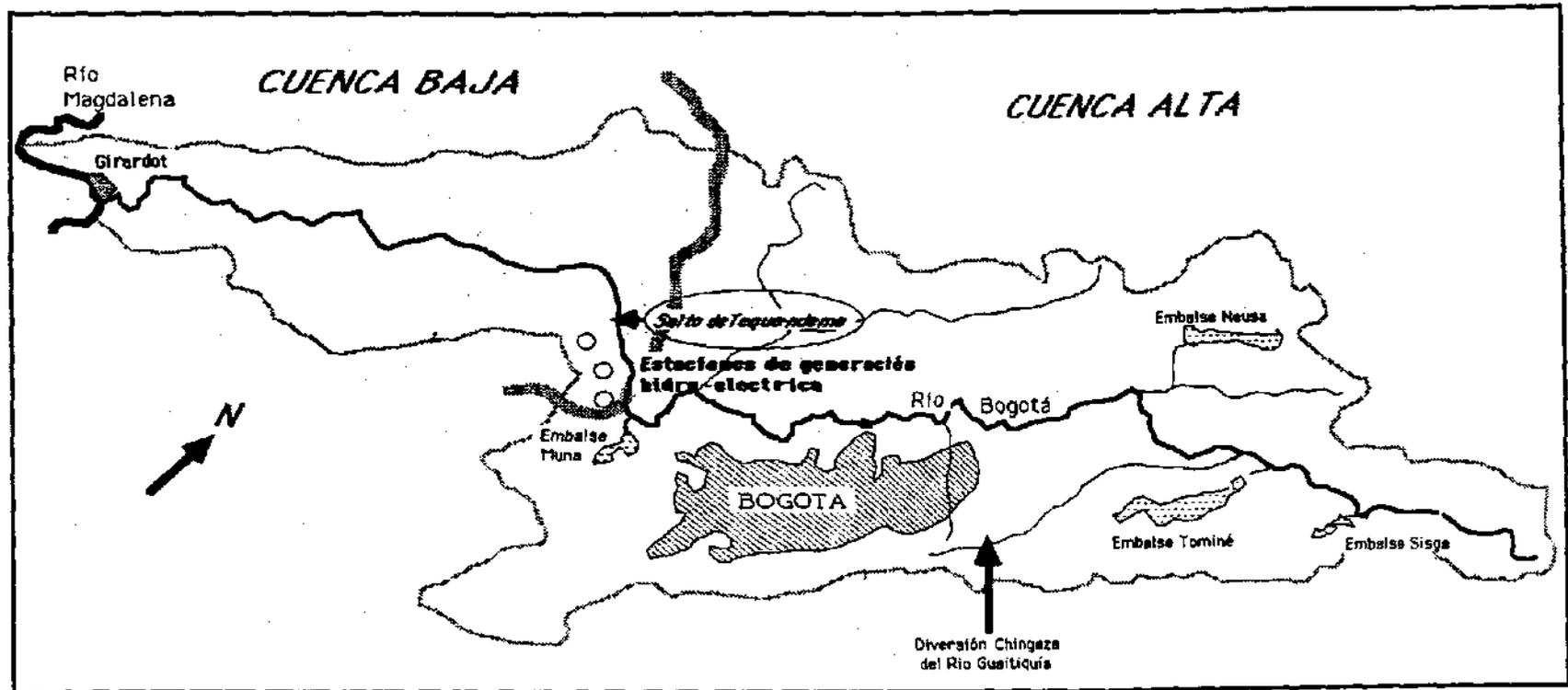
En lo atinente a zonas de vida, aproximadamente la mitad del área está constituida por bosque pluvial muy húmedo montano y aproximadamente la otra mitad por bosque seco montano bajo. En la cuenca baja el 43.6% está constituido por bosque seco tropical, 43% por bosque premontano, 12.6% por bosque muy húmedo o húmedo montano bajo, y menos de 1% por bosque seco montano bajo.

El área de la cuenca efectivamente utilizada en agricultura es sustancialmente menor al área apta para dicho propósito, mientras lo contrario sucede con el área utilizada en ganadería, la cual es mucho mayor que el área apta para esta actividad.

## 2. Límites físicos del sistema hídrico

El sistema hídrico existente comprende esencialmente la cuenca del río Bogotá hasta su confluencia con el río Magdalena; comprende además la cuenca del río Blanco que es tributaria de un conjunto de pozos que conectan con el tramo subterráneo de la conducción que une el embalse de Chuza (localizado sobre el río Chuza perteneciente a la vertiente oriental) con la planta de tratamiento Franciso Wiesner localizada en la cuenca del río Bogotá. No obstante, el sistema hídrico desde el punto de vista de planeamiento comprende además el macizo de Sumapaz, localizado en la parte suroriental de la cuenca del río Bogotá, ya que se prevé un futuro proyecto similar al de Chingaza en la zona de Sumapaz (gráfico 1).

Gráfico 1  
CUENCA DEL RIO BOGOTA



Nota: Los límites y los nombres que figuran en este gráfico no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas.

## B. CARACTERISTICAS TECNICAS DEL SISTEMA HIDRICO

### 1. Historia

El primer acueducto de Bogotá fue creado en 1886 como empresa privada, y operó como tal hasta 1914 cuando fue comprado por el municipio de Bogotá; en 1924 se creó la División de las Empresas Municipales para administrar dicho servicio y el del tranvía. En 1955 se creó la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá como entidad autónoma con personería jurídica y patrimonio propio.

La Empresa de Energía Eléctrica de Bogotá se originó en 1895 en la sociedad colectiva que solicitó concesión para la instalación de la primera planta de generación hidroeléctrica sobre el río Bogotá que aprovechó la caída del Charquito. Esta sociedad se liquidó en 1904 y se constituyó la Compañía de Energía Eléctrica S.A. En 1920 se fundó la Compañía Nacional de Electricidad para competir con la Compañía de Energía Eléctrica, y en 1926 el Municipio de Bogotá adquirió la totalidad de la Compañía Nacional de Electricidad. En 1927 se fusionaron las dos empresas en las Empresas Unidas de Energía Eléctrica S.A. En 1946 el Municipio de Bogotá se reservó el derecho de adquirir las acciones de estas empresas en poder de particulares. En 1951 el municipio compró la totalidad de las acciones y se crearon las Empresas Unidas de Energía Eléctrica de Bogotá que reemplazaron a las anteriores Empresas Unidas de Energía Eléctrica S.A. En 1959 se creó la actual Empresa de Energía Eléctrica de Bogotá (EEEB) como establecimiento público descentralizado del orden distrital, con patrimonio propio y autonomía administrativa.

El sistema de riego y drenaje de La Ramada fue construido inicialmente en 1939, y ha tenido sucesivas complementaciones en 1956, 1963, 1964 y 1982. Actualmente se adelanta un nuevo proyecto de ampliación.

### 2. Embalses

La capacidad total de almacenaje del sistema del río Bogotá es de 1 168.1 millones de m<sup>3</sup>/seg, de los cuales 941.9 corresponden a la cuenca del río Bogotá y 226.2 al embalse de Chuza localizado fuera de la cuenca del río Bogotá en la vertiente oriental de la cordillera oriental y está conectado

con la cuenca del río Bogotá a través de la conducción del proyecto Chingaza. Los embalses principales de la cuenca del río Bogotá son: Tominé, Neusa y Sisga con capacidades de 690, 102 y 96.3 millones de m<sup>3</sup>/seg, los cuales están localizados sobre tributarios del río Bogotá en la parte más alta de la cuenca. Además existe el embalse del Muña con una capacidad de 41.4 millones de m<sup>3</sup> localizado sobre el río Muña, afluente del río Bogotá un poco aguas arriba del Salto del Tequendama; adicionalmente existen los pequeños embalses de Chisacá, La Regadera y Los Turjos con capacidades de 5.1, 4.7 y 2.4 millones de m<sup>3</sup>, respectivamente.

### 3. Estructuras de control

Las principales estructuras de control sobre el río Bogotá son las compuertas instaladas en los sitios de captación del flujo de agua por bombeo. Estas estructuras son: las compuertas de Achury localizadas en el sitio de la estación de bombeo desde el río Bogotá hacia el embalse de Tominé; las compuertas del Espino localizadas en el sitio de captación de la estación de bombeo de Tibitó y las compuertas de Alicachín localizadas cerca del sitio de captación de la estación de bombeo del Muña.

### 4. Plantas de bombeo

La planta de bombeo desde el río Bogotá hacia la planta de potabilización de agua de Tibitó tiene una capacidad de 12 m<sup>3</sup>/seg; desde ésta el agua se bombea a través de un sistema con capacidad de 12 m<sup>3</sup>/seg para ser distribuida en Bogotá. Existe además una planta de bombeo desde el río Teusacá hacia la planta de Tibitó con una capacidad de 7 m<sup>3</sup>/seg.

Para el subsistema de la generación hidroeléctrica existe una planta localizada en Sesquilé para el bombeo del agua desde el río Bogotá hacia el embalse de Tominé, la cual consta de una unidad de bombeo reversible de 8 m<sup>3</sup>/seg de capacidad y otra unidad de bombeo no reversible de 8 m<sup>3</sup>/seg. En el Muña existe una planta de bombeo con 5 unidades con una capacidad total de 64 m<sup>3</sup>/seg para bombear desde el río Bogotá hasta el embalse del Muña.

### 5. Sistemas de abastecimiento de agua

El sistema de suministro de agua de Bogotá consta de: la planta de potabilización de Tibitó con capacidad de 12 m<sup>3</sup>/seg; la de Vitelma de

1.5 m<sup>3</sup>/seg; la planta Francisco Wiesner de 14 m<sup>3</sup>/seg y la de La Laguna 0.16 m<sup>3</sup>/seg; la capacidad actual de potabilización de agua es de 27.66 m<sup>3</sup>/seg de la cual sólo se usa la necesaria para abastecer la demanda de la red actual. La cobertura de servicio de acueducto en Bogotá se ha estimado en 96%.

En las cabeceras del resto de los municipios de la cuenca, la cobertura es bastante heterogénea variando entre 56% y 100%.

#### 6. Sistemas de alcantarillado

El sector central de Bogotá que cuenta con servicios de alcantarillado combinado cubre una área de 73 km<sup>2</sup>. El sistema está dotado de aliviaderos o estructuras de separación de flujo de tiempo seco y aguas pluviales con sus respectivos interceptores de aguas negras.

Las áreas ubicadas fuera de la zona combinada que tienen alcantarillado disponen de redes separadas para aguas lluvias y negras. En este sector existen zonas correspondientes a antiguos desarrollos subnormales en las cuales sólo se dispone de alcantarillado sanitario, lo cual ha inducido a la conexión ilícita de desagués pluviales con la consecuente sobrecarga del sistema y los inherentes problemas operativos y funcionales. El distrito sanitario corresponde al perímetro urbano de la ciudad y tiene un área aproximada de 240 km<sup>2</sup>. La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) ha venido incorporando al sistema áreas no previstas ubicadas fuera del perímetro sanitario y correspondientes en su mayoría a desarrollos subnormales e invasiones o urbanizaciones clandestinas; el desarrollo de nuevas áreas se ha extendido por fuera del perímetro sanitario antes de saturarse este último, y es así cómo el área desarrollada dentro del perímetro sanitario es sólo de 79%. El distrito sanitario actual es mayor que el previsto en el plan maestro en un 25% lo cual explica el déficit en el suministro del servicio. Sólo el 25% del área desarrollada está servida; la población servida es sólo de 84%; la no servida ocupa un área de 50 km<sup>2</sup> y es de aproximadamente medio millón de habitantes.

En las cabeceras de los demás municipios de la cuenca, la cobertura del servicio de alcantarillado es bastante heterogénea, variando desde 30% hasta 100%.

El sistema de intercepción, tratamiento y disposición de aguas negras para Bogotá sólo existe en etapa de diseño y consiste esencialmente de un canal interceptor principal complementado por un sistema de bombeo que lo alimenta y una planta de tratamiento en el sitio de Canoas. En el resto de poblaciones de La Sabana sólo existen dos lagunas de oxidación en los municipios de Cota y Tabio operadas por la CAR. Además se ha terminado el diseño de 20 plantas de tratamiento de aguas residuales municipales. Por otra parte, se ha venido elaborando un Plan Maestro de Calidad del Agua a través de un Convenio de Asistencia Técnica con el Gobierno de Holanda.

#### 7. Sistemas de riego y drenaje

El único sistema hidroagrícola organizado propiamente como distrito en la cuenca es el Distrito de Riego y Drenaje La Ramada, el cual tiene una extensión de 6 300 hás. Consta de un sistema de bombeo el cual descarga a un canal de aducción que conduce el agua a un sistema cenagoso que sirve como almacenaje del agua antes de distribuirla a un sistema de canales de riego. En la parte más baja del distrito existe una planta de bombeo para drenar el agua desde el distrito hacia el río Bogotá.

El área actual bajo riego en la cuenca alta del río Bogotá se estima en 30 600 hás y en la cuenca baja en el sector Girardot-Tocaima en 6 069 hás.

#### 8. Centrales hidroeléctricas

La capacidad instalada de potencia eléctrica en operación es de 559.7 MW. Próximamente entrará en operación el nuevo proyecto Mesitas con una capacidad de 600 MW. Toda la capacidad ha sido instalada por EEEB.

### C. ESTRUCTURA ECONOMICA Y SOCIAL REGIONAL

#### 1. Definición de la región servida por el sistema hídrico

La región servida es propiamente la cuenca del río Bogotá; el usuario principal es el Distrito Especial de Bogotá a través de la EAAB y de la EEEB; de otra parte, están los agricultores que usan el riego.

## 2. Estructura económica regional

Sector agropecuario. El área agropecuaria de la cuenca fue de 413 720 hás en 1983, de las cuales el 76% correspondió al cultivo de pastos y el resto a otros cultivos.

El número de cabezas de ganado en la cuenca es de cerca de 300 000. La producción de leche es de 379 millones de litros por año, la cual representa 15.5% de la producción nacional. En la subregión media localizada en la cuenca baja son importantes el café, los frutales, el maíz y la caña de azúcar; en la subregión Girardot-Bajo Bogotá es importante la ganadería, principalmente la de cría y levante, además de los cultivos de sorgo, algodón y maíz.

Industria. El valor agregado industrial en la cuenca está representado en su mayor parte por bienes de consumo y bienes intermedios y en una menor proporción por bienes de capital. El número total de establecimientos industriales en la cuenca en 1981 era de 3 596, la mayor parte pertenecientes a la industria manufacturera y a la extractiva, y en una menor proporción a la floricultura y a las curtiembres.

Energía eléctrica. El valor de las ventas de energía eléctrica por parte de la EEEB en 1985 fue de \$37 627 millones. El área de influencia de la empresa es el Distrito Especial de Bogotá y los Departamentos de Cundinamarca y Meta; la población total de dicha área se estima en 4,6 millones de habitantes de los cuales se considera que el 95% cuenta con el servicio de electricidad. La demanda bruta de energía del sistema agregado en 1985 fue de 6 685 millones de kWh. El número de suscriptores en 1985 fue de 763 752.

Acueducto. El número de suscriptores de la EAAB en diciembre de 1985 fue de 574 819. El valor de los ingresos de la EAAB por la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado en 1985 fue de \$9 973 millones.

Papel de la región en la economía nacional. El mercado de la producción industrial generada en la cuenca trasciende los límites de la misma hacia el resto del territorio nacional y hacia otros países; la industria manufacturera es particularmente importante. La producción agropecuaria es también de gran significación en el contexto nacional, particularmente la relacionada con el cultivo de flores, con la producción de leche y derivados lácteos y con el café.

Relación del sistema hídrico con la economía regional. El subsistema de generación hidroeléctrica contribuye al suministro de energía a una región más amplia que la misma cuenca, aunque el sistema eléctrico de la EEEB no es autosuficiente. El subsector de agua municipal también implica una relación importante con el resto de la economía.

El impacto de las empresas de electricidad y agua en la economía es grande, no sólo a través de sus ventas de servicios sino también por la demanda de recursos que genera para proveerlos. El riego agrícola introduce otra relación económica importante con la economía regional, principalmente en lo atinente a la floricultura.

La población de la cuenca. La población total asentada en la cuenca es de 4.7 millones de habitantes, de la cual el 94.1% está ubicada en las cabeceras municipales y el 5.9% es rural. La tasa de crecimiento de la población total es 2.33%; la de la urbana es 2.94% y la de la rural es 0.26%.

#### D. ADMINISTRACION DEL SISTEMA HIDRICO

##### 1. Entidad administrativa

La CAR fue creada en 1961 para promover el desarrollo de su área de jurisdicción; en 1968 se creó el Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente (INDERENA) para manejar los recursos naturales renovables en todo el territorio nacional, la cual delegó en la CAR las funciones atinentes al manejo del agua y a la ordenación de las cuencas hidrográficas en su área de jurisdicción. En 1978 la ley devolvió a las corporaciones autónomas regionales la competencia sobre el manejo de los recursos naturales en sus respectivas áreas de jurisdicción.

El área de jurisdicción inicial de la CAR incluía la hoya hidrográfica del río Bogotá desde su nacimiento hasta el Salto del Tequendama y toda la hoya hidrográfica de los ríos Ubaté y Suárez localizada en el territorio de los Departamentos de Cundinamarca y Boyacá. La ley 62 de 1983 modificó el área de jurisdicción de la CAR ampliándola a toda la hoya hidrográfica del río Bogotá desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Magdalena, incluyendo todo el Municipio de Girardot. La CAR, sin embargo, podrá realizar estudios y/o ejecutar obras fuera de su jurisdicción para lo cual podrá contratar la elaboración de los estudios y la construcción y

administración de las obras, llegado el caso, con las entidades o personas correspondientes.

## 2. Entidades usuarias

Las principales entidades usuarias son la EAAB y la EEEB, empresas dependientes del Distrito Especial de Bogotá. Además, son usuarias las entidades encargadas del suministro de agua y alcantarillado en las cabeceras municipales localizadas en la cuenca.

## 3. Estructura orgánica de la CAR

Mediante el Acuerdo No. 34 de 1981 la Junta Directiva de la CAR modificó la estructura orgánica que tenía, quedando la organización como se indica en el gráfico 2. La Junta Directiva de la CAR está integrada por 6 miembros, como sigue: el Jefe del Departamento Nacional de Planeación (DNP), quien la preside, o su delegado; un Principal y un Suplente designados por el Presidente de la República; el Alcalde Mayor de Bogotá o su delegado; el Gobernador de Boyacá o su delegado; el Gobernador de Cundinamarca o su delegado; y el Gerente de INDERENA o su delegado. El Director Ejecutivo tiene voz, pero no voto en sus deliberaciones.

## 4. Mecanismos de coordinación

Existen varios mecanismos de coordinación: un Comité Hidrológico integrado por los Gerentes de CAR, EAAB y EEEB; el Alcalde de Bogotá quien preside las Juntas Directivas de EAAB y EEEB y es miembro de la Junta Directiva de la CAR; el DNP a través de la División Especial de Corporaciones Regionales y de la Unidad de Infraestructura.

## E. RECURSOS FINANCIEROS DEL SISTEMA HIDRICO

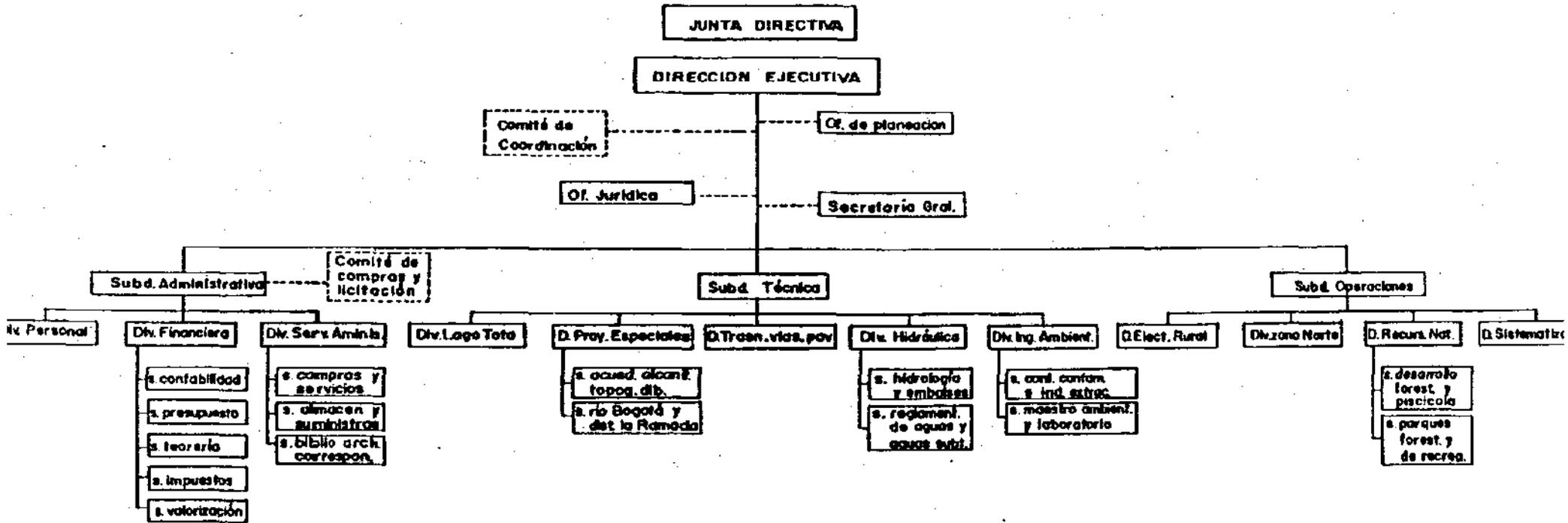
### 1. Fuentes financieras para el manejo del sistema

Las fuentes tradicionales de fondos de mayor importancia para la explotación del sistema han sido la CAR, EAAB y EEEB. Para la CAR la fuente principal de ingresos es el impuesto nacional sobre propiedades inmuebles situadas dentro del área de jurisdicción de la corporación, el cual el 1 de enero de 1984 fue

Gráfico 2

ESTRUCTURA ORGANICA ACTUAL DE LA CAR

Decreto No. 2021, septiembre 1981



establecido por Ley de la República en 2.5 por mil sobre el monto de los avalúos catastrales. Para la construcción de obras por parte de la CAR, tales como las relacionadas con el río Bogotá, se obtienen aportes del presupuesto nacional aunque su monto sólo ha sido una proporción menor de los ingresos de la corporación. Sin embargo, ésta tiene la posibilidad de recurrir a fuentes adicionales de recursos por concepto de valorización y de tasas de prestación de sus servicios, así como por multas.

## 2. Ingresos

Los ingresos de la CAR en 1985 fueron \$2 180 millones expresados en términos corrientes. La composición porcentual de los ingresos de la CAR por fuentes muestra que para 1985 éstos estuvieron constituidos en un 90% por recursos propios, en un 5% por aportes de otras entidades, en un 4% por recursos de crédito y en un 1% por aportes de presupuesto nacional. Los recaudos por el impuesto del 2.5 por mil en 1985 fueron de \$1 278 millones corrientes. Recientemente se han emitido resoluciones para distribuir contribuciones de valorización por concepto de obras específicas.

## 3. Gastos e inversión

Durante el lapso 1962-1984 los gastos de la CAR han fluctuado anualmente entre 11.2% y 10.45% de los ingresos anuales; la inversión ha fluctuado entre 58% y 83% de los gastos totales; el resto representa los gastos de funcionamiento. La inversión expresada en términos de los ingresos ha fluctuado anualmente entre 41% y 87%.

La inversión se ha asignado así: 46% para obras de infraestructura; 33% para manejo de aguas y control de contaminación; 12% para manejo de suelos y fauna; 8% para otros programas y 1% para ordenamiento territorial. En la ejecución de obras de infraestructura han existido aportes de la comunidad o del municipio beneficiado.

El objetivo de la CAR respecto a su manejo financiero es optimizar las fuentes de recursos financieros con que cuenta la región con el fin de lograr las fuentes de financiación adecuadas que permitan atender su desarrollo. Como estrategias se han planteado fortalecer la autonomía municipal acorde al nivel de desarrollo de cada municipio y adelantar acciones conjuntas con los

departamentos, tendientes a dar una adecuada capacitación a la administración municipal respecto al manejo presupuestal.

Los egresos de la CAR en 1985 fueron \$2 243 millones corrientes, de los cuales el 81% correspondió a gastos de inversión, 15% a gastos de funcionamiento y 4% al servicio de la deuda.

## II. EVALUACION DEL SISTEMA DE MANEJO

### A. FACTORES EXOGENOS AL MANEJO

#### 1. Aspectos biofísicos

En la cuenca se presentan sequías con frecuencia, particularmente durante la estación más seca comprendida entre diciembre y marzo, especialmente en la cuenca alta donde la precipitación es menor y el uso del agua más intenso. Además durante la estación seca el caudal disponible en Alicachín es muy bajo, a pesar de los embalses de regulación, para utilizar a un alto porcentaje de su capacidad la potencia instalada en el subsistema de generación hidroeléctrica de la EEEB localizado aguas abajo de Alicachín. Durante esta estación se presenta una competencia por el uso del recurso entre los usuarios del riego y la EEEB, en la cual ésta queda como usuario residual; en consecuencia, la capacidad instalada de la EEEB queda sometida a un estado de subutilización que incide significativamente en su resultado económico. Esta situación es consecuencia de una deficiente planeación del recurso agua en la cuenca con un criterio de aprovechamiento para fines múltiples. El aprovechamiento hidroeléctrico ha sido planeado sin una cuidadosa previsión de la demanda de agua para riego en la Sabana, con lo cual al aumentar ésta significativamente, la capacidad de generación de potencia eléctrica instalada puede resultar excesiva para los caudales residuales que realmente llegan a Alicachín. Este problema de conflicto entre el riego y la generación hidroeléctrica en el río Bogotá es un asunto de capital importancia desde el punto de vista del aprovechamiento económico del agua en la cuenca, que está siendo analizado actualmente en la Segunda Fase del Estudio Nacional de Aguas.

Las inundaciones también afectan significativamente el sistema hídrico. Este problema ha sido parcialmente resuelto mediante la ejecución de un programa de emergencia para disminuir el riesgo del desbordamiento del río en

el corto plazo. Existen además estudios para la ejecución de obras que resolverían el problema definitivamente en el largo plazo.

El fenómeno de las heladas también afecta gravemente la agricultura en la Sabana de Bogotá, particularmente durante el lapso de diciembre a febrero para el cual la probabilidad de ocurrencia de una helada es de 12%.

## 2. Asuntos políticos

La estabilidad política general, aunque no puede considerarse óptima en el país, por la presencia de fuerzas subversivas en algunas regiones, puede afirmarse que está bajo control y que además existe un proceso político dirigido a lograr un acuerdo de paz que eventualmente conduzca a una terminación definitiva de la subversión. Se cree que ésta seguirá estando esencialmente bajo control. El ámbito específico de la cuenca del río Bogotá no ha estado sujeto a una acción importante por parte de la subversión, y no se espera que lo vaya a estar en el futuro.

## 3. Política económica nacional

La política económica del país ha sido relativamente ortodoxa dentro del esquema de un sistema de economía mixta esencialmente capitalista. Se ha buscado en los últimos años una tasa de crecimiento aceptable dentro de las restricciones impuestas por el ambiente económico internacional, con lo cual al mismo tiempo se ha buscado mantener el empleo en un nivel aceptable; de otra parte, se ha buscado generar las divisas necesarias para el pago de la deuda externa existente y para satisfacer el flujo de divisas necesario para el funcionamiento adecuado de la economía. Durante los últimos años el adecuado manejo de la deuda externa ha sido el objetivo predominante del manejo de la política económica, para lo cual se diseñó un programa de ajuste, con el objetivo complementario de disminuir el déficit fiscal.

La tasa de crecimiento del producto interno bruto en 1985 fue de 2%, año en el cual las actividades primarias experimentaron un mayor dinamismo, particularmente el auge del carbón y del petróleo. El crecimiento económico fue débil en las actividades urbanas, lo cual incrementó el desempleo en las cuatro principales ciudades a 14.7% de la población económicamente activa.

Esto estuvo acompañado por una disminución en los salarios reales en todos los sectores de la economía, ya que al mismo tiempo que se redujeron

las tasas de ajuste de los salarios nominales se aceleró el ritmo de inflación debido a la insuficiente producción de alimentos. La tasa de inflación de 1985 fue de 22.5%.

En materia de precios, la política en general es de libertad de precios, con algunas excepciones, tales como los combustibles, el cemento, las tarifas de los servicios públicos, el transporte y la leche, productos que tienen una gran incidencia social.

#### 4. Limitaciones técnicas

La principal limitación está asociada con la capacidad de descarga del túnel de Chingaza, el cual fue diseñado para una descarga máxima de 30 m<sup>3</sup>/seg y fue diseñado sin revestimiento reforzado en una longitud considerable del túnel. Sin embargo, después de ponerlo en operación se experimentaron problemas geotécnicos que ocasionaron derrumbes en el mismo, lo cual hizo necesario efectuar el revestimiento de una longitud adicional importante. La capacidad máxima del túnel es ahora de sólo 20 m<sup>3</sup>/seg.

### B. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA PARA EL MANEJO DEL SISTEMA HIDRICO

#### 1. Unidades funcionales (véase gráfico 2)

La estructura principal de la organización consiste en una Junta Directiva, de la cual depende la Dirección Ejecutiva que está asistida por una Oficina Jurídica, una Oficina de Planeación y una Secretaría General. De la Dirección Ejecutiva dependen tres subdirecciones: la técnica, la de operaciones y la administrativa. De la técnica dependen cinco divisiones: hidráulica, ingeniería ambiental, transportes, vías y pavimentos, proyectos especiales y Lago de Tota (fuera de la cuenca).

De la Subdirección de Operaciones dependen cuatro divisiones: recursos naturales, electrificación rural, zona norte (fuera de la cuenca), y sistematización. Además existen tres órganos de asesoría y coordinación: el Comité Directivo, la Junta de Licitaciones y la Comisión de Personal.

#### 2. Funciones

Junta Directiva. El órgano supremo de la CAR es la Junta Directiva cuyas funciones están clasificadas así: las de clase A requieren para su

validez la aprobación del Gobierno Nacional, a la cual pertenecen la adopción de los estatutos y cualquier reforma a ellos; la determinación de la planta de personal; la participación en sociedades o suscripción de acciones en ellas; la adopción del reglamento para establecer y cobrar impuestos y contribuciones de valorización o similares, y la aprobación de la creación de zonas de reservas y la sustracción de áreas dentro de las mismas. A la clase B pertenecen la delegación en otras entidades descentralizadas territorialmente o por servicios, de funciones encomendadas a la corporación, y reasumirlas si fuere el caso, así como aprobar los contratos o convenios correspondientes. A la clase C pertenecen las demás funciones, tales como determinar la estructura interna de la corporación, para lo cual podrá crear, suprimir y fusionar dependencias y asignarles funciones; formular la política general de la corporación y los planes y programas conforme a las reglas prescritas por el DNP; delegar cuando lo considere conveniente, alguna o algunas de sus funciones en el Director Ejecutivo, etc.

Director Ejecutivo. El Director Ejecutivo es agente del Presidente de la República, de su libre nombramiento y remoción, es el representante legal y primera autoridad ejecutiva responsable de su funcionamiento. Debe ser un experto de amplia y reconocida competencia y experiencia en la técnica de organización y manejo de empresas. Sus funciones principales son: dirigir el personal y la ejecución de sus funciones; suscribir los contratos; nombrar y remover los empleados; proponer a la Junta Directiva la creación y supresión de cargos; dictar los reglamentos y normas administrativas; proponer a la Junta Directiva el proyecto de distribución del presupuesto; informar al Presidente de la República a través del DNP sobre la ejecución de los programas, etc.

Oficina de Planeación. Sus funciones son: asesorar al Director Ejecutivo en los aspectos técnicos, económicos y administrativos de la corporación, presentando planes, y en la coordinación de programas con organismos similares o entidades que efectúen actividades relacionadas con las propias de la corporación; mantener un sistema de información para la evaluación de la planeación; colaborar con el Consejo Regional de Planeación; elaborar el Plan Maestro para el área de la jurisdicción de la CAR; proponer los términos de referencia para los estudios que la corporación requiera en el campo de la planeación urbana y regional, etc.

Oficina Jurídica. Sus funciones son: estudiar los asuntos jurídicos relacionados con la corporación y elaborar los proyectos o conceptos respectivos; codificar las normas legales; suministrar la documentación pertinente al Ministerio Público en los juicios en que sea parte la corporación, e informar al DNP y a la Secretaría Jurídica de la Presidencia de la República sobre el curso de dichos juicios; elaborar las mirutas correspondientes para los actos y contratos de la corporación, etc.

Secretaría General. Sus funciones son: velar por el cumplimiento de las normas de la entidad y por el eficiente desempeño de las funciones técnicas y administrativas de la misma; refrendar con su firma los actos administrativos del Director Ejecutivo y de la Junta Directiva; ejercer las funciones que le delegue el Director Ejecutivo y representarlo cuando éste lo solicite.

Subdirección Técnica. Sus funciones principales son: elaborar planes y programas de trabajo para proponer a la Dirección Ejecutiva; dirigir, coordinar y supervisar los programas relacionados con proyectos y diseños, apertura y mantenimiento de vías, obras hidráulicas, ingeniería ambiental, reglamentación de aguas, hidrología y embalses, topografía y dibujo, apertura de pozos y demás actividades relacionadas con la Subdirección; colaborar con la Oficina de Planeación en la elaboración del anteproyecto de presupuesto de la corporación; asesorar a la Dirección Ejecutiva en los asuntos técnicos, etc.

Subdirección Administrativa y Financiera. Sus funciones son: elaborar planes y programas de trabajo para someterlos a aprobación; dirigir y supervisar la elaboración de estudios, reglamentos, normas, sistemas y procedimientos administrativos; dirigir la elaboración del proyecto de presupuesto; asesorar en asuntos administrativos y financieros a la Dirección Ejecutiva y a las Subdirecciones Técnica y de Operaciones; evaluar el desarrollo y ejecución de sus propios programas y actividades, etc.

Subdirección de Operaciones. Tiene como funciones: dirigir, coordinar y supervisar los programas relacionados con la electrificación, recursos naturales, distritos de riego y drenaje y sistematización; colaborar con la Oficina de Planeación en la elaboración del proyecto de presupuesto de la corporación; dirigir y supervisar el programa de reforestación de los cerros orientales de la ciudad de Bogotá; aprobar los programas específicos de operación y mantenimiento de obras administradas por la corporación;

presentar su programa de trabajo a la Dirección Ejecutiva y evaluar el desarrollo y ejecución de sus programas.

Organos de Asesoría y Coordinación:

- Comité Directivo. Está constituido por el Director Ejecutivo, quien lo preside, el Secretario General quien actúa como Secretario del Comité, y los Subdirectores Administrativo, Técnico y de Operaciones.

- Junta de Licitaciones o Adquisiciones. Está conformada por el Secretario General quien la preside, los Subdirectores Administrativo, Técnico y de Operaciones, el Jefe de la División Financiera y el Jefe de la División de Servicios Administrativos quien actúa como Secretario de la Junta, con voz pero sin voto; asiste, además, con voz pero sin voto, el Auditor de la Contraloría General de la República ante la CAR. Tiene como función analizar, estudiar y recomendar la adjudicación o rechazo de las propuestas u ofertas para licitaciones o concursos de méritos que se realicen.

- Comisión de Personal. El Acuerdo 34 de 1981 estipula que se integrará la Comisión de Personal y cumplirá sus funciones conforme a las disposiciones legales vigentes sobre la materia.

3. Consideraciones evaluativas de la estructura orgánica

Un aspecto de importancia central de la estructura es su división en subdirecciones. No resulta clara la necesidad de una Subdirección de Operaciones como la actual, a la cual le han asignado las labores de recursos naturales y el manejo de la subcuenca alta del río Suárez. En forma sustitutiva a la Subdirección de Operaciones podría crearse más bien una Subdirección de Planeación transformando la Oficina de Planeación en esta Subdirección con el propósito de fortalecerla. Esta tendría como objetivo principal la continuación y actualización del Plan Maestro Regional de la CAR y tendría una sección dedicada al planeamiento hídrico, área que en la actualidad se considera débil en la corporación.

Una reestructuración administrativa definitiva requiere un tratamiento de mayor profundidad del que puede hacerse en el contexto de este trabajo.

#### 4. Ubicación de personal

La mayor parte del personal de la corporación está ubicada en Bogotá donde opera su sede principal; para la subcuenca alta del río Suárez existe una subsede en el Municipio de Ubaté.

Conviene considerar la posibilidad de instalar una subsede en la cuenca baja del río Bogotá, ya que las partes media y baja de esta zona se encuentran un poco alejadas de Bogotá, y la parte media requiere un manejo muy cuidadoso de sus condiciones geotécnicas y geomorfológicas. Dicha subsede podría localizarse en Girardot.

También existe personal cuyo sitio de trabajo, por su misma naturaleza se encuentra localizado propiamente fuera de las sedes, tal como el ocupado en los viveros, parques, y los operadores del sistema hídrico.

#### 5. Integración de los usuarios en la toma de decisiones sobre el manejo

El papel de los usuarios en el manejo de los recursos hídricos se refleja principalmente en el Comité Hidrológico, en el cual están representadas la EAAB, EEEB y la CAR. Sin embargo, cabe observar que en este comité no existe una representación directa de los usuarios del agua para el riego agropecuario; esto ha influido en crear una tendencia a que la CAR asuma en el Comité una posición en defensa del uso del agua para riego, subestimando su papel fundamental de optimizador del uso del agua para todos los propósitos.

El grado de influencia de la EEEB en el manejo del sistema ha sido alto, debido a que ésta es la entidad propietaria del embalse de Tominé, que es el de mayor capacidad, y es la entidad encargada de la operación física de este embalse con el interés de maximizar el volumen de agua aprovechado en el sistema de generación, con lo cual establece una competencia con los usuarios del agua para el riego que están localizados aguas arriba de la captación para el sistema hidroeléctrico.

El grado de influencia de la EAAB en el manejo del sistema ha sido menor, ya que su interés principal ha sido tener agua suficiente para satisfacer la demanda del subsistema de acueducto, lo cual usualmente se garantiza con la normal operación del sistema para la generación hidroeléctrica. Por otra parte, cuando ocurren grandes crecidas de baja

frecuencia o probabilidad de ocurrencia, que elevan el nivel del río dificultando el drenaje de las zonas más bajas de Bogotá, o creando un riesgo alto de desbordamiento del río en el área urbana, la EAAB está interesada en operar el sistema de tal manera que el nivel del río se reduzca; en estos momentos esta empresa puede ejercer una influencia importante en las decisiones de operación.

La principal limitación existente de la posibilidad de participación de los usuarios del riego es su falta de presencia directa en el Comité Hidrológico; en consecuencia, es recomendable revisar la estructura de este comité para incluir en él un representante directo de los usuarios del riego. Se recomienda además, designar un profesional especializado de alta calificación con dedicación permanente, y con su secretaria, para desempeñar en forma más efectiva la función de Secretario Técnico del Comité Hidrológico; este funcionario sería empleado por la CAR y tendría la categoría de Asesor.

#### 6. Estructura organizativa de las instituciones encargadas del manejo de los recursos hídricos

Además de la EAAB, la EEEB y la CAR, existen en la cuenca otras entidades usuarias del agua, principalmente las relacionadas con los acueductos de las cabeceras municipales localizadas en la cuenca, las cuales de una parte usan el agua para las necesidades de las respectivas poblaciones y de otra parte la devuelven como agua residual al sistema. La coordinación entre aquéllas y éstas es casi inexistente, a pesar de que los aspectos relativos al aprovechamiento hídrico tienen una relación importante. Institucionalmente, el instrumento apropiado para efectuar esta coordinación en cuanto se refiere al planeamiento, es el Plan Maestro Regional de la CAR; sin embargo, éste es aún muy reciente y no ha sido todavía adoptado oficialmente, razón por la cual dicha coordinación no se ha efectuado.

### C. EVALUACION DEL AMBITO DE LAS FUNCIONES DE LA DIRECCION DEL SISTEMA HIDRICO

#### 1. Grado de autoridad

La dirección del sistema hídrico, entendida como la CAR, tiene capacidad para la contratación de personal, siempre y cuando se ajuste a las disposiciones

legales vigentes, tales como los decretos sobre Planta de Personal de Empleados Públicos y de Trabajadores Oficiales. Los rangos de sueldos para las diferentes categorías de personal también están reglamentados por el Departamento Administrativo (nacional) del Servicio Civil, el cual los determina para la CAR y para las otras corporaciones regionales similares.

Por otra parte, en cuanto al establecimiento de contribuciones de valorización, la corporación puede hacer efectivo el impuesto de valorización con la previa aprobación del Gobierno Nacional. Además, está autorizada para recibir el producto del impuesto nacional sobre las propiedades inmuebles situadas dentro del área de jurisdicción de la CAR, equivalente al dos y medio por mil sobre el monto de los avalúos catastrales. Adicionalmente, está facultada para decretar tasas por la prestación de sus servicios.

## 2. Limitaciones de la entidad directiva

La principal limitación de la CAR se encuentra en la estructura de su planta de personal, debido a la baja remuneración relativa frente a la EEEB y a la EAAB y a que el peso que en ella tiene el personal con categoría de profesional especializado es muy bajo, en relación con la naturaleza del problema técnico que enfrenta la corporación, sus grandes implicaciones en la cuenca y la gran responsabilidad que se le ha asignado. Este hecho da lugar a que empresas de servicios distritales dispongan de personal de más alta calificación; este problema incide notablemente en que la autoridad técnica de la CAR pueda quedar en un momento dado en un estado de inferioridad, lo cual resulta inconveniente si se tiene en cuenta que la CAR tiene la responsabilidad máxima por el manejo integral del recurso agua.

Dentro de esta misma limitación cabe resaltar en forma especial lo relativo a la capacidad de la planta de personal para efectuar las funciones de planeación. Presumiblemente, esta debilidad ha incidido significativamente en la posición secundaria en que está ubicado actualmente el Plan Maestro de la corporación dentro de ella misma; cabe resaltar en este contexto una particular debilidad en el campo del planeamiento hídrico.

Una tercera limitación de la corporación que cabe resaltar, relacionada muy específicamente con el sistema hídrico, se refiere al Comité Hidrológico, en el sentido de que éste ha sido estructurado simplemente como un grupo de funcionarios que se reúnen periódicamente para analizar y decidir, pero que

carece de una Secretaría Técnica permanente que atienda en forma exclusiva los asuntos de interés del Comité.

En cuanto a coherencia de objetivos relacionados con la explotación del sistema hídrico, el enunciado por la CAR es esencialmente el de optimizar el aprovechamiento del recurso agua; no obstante, a veces aparece más como un ente interesado en el aprovechamiento y control del agua para los propósitos no cubiertos por la EAAB y la EEEB, es decir para el riego y el control de las inundaciones principalmente, aunque su preocupación en el campo del control de la calidad del agua ha sido evidente. En esta forma, la coherencia de objetivos no aparece perfecta, y es por lo tanto recomendable corregir este defecto, de tal manera que realmente se esté buscando una optimización integral más que una sub-optimización parcial del recurso agua.

Como consecuencia de lo anterior, no es evidente que el personal relacionado con el sistema hídrico entienda en una forma clara y homogénea los objetivos y prioridades del sistema; la imagen es más bien heterogénea y exhibe cierto grado de confusión.

La corporación funciona con un presupuesto anual para todas sus actividades, incluyendo dentro de ellas las asociadas con el sistema hídrico; dicho presupuesto se determina en consulta con las respectivas dependencias de la estructura orgánica de la corporación, y puede ser revisado durante el ejercicio anual.

Las descripciones de funciones están especificadas por escrito para las diferentes dependencias de la entidad y además para todos y cada uno de los cargos en todos los niveles, sin que exista, sin embargo, una garantía de su estricto cumplimiento. La índole del estilo directivo es de gran autoridad del Director Ejecutivo, quien actúa con las restricciones estipuladas en los estatutos de la corporación, es decir, consultando periódicamente la Junta Directiva. En ésta, el representante que tradicionalmente ha tenido una mayor influencia ha sido el Jefe del DNP, dada su mayor capacidad técnica y su respaldo en la División Especial de Corporaciones Regionales.

## D. MANEJO DE LAS OPERACIONES DEL SISTEMA HIDRICO

### 1. Planificación del manejo

Para la realización de las diferentes operaciones o actividades necesarias para la marcha normal de la corporación se ha elaborado un Manual de Funciones y Requisitos Mínimos a nivel de cargo, el cual incluye para cada cargo su identificación con la relación de dependencia, la descripción de funciones y los requisitos para el cargo, y ha sido aprobado por el Departamento Administrativo del Servicio Civil según Resolución 792 de 1985. La descripción de funciones es teóricamente la guía general del funcionario en cuanto a sus responsabilidades se refiere. En la práctica, sin embargo, el funcionario usualmente actúa según su propio criterio y siguiendo las instrucciones del funcionario inmediatamente superior.

En cuanto a los métodos que se utilizan para la recopilación y el análisis de datos sobre las operaciones, es conveniente efectuar una cuidadosa revisión de los mismos.

Los planes propuestos sobre las operaciones, son examinados con la EAAB y la EEEB en el Comité Hidrológico, dentro del cual se ha creado recientemente un pequeño sub-comité, con el fin de concertar los intereses relativos a estas empresas; los intereses de los usuarios del riego se supone que están en alguna forma representados por la CAR; es recomendable incluir en el comité un representante directo de los usuarios del agua para el riego.

### 2. Ejecución del manejo

El diseño de los métodos y los procedimientos para la recopilación y análisis de la información permanente sobre las operaciones del sistema hídrico podrían mejorarse sustancialmente.

### 3. Vigilancia

Existe en la CAR un programa regular de vigilancia ambiental en lo que se refiere al control de contaminación del agua por parte de las industrias, para las cuales se lleva un archivo de información que se trata de mantener actualizado mediante la realización de visitas que esporádicamente se efectúan a las industrias. Este sistema de archivo actualizado permite efectuar un control, mediante el envío de comunicaciones a las industrias

contaminantes, en las cuales se les exige, en primera instancia, la realización de estudios tendientes a definir sus proyectos de control de contaminación a nivel de planta, y luego la adopción de medidas específicas que efectivamente controlen el grado de contaminación del agua. Este programa se apoya a su vez en un subprograma de muestreo y análisis de laboratorio que permite a la corporación efectuar un seguimiento de la calidad del agua de los vertimientos. Por su parte, la EAAB, para el correcto desarrollo de su Plan Maestro de Alcantarillado ha considerado necesario reglamentar por medio de un Programa de Control de Vertimientos aquellas descargas nocivas al alcantarillado y a las futuras plantas de tratamiento, o que afecten directamente la salud pública y los recursos naturales de la cuenca del río Bogotá. El programa permite a los usuarios dentro de la jurisdicción de la EAAB satisfacer los requerimientos que sobre uso del agua y vertimientos al alcantarillado, canales y fuentes superficiales contemplan las reglamentaciones existentes (Ley Sanitaria Nacional: Decreto 1594; Acuerdo 09 de la CAR y Reglamento de Usuarios de la EAAB). Para este efecto el programa se realizó a través de la concertación previa del Ministerio de Salud, la CAR, el Servicio de Salud de Bogotá y la EAAB. El Programa cuenta además con un Comité Coordinador, del cual forman parte, además de las entidades referidas, representantes del sector industrial de la ciudad. Este comité tiene por funciones velar por el cumplimiento del programa e informar sobre el progreso del mismo al sector gubernamental así como a los usuarios del sistema de alcantarillado.

El programa tiene como objetivos establecer un diagnóstico, definir las políticas de reglamentación y vertimientos y estructurar un sistema de control y vigilancia a largo plazo. El programa se ha planteado en etapas progresivas con las siguientes actividades: plan piloto de caracterización de grupos industriales; inventario de usuarios; identificación de contaminantes a través de programas de muestreo y análisis de vertimientos; control de vertimientos; y monitoreo y cumplimiento de la reglamentación.

#### 4. Mantenimiento

La infraestructura física del sistema que maneja la CAR no ha estado mantenida en términos generales en forma óptima. Así, por ejemplo, las estaciones de medición de los fenómenos meteorológicos e hidráulicos no están

todas bien mantenidas, así como tampoco lo están algunas obras de infraestructura como estaciones de bombeo, canales, etc. Es recomendable establecer un programa de mantenimiento de equipos y obras en la corporación, ya que no se conoce que existan procedimientos por escrito para planificar, ejecutar y vigilar el mantenimiento de la infraestructura.

El programa de mantenimiento de la EEEB deja mucho que desear, a juzgar por la alta tasa de indisponibilidad de las plantas que registró durante el último año, así como el alto porcentaje de pérdidas registradas.

El programa de mantenimiento de la EAAB también podría mejorarse en cuanto se refiere al sector de alcantarillado.

### 5. Relación de los usuarios

Los esfuerzos que tradicionalmente se han hecho para asegurar que los usuarios se beneficien al máximo de la infraestructura del sistema y de las demás oportunidades creadas por la dirección del sistema hídrico, no se consideran suficientemente eficaces. No siempre se informa a los usuarios adecuadamente sobre los procedimientos operativos o sobre cualquier cambio de procedimiento; tampoco se conoce que exista una asignación formal de responsabilidades dentro del manejo del sistema para manejar las relaciones con los usuarios.

## III. EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE MANEJO

### A. PRODUCTIVIDAD

La energía propia generada por la EEEB en 1985 fue de 2 768 gWh, de los cuales 2 389 gWh (86%) fueron de fuente hídrica y el resto de origen térmico.

El valor total de la energía comprada en 1985 fue de \$9 918 millones, con lo cual la tarifa media fue de \$2.86 por kWh; se evalúa la energía propia generada a este mismo precio, se obtiene un valor de \$7 916 millones.

El factor de utilización de las centrales hidráulicas fue 50%, el cual se considera bajo, y su disponibilidad promedio sólo fue de 69%, debido a la debilidad del programa de mantenimiento preventivo de las plantas de generación. Para la generación hidráulica se aprovecha un total de 806 millones de m<sup>3</sup>, lo cual da un factor de 3 kWh por m<sup>3</sup> de agua turbinada.

En cuanto al acueducto, el número de abonados al sistema de Bogotá a diciembre de 1985 fue de 549 819, registrando un crecimiento de 5.2% anual con respecto al año anterior. El volumen de agua vendido por la EAAB en 1985 fue de 257 millones de m<sup>3</sup>, lo cual da un total de 432 m<sup>3</sup> por abonado y por año, equivalente a 1.18 m<sup>3</sup> por abonado y por día. Los ingresos totales de la EAAB en 1985 fueron \$11 930 millones, los cuales incluyen los conceptos de acueducto y alcantarillado. Los ingresos por concepto de acueducto fueron \$6 661 millones, lo cual arroja un valor de \$26.00 por m<sup>3</sup> de agua entregada por el sistema de acueducto.

En cuanto al agua para riego, su disponibilidad está reglamentada por el sistema de concesión de un caudal máximo, sin que se haya establecido hasta el momento un pago por la cantidad usada. Sin embargo, el agua para el riego tiene una productividad importante en el sector agropecuario, aunque ésta no ha sido medida cuidadosamente hasta el momento. En cualquier caso, el valor económico del riego en la cuenca del río Bogotá varía mucho con el uso mismo que se le dé al agua, siendo muy alto cuando se destina a la floricultura, posiblemente mayor que \$15 por m<sup>3</sup> y relativamente bajo cuando se destina a otros cultivos menos rentables como los pastos.

Debido a la falta de un estudio detallado y de profundidad no existe actualmente suficiente claridad en cuanto se refiere al conflicto económico existente entre el agua usada para el riego antes de la captación del caudal para las plantas hidroeléctricas y la generación de hidroelectricidad. Es posible que desde el punto de vista económico el valor del agua sea superior en los cultivos más rentables como las flores al costo de oportunidad del agua para generación de energía eléctrica; sin embargo, es dudoso que esto ocurra con los cultivos de más baja rentabilidad como los pastos. Este es un problema de economía hídrica que debiera esclarecerse con el suficiente detalle para poder efectuar una labor de planeamiento hídrico más racional.

## B. CONSECUENCIAS AMBIENTALES DE LAS OPERACIONES DEL SISTEMA HIDRICO

### 1. Sistema geofísico

En la cuenca baja el uso de la tierra ha sido afectado en cierta medida por el efecto de la contaminación del agua; esta zona que goza de un excelente

clima para fines recreativos fue hace algunos años una región apetejada para las actividades recreativas privadas y para el turismo, pero indudablemente ha perdido atractivo y en cierta forma ha sufrido un proceso de decaimiento progresivo por efecto de la creciente contaminación del río Bogotá. El estancamiento de la zona ha incidido indirectamente en el uso de la tierra impidiendo que éste evolucione en forma más intensiva.

Los procesos de erosión en la cuenca se presentan en forma localizada. En la cuenca alta se presentan en la zona del río Checua, inducidos principalmente por un uso irracional de un suelo de características favorables al fenómeno de la erosión; también se presentan en algunas zonas de la parte más alta de la cuenca del río Bogotá, por la misma razón, y también un poco en la cuenca tributaria del embalse de Tomíná donde se ha efectuado un programa de reforestación, así como en los demás embalses. Sin embargo, puede decirse que la magnitud de la sedimentación de los embalses del sistema es tolerable y que ésta no constituye un problema prioritario; no así en la cuenca del río Checua donde al alto contenido de los sedimentos en suspensión eleva el costo del tratamiento del agua en la planta de potabilización de Tibitó.

En la cuenca baja se presenta un fenómeno complejo de erosión que ha evolucionado hacia un delicado problema de estabilidad geotécnica que afecta la seguridad misma de las obras civiles relacionadas con el aprovechamiento hidroeléctrico instalado en esta zona. La zona media se caracteriza por una alta pluviosidad y una alta pendiente, factores que combinados con una práctica poco cuidadosa del manejo del suelo y con unas obras de infraestructura (carreteras) poco respetuosas de los aspectos de drenaje y el control de la erosión, han dado lugar a una situación que requiere de la máxima atención para impedir que se ponga en peligro la estabilidad de las obras de aprovechamiento hidroeléctrico.

El sistema hídrico ha tenido un efecto importante sobre los suelos del distrito de riego de La Ramada por efecto de la contaminación del agua, particularmente por los cloruros y las sales en solución que provienen de la contaminación causada por las industrias localizadas aguas arriba del distrito; este efecto ha sido investigado en cierta medida y ha sido verificado por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

Presumiblemente un estricto control de los vertimientos de las industrias localizadas aguas arriba atenuaría sustancialmente este problema

que está causando un fenómeno progresivo de salinización del suelo. Un efecto similar a éste puede estar ocurriendo en la cuenca baja donde se usa el agua contaminada del río Bogotá para el riego de cultivos en el municipio de Tocaima; sin embargo, la medida en que este fenómeno puede estar ocurriendo no se ha investigado hasta el momento.

Con respecto al control de inundaciones, el sistema hídrico ha tenido un efecto importante sobre el sistema geofísico, como consecuencia directa de la regulación de caudales por los embalses así como por los diques de tierra de confinamiento del flujo que han sido contruidos en la parte más baja de la cuenca alta.

## 2. Sistema biológico

La contaminación del río Bogotá ha eliminado casi totalmente las especies piscícolas y anfibias que vivían en él, ha desmejorado el habitat de las aves que se alimentaban en éste y ha causado un efecto sobre la producción pesquera del río Magdalena, el cual no ha sido suficientemente evaluado.

La contaminación del agua en el área de la CAR incluye la relativa a áreas urbanas con conexión al alcantarillado, y la de las áreas rurales; ambas pueden ser de origen doméstico o industrial. La contaminación doméstica orgánica en la cuenca del río Bogotá se ha estimado en una demanda bioquímica de oxígeno de unas 209 ton/día, de la cual aproximadamente 90% corresponde a la zona de Bogotá y Soacha; La contaminación por patógenos, medida como el número más probable de coliformes fecales  $\times 10^{-10}$  por día en la cuenca es de 4 686 092. La contaminación industrial orgánica expresada en términos de demanda bioquímica de oxígeno en la cuenca es de 85.3 ton/día, de la cual aproximadamente el 81% corresponde a la zona de Bogotá y Soacha.

La mala calidad del agua ha afectado significativamente las condiciones de salud y nutrición de la población localizada en la cuenca baja, parte de la cual aún usa el río Bogotá como fuente para su acueducto (municipios de Anapoíma y Agua de Dios).

## 3. Medio ambiente humano

Acueductos y alcantarillados. La cobertura del servicio de agua potable en el Distrito Especial se ha estimado en 96%, indicador aparentemente alto en términos porcentuales, pero que a su vez muestra que la población sin servicio de agua potable es de 140 000 habitantes. Por su

parte, la cobertura del servicio de alcantarillado es de 84%, lo que implica una población absoluta deficitaria de 639 000 habitantes; el grueso de esta población está ubicada en las zonas periféricas de la ciudad, principalmente de la zona sur, donde actualmente la EAAB adelanta un plan para mejorar esta situación durante los próximos cuatro años.

En cuanto a las cabeceras municipales, algunas de ellas registran niveles de cobertura en el servicio de acueducto tan bajos como 65%; además algunas cabeceras sólo cuentan con un tiempo limitado del servicio del agua, y el tratamiento que se da al agua es deficiente. Sólo en aproximadamente la mitad de las cabeceras se da tratamiento (tipo A) al agua, que garantiza su potabilidad; las demás cabeceras dan un tratamiento deficiente o ningún tratamiento, y están localizadas principalmente en la cuenca alta del río Bogotá. La calidad del agua de los acueductos está asociada directamente con la entidad administradora del servicio y con la eficiencia de su gestión. Los acueductos que reciben tratamiento adecuado están en su mayoría administrados por las Empresas de Obras Sanitarias (EMPOS) o bajo la tutela de Empresas Públicas o Juntas Administradoras; los acueductos administrados directamente por el municipio generalmente no dan un tratamiento adecuado al agua, lo cual se atribuye a su baja capacidad administrativa. Cabe señalar que aún en aquellos municipios en los cuales se aplica un tratamiento tipo A, los análisis de agua efectuados en los acueductos registran problemas de potabilidad, lo cual se atribuye al alto nivel de contaminación de las fuentes y a la inadecuada administración del servicio.

En cuanto al alcantarillado, la deficiencia es aún mayor, estimándose que la cobertura del servicio es de aproximadamente 70% de la población. El Municipio de Tena carece totalmente de este servicio y existen muchos otros municipios altamente deficitarios en la cuenca del río Bogotá.

En cuanto a sistemas de tratamiento de aguas residuales, sólo existen dos lagunas de oxidación en la cuenca alta, la de Cota y la de Tabío.

Ahora bien, en cuanto se refiere al área rural la cobertura de acueducto es extremadamente baja y para la población que vive en pequeños núcleos no llega al 10%, aunque la información es deficiente; dado el alto nivel de la contaminación del agua en la región, esta situación se considera crítica.

En los municipios de la cuenca se presentan altas tasas de mortalidad por municipios entre menores de cinco años a causa de infecciones

intestinales y diarreicas, asociadas con la deficiencia en la calidad del agua. La tasa de mortalidad entre menores de 5 años para la cuenca es del orden de 13 por mil, mientras la tasa de morbilidad es del orden de 19 por mil; la tasa de mortalidad en menores de 5 años por infecciones intestinales en la cuenca es del orden de 2.6 por mil, mientras la tasa de morbilidad es de 4.5 por mil.

### C. COSTOS Y SU RECUPERACION

Los costos en el sistema hídrico del río Bogotá considerado en su totalidad, se producen a través de tres entidades: la EAAB, la EEEB y la CAR. Las dos primeras empresas distritales tienen el perfil característico de las empresas de servicios públicos, es decir, esencialmente suministran un servicio para lo cual incurren en un costo, y tratan de recuperar el costo incurrido mediante el cobro de una tarifa al usuario, adoptando esencialmente una política de auto financiación de la empresa.

En cambio la CAR, es más bien una corporación de desarrollo regional cuyo objetivo es promover el desarrollo socio-económico de la región y no tiene propiamente el perfil de una empresa de servicios públicos.

Los ingresos totales de la CAR durante 1985 fueron de \$2 180 millones, de los cuales el 89.7% correspondió a recursos propios; 5% a aportes de otras entidades; 4.4% a recursos del crédito y 0.9% a aportes del presupuesto nacional. Los recaudos por concepto del impuesto del 2.5 por mil en 1985 fueron \$1 277 millones, los cuales representan 58.6% del total de ingresos.

Los gastos de funcionamiento de la corporación durante 1985 fueron \$346 millones, los cuales representan 15.9% del total de ingresos en el mismo año; en consecuencia puede considerarse que 84.1% de los ingresos de la corporación vuelven al sistema, si se supone que los gastos de funcionamiento no vuelven al mismo.

Puede observarse que los ingresos de la corporación esencialmente financian sus costos anuales, excepto por los aportes de presupuesto nacional que no llegan al 1% del total de los ingresos. En caso de que eventualmente se presentara un déficit, la forma más probable de financiarlo sería a través del presupuesto nacional, aunque ésta no se consideraría una situación deseable.

Por lo demás, los costos en que se incurre en el sistema hídrico a través de las empresas distritales EAAB y EEEB, pueden considerarse esencialmente autofinanciables a través del cobro de los servicios por el mecanismo de las tarifas.

#### IV. CONCLUSIONES

1. El rendimiento del manejo del sistema hídrico de la cuenca del río Bogotá, en términos de productividad, está influido significativamente por la competencia en el uso del agua entre el riego en la cuenca alta y la generación hidroeléctrica en la cuenca baja. En esta competencia, el riego de la cuenca alta es un "usuario" prioritario de acuerdo con lo establecido en la legislación, y es además un usuario "primario" en el sentido de que está localizado aguas arriba de la captación para la generación hidroeléctrica; por el contrario, la EEEB es un usuario "residual". En estas condiciones, en la medida en que el beneficio neto marginal del agua de riego sea superior al de la generación hidroeléctrica su consumo en riego sería, como puede ser el caso de la floricultura y algunos otros usos, particularmente eficiente. No es éste, sin embargo, el caso general; así, no es claro que el uso del agua para el cultivo de pastos sea más eficiente que para la generación de hidroelectricidad en un sistema que tiene un potencial para la generación en una forma altamente eficiente, dadas las condiciones naturales y físicas del sistema y la alta inversión que se ha hecho para su aprovechamiento. Si se tiene en cuenta la alta capacidad instalada de potencia eléctrica que habrá a partir de la próxima entrada en operación del proyecto Mesitas, el agua que se consuma en riego hará falta para maximizar la producción de hidroelectricidad con una alta probabilidad, y por lo tanto tendrá un costo de oportunidad. En este sentido es importante tener en cuenta la existencia de la cuenca alta del río Suárez, colindante con la cuenca del río Bogotá, que forma parte del área de jurisdicción de la CAR, la cual tiene condiciones físicas con algunas similitudes con la Sabana de Bogotá y está muy próxima a la misma; en ella el uso del agua para el riego no significa un costo de oportunidad en la generación hidroeléctrica y el beneficio bruto del riego puede ser de un orden de magnitud similar. Lo anterior indica que una estrategia de la CAR orientada hacia impulsar sus proyectos de riego en su área de jurisdicción en la cuenca alta del río

Suárez, más bien que en la Sabana de Bogotá, contribuiría positivamente a mejorar el rendimiento económico del sistema en el largo plazo, y coadyuvaría a no incrementar el conflicto actual entre el riego y la generación hidroeléctrica. En conclusión, el rendimiento productivo del manejo del sistema hídrico en el mediano y en el largo plazo, dependerá de la forma como se defina el conflicto riego vs. hidroelectricidad. Es posible que en la actualidad se estén generando ineficiencias importantes por la falta de una optimización económica del uso del agua en el sistema. También es recomendable mejorar el programa de mantenimiento de las plantas hidroeléctricas por parte de la EEEB para incrementar su disponibilidad (porcentaje de tiempo en servicio), y reducir sustancialmente las pérdidas en el sistema de distribución eléctrica.

2. El agua para el riego en la cuenca sólo tiene un precio en el caso del distrito de riego de La Ramada, o sea que los demás usuarios dispersos del riego reciben el agua como un bien libre. En realidad, dicha agua tiene un costo, si se tiene en cuenta el costo de construcción y mantenimiento de los embalses que han permitido mejorar sus condiciones de disponibilidad en una forma sustancial; en consecuencia, los correspondientes usuarios están siendo subsidiados por el resto de la comunidad. Esta situación, de una parte estimula el consumo de agua para riego acentuando la competencia con la generación hidroeléctrica, y de otra parte origina un problema de inequidad. Es recomendable, por lo tanto, establecer un precio al agua de riego para los usuarios dispersos. Este aspecto cobra singular importancia en la actualidad cuando la coyuntura financiera de la EEEB se ha tornado crítica.

3. En lo relativo al manejo de la calidad del agua, cuya responsabilidad global en la cuenca compete a la CAR, y localmente en el distrito a la EAAB, en lo referente a los vertimientos de aguas residuales, no existe hasta el momento un esquema que permita financiar las obras necesarias para lograr una calidad aceptable del agua. La solución de este problema se encuentra aún en un estado incipiente, y es necesario efectuar un esfuerzo importante en esta dirección para reducir significativamente su magnitud.

4. En lo relativo al manejo del sistema hídrico es indispensable definir una clara estrategia de largo plazo definida por un plan hídrico para la cuenca. Es de esperarse que el Estudio Nacional de Aguas, actualmente en ejecución en lo que se refiere a la cuenca del río Bogotá, dará las pautas necesarias para definir esta estrategia. En este sentido se sugiere una

estrategia dirigida a incrementar la transferencia de agua desde las cuencas vecinas hacia la cuenca del río Bogotá, con lo cual podría aliviarse sustancialmente el conflicto existente entre el riego y la generación hidroeléctrica, y podría utilizarse más eficientemente la capacidad de potencia eléctrica instalada en la cuenca.

5. El Comité Hidrológico (CAR-EAAB-EEEE) constituye una pieza esencial para la coordinación del manejo hídrico en la cuenca; sin embargo, su estructura es actualmente débil y requiere ser fortificada mediante la creación de una secretaría técnica altamente especializada.

6. La estructura orgánica actual de la CAR no es la más adecuada para cumplir eficientemente con sus objetivos, y por lo tanto requiere una revisión. Consecuentemente, se requiere reformar su planta de personal, y su escala de remuneración, de tal manera que ésta no quede en condiciones de inferioridad relativa a las de la EAAB y la EEEB.

7. Dentro de la reforma administrativa interna de la CAR es recomendable fortificar significativamente el área de la planeación convirtiéndola en una subdirección, ya que en este campo se observa una gran debilidad. Es necesario tener una conciencia muy clara de la gran responsabilidad que afronta la CAR en relación con el manejo de los recursos naturales, en un área donde existe un gran conflicto de intereses y una interacción muy compleja de entidades de diferente orden. En este sentido el Plan Maestro Regional de la CAR constituye una herramienta indispensable.

8. Las deficiencias anteriores pueden atenuarse a través de una mejor preparación del personal mediante la capacitación administrativa, en particular en el área específica de los recursos hídricos. La administración hídrica es una disciplina que tiene sus connotaciones específicas, y como tal no es ampliamente conocida en el medio colombiano. Se sugiere considerar la posibilidad de efectuar un programa de esta naturaleza en coordinación con el Departamento Nacional de Planeación.

9. La dirección del sistema actual está recién establecida y aún está en proceso de evaluación de la situación actual antes de formular unas directrices de mediano plazo. En principio parece estar interesada primordialmente en el problema agropecuario, en lo relativo al control de inundaciones, y en el mejoramiento de la calidad hídrica aguas arriba de Juan Amarillo. Igualmente, parece estar interesada en construir todos los proyectos de riego que se han planteado en la Sabana de Bogotá. A juicio del

presente estudio la conveniencia del planteamiento anterior en cuanto se refiere a la construcción de todos los proyectos de riego de La Sabana, no es evidente desde el punto de vista económico, dada la falta de claridad en el conflicto económico riego vs. generación hidroeléctrica. Este estudio recomienda esperar las conclusiones definitivas del Estudio Nacional de Aguas antes de tomar una decisión definitiva sobre la construcción de los proyectos localizados en la cuenca del río Bogotá. Por el contrario, recomienda dar prioridad a los proyectos de riego de la CAR localizados en la cuenca alta del río Suárez.

10. El aporte que la experiencia de la dirección de este sistema hídrico puede hacer al proceso general del manejo del sistema hídrico en América Latina y el Caribe, está relacionado principalmente con el aspecto administrativo-institucional. La experiencia ha enseñado que el esquema institucional vigente en la cuenca del río Bogotá es un esquema viable para el manejo del agua; sin embargo, cuando en este esquema la entidad que tiene la principal responsabilidad por el manejo integrado del agua se encuentra en condiciones de inferioridad en cuanto se refiere a la fortaleza de su cuerpo técnico-administrativo, puede llegarse a dificultar enormemente el cumplimiento de los objetivos de la institución. El esfuerzo que hay que hacer de coordinación y de concertación de intereses es enorme y pueden crearse situaciones extremas de muy difícil solución como la que actualmente existe en relación con el problema de la contaminación del río Bogotá. Es probable que la solución de un problema de esta magnitud requiera examinar la posibilidad de un cambio institucional de profundidad en el mediano plazo.

11. El reciente cambio de Gobierno Nacional ofrece una coyuntura favorable para influir en la percepción que tiene la dirección del sistema de sus problemas, y para efectuar cambios administrativos tendientes a optimizar el manejo del sistema hídrico.

### Bibliografía

1. "Plan Maestro Regional de la CAR". CAR. Bogotá, 1985.
2. "Estudio Nacional de Aguas". Segunda Fase. Primer Informe de Progreso correspondiente a la Cuenca del Río Bogotá. FONADE, DNP, CAR/Mejía, Millán y Perry Ltda., mayo, 1985.

3. "Estudio Regional Integrado del Altiplano Cundiboyacense". IGAC-CRSTOM. Bogotá, 1982.
4. "Principales normas legales vigentes". CAR, 1985.
5. "Informe de Gerencia 1985". Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 1986.
6. "Informe 1984-1985. Empresa de Energía Eléctrica de Bogotá", 1986.
7. "Estudio y Diseño de la Ampliación de la Estación de Bombeo de La Ramada". CAR, Jaime Saldarriaga, 1981.
8. "Censo Nacional de Población y Vivienda, 1985". Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE.
9. "Agua, Desarrollo y Medio Ambiente en América Latina". CEPAL. Julio, 1980.
10. "Informe Técnico No.2 para los Diseños Definitivos de la Adecuación Hidráulica del río Bogotá, las Extensiones del Plan Maestro de Alcantarillado y los Estudios de Tratamiento de Aguas Negras de la Ciudad de Bogotá". EAAB/Hidroestudios-Black and Veatch, mayo, 1985.
11. "Plan Maestro de Calidad de Aguas Superficiales". Volumen Principal. CAR/Gobierno de Holanda/Haskoning. Septiembre, 1986.