

EL PROBLEMA DEL RÍO BOGOTÁ

Por: Alfonso Pérez Preciado

La problemática del río Bogotá, que es la misma del agua en la sabana, se puede reducir a dos grandes acápite: la calidad del agua y su tratamiento y la disponibilidad de los recursos hídricos.

1. LA CALIDAD DEL AGUA

1.1. LA CONTAMINACIÓN

Tal como se mencionó en el capítulo de estructura ecológica principal, aspecto muy importante de la estructura hídrica superficial es la calidad de las aguas. A este respecto se debe decir que la mayor parte de los cuerpos de agua superficial de la sabana se encuentran contaminados. Sólo las cabeceras de los ríos escapan a esta grave situación. El modelo general de contaminación puede ejemplificarse tomando el eje del río Bogotá mismo.

Desde su nacimiento hasta su desembocadura, los aportes de aguas residuales hacen que el río Bogotá presente niveles crecientes de contaminación biológica, química y física, en la medida en que recibe las descargas de sus distintos tributarios, lo que lo convierte en la mayor alcantarilla abierta de Colombia. La contaminación biológica es muy alta entre la desembocadura del río Juan Amarillo y Alicachín (embalse del Muña). Los valores máximos los alcanza aguas abajo del Tunjuelo, una vez que el río ha recibido la totalidad de aguas residuales de Bogotá. En este tramo la DBO alcanza valores medios cercanos a 143 mg/l, con cargas orgánicas del orden de las 403 ton O₂/día. Los coliformes totales suben a 28 millones en promedio, con picos de hasta 79 millones (NMP/100 ml). No obstante que la contaminación biológica disminuye aguas abajo de Alicachín, ella continúa siendo alta hasta el río Magdalena, al cual le vierte una carga orgánica equivalente a 134 ton O₂/día. Aguas arriba de la desembocadura del río Juan Amarillo, el Bogotá presenta condiciones biológicas muy distintas, con cargas orgánicas, por lo general, inferiores a 10 ton O₂/día, aunque se presenta un pico secundario en el tramo Cajicá-Chía, a causa de las descargas domésticas e industriales del sector (véase cuadro No 1).

De otro lado, el río presenta contaminación alta por los siguientes metales tóxicos:

- Cromo, especialmente en el sector de las curtiembres de Villapinzón y aguas abajo de la desembocadura del río Tunjuelo, donde, también, hay una importante industria de curtiembres.
- Plomo, particularmente en los tramos aguas abajo de las curtiembres de Villapinzón y de la desembocadura del Tunjuelo.

El mercurio, que hace diez años aparecía conspicuamente en los análisis, hoy no es reportado, debido, posiblemente, a su desaparición como insumo de las curtiembres. Además, el río presenta contaminación alta por aceites y grasas y por detergentes, de manera principal a partir del río Juan Amarillo, y hasta el Magdalena.

Se estima que el río Bogotá vierte al Magdalena, diariamente, las siguientes cantidades de contaminantes químicos y físicos: 318 kg de cromo, 278 kg de plomo, 140 ton de hierro, 1.11 ton de detergentes y 835 ton de sólidos en suspensión, entre otros.

Cuadro N° 1
**INDICADORES DE LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO BOGOTÁ.
 CONCENTRACIONES AJUSTADAS Y CARGAS MEDIAS DE LOS
 PRINCIPALES POLUCTANTES (en mg/l y ton/día)**

PARÁ-METRO	LA BAL-SA	LA VIR-GEN	PUEN-TE CUND.	LA ISLA	LAS HUER-TAS	PUEN-TE PORTI-LLO	SAL-SI-PUE-DES	SALI-TRE	FU-CHA	TUN-JUELO
DBO5	13.68	13.94	98.81	35.51	143.52	17.84	33.90	123.62	131.96	281.48
	10.64	12.65	138.30	79.77	403.00	66.28	134.73	58.74	102.61	97.28
DETERG	2.70	0.61	3.02	1.49	3.72	0.26	0.28	2.70	1.49	3.44
	1.28	0.55	4.22	3.34	10.44	0.96	1.11	1.28	1.16	1.19
ST	374.57	364.89	567.82	207.38	707.03	578.69	415.38	374.57	464.35	993.90
	177.99	331.03	794.77	465.86	1985.34	2149.95	1650.89	177.99	361.08	343.49
SS	169.31	32.79	154.52	39.53	138.91	343.34	210.19	169.31	184.16	440.72
	80.46	29.75	216.28	88.80	390.06	1275.58	835.38	80.46	143.20	152.31
CROMO	0.02	0.02	0.05	0.01	0.05	0.04	0.08	0.02	0.03	0.28
	0.009	0.018	0.070	0.022	0.140	0.149	0.318	0.009	0.023	0.097
Hg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PLOMO	0.13	0.03	0.04	0.02	0.05	0.03	0.07	0.13	0.08	0.07
	0.062	0.027	0.056	0.045	0.140	0.111	0.278	0.062	0.062	0.024
HIERRO	2.84	3.01	4.66	1.42	3.60	5.92	35.47	2.84	3.60	5.70
	1.35	2.73	6.52	3.19	10.11	21.99	140.97	1.35	2.80	1.97

Fuente: CAR Datos ajustados para caudales medios. El primer dato es de concentración y el segundo de carga, para cada estación. Cuervo Muriel Ingenieros, 1996, ajustados este estudio.

El río Bogotá ofrece cuatro tramos bien definidos desde el punto de vista de la contaminación orgánica. Ellos son: desde su nacimiento hasta Villapinzón, desde Villapinzón hasta el río Juan Amarillo, desde el Juan Amarillo hasta Tocaima y desde Tocaima hasta su desembocadura en el Magdalena.

- 1.El primer tramo (nacimiento – Villapinzón) presenta aguas cristalinas, ricas en oxígeno y muy poco contaminadas, lo que ha favorecido la presencia de una biocenosis acuática oligosapróbica, rica en especies bentónicas y apta para el desarrollo de peces de aguas frías, nativos o introducidos (capitán, guapucha, trucha y otros). La DBO5 es inferior a 2 mg/l y el oxígeno disuelto superior a 6 mg/l. Es un río de montaña, cuya carga orgánica, a la altura de Villapinzón, es apenas de 0,1 ton O₂/día.
- 2.El tramo entre Villapinzón y el río Juan Amarillo se caracteriza por condiciones de contaminación crecientes, tanto por las aguas negras como por los vertimientos industriales. Esto ha conducido a una disminución de la diversidad bentónica y a un acusado incremento en la densidad de algunas especies indicadoras de la contaminación. Las condiciones biológicas varían desde mesosapróbicas, en los tramos de menor contaminación, hasta polisapróbicas, en su trayecto inferior, más contaminado. Los peces exigentes de aguas claras y puras (como la trucha) desaparecen a medida que la contaminación aumenta y su lugar es ocupado por otras especies menos exigentes, como la carpa (introducida). En consecuencia, en este tramo el río se puede considerar como medianamente contaminado, con una DBO₅, por lo general, inferior a 10 mg/l y el oxígeno disuelto entre 2 y 7 mg/l. No obstante, en algunos tramos cortos y, especialmente, en la parte inferior del tramo, aguas abajo de Cajicá, se presentan condiciones más altas de contaminación. Es el caso del tramo aguas abajo de Villapinzón y hasta cerca de la desembocadura del río Tejar, donde las aguas negras de Villapinzón y los vertimientos orgánicos de las curtiembres hacen subir localmente la DBO₅ promedia hasta cerca de 6 mg/l y descender el oxígeno disuelto (estación Chigancio). En Puente La Virgen (puente de la carretera Suba-Cota), estación representativa del río antes de empezar a recibir las descargas de las zonas suburbanas y urbanas de Bogotá, el valor medio de DBO₅ es de 13,9 mg/l.

3.El tercer tramo, que se extiende entre la desembocadura del río Juan Amarillo, el suroeste de Suba, y Tocaima, es de verdad una enorme alcantarilla abierta, de condiciones permanentemente sépticas y pestilentes, con graves riesgos para la salud de las personas y animales que habitan en sus riberas o que hacen uso de sus aguas. Se observan, no obstante, dos subtramos diferentes. A partir de la desembocadura del Juan Amarillo y aproximadamente hasta Alicachín, el río adquiere características antisapróbicas, es decir, que no permiten el desarrollo de macroinvertebrados (bentos), como consecuencia de la descarga de las aguas residuales de Bogotá. Los peces, también, desaparecen totalmente y sólo sobreviven organismos especializados en la degradación de la materia orgánica (bacterias, hongos y otros). En este tramo la DBO₅ media de muestreo es casi siempre superior a 100 mg/l y el oxígeno disuelto alcanza sus valores más bajos. Las condiciones extremas se presentan entre el Tunjuelo y el embalse del Muña, donde la DBO₅ media alcanza valores de hasta 143 mg/l y el oxígeno disponible es consumido totalmente (concentraciones cercanas a 0 mg/l).

Aguas abajo de El Salto, la aireación ocasionada por la caída y luego por el descenso del agua en un cauce de fuerte pendiente y grandes bloques (o la alta velocidad que alcanza en los túneles de carga y en las turbinas de la cadena hidroeléctrica), incrementa el oxígeno disuelto hasta valores cercanos a 5 mg/l, aunque la DBO₅ sigue siendo muy alta, del orden de 18 mg/l en Puente Portillo (frente a Tocaima) y de 34 mg/l en Salsipuedes (antes de la desembocadura en el Magdalena). La mejora en la oxigenación hace que las condiciones biológicas se tornen polisapróbicas, bajo las cuales se desarrollan grandes concentraciones de algunos organismos especializados, como, por ejemplo, los del orden Oligochaeta (Gómez, Cajiao y As. 1991). Las estaciones La Guaca, Puente Portillo y Salsipuedes son representativas de este último tramo del río.

La contaminación bacteriológica en este tramo llega a valores, igualmente, muy altos, con promedios superiores a 8 millones de NMP de coliformes totales/100 ml, si bien en el trayecto entre el Juan Amarillo y el embalse del Muña los valores medios varían entre 10 y 28 millones para coliformes totales y 3 y 7 millones para coliformes fecales, con picos entre 24 y 79 millones para los primeros y 13 y 23 millones para los segundos (Epam Ltda, 1993, 1996, 1999).

La principal causa de la altísima contaminación del río en este tramo es la descarga de aguas residuales (domésticas e industriales) de Bogotá, la cual se lleva a cabo, principalmente, a través de los ríos Juan Amarillo, Fucha y Tunjuelo. La carga orgánica promedio (DBO₅) generada por la ciudad (incluida Soacha) se estima en 482 ton O₂/día, para condiciones de caudales medios.

En relación con el problema de la contaminación de este tramo del río Bogotá, es importante referirse brevemente al embalse del Muña, que fue construido entre 1940 y 1944 con el fin de regular su propio caudal y el del río y Aguas Claras, para su posterior aprovechamiento en generación eléctrica. Se empezó a utilizar desde 1948 como reservorio de aguas bombeadas del río Bogotá, con el fin de aprovechar los caudales regulados de este último. Si bien en esa época la contaminación del río era baja, pues las aguas negras de la ciudad tenían una conveniente dilución y autopurificación, con el paso del tiempo ella fue creciendo en forma acelerada, como consecuencia del incremento de la población y del aumento de los caudales de aguas negras. De esta manera, el embalse del Muña, que hasta los primeros años del decenio de los 60 permitió un desarrollo turístico, se contaminó progresivamente hasta constituir hoy un problema sanitario para los habitantes de Sibaté. Estudios existentes (Hidroestudios, 1990) han demostrado que la DBO₅ en el costado norte, donde se localizan las estaciones de bombeo y de descarga, alcanzan los 28 a 30 mg/l, con oxígeno disuelto cercano a cero (0), mientras que en el costado sur (zona de Sibaté) la DBO₅ es del orden de 16 y el OD menor de 1,0 mg/l.

La alta concentración en nutrientes de las aguas negras ha favorecido el desarrollo del buchón (*Eichornia crassipes*), una macrofitas flotante que hoy cubre prácticamente la totalidad de la superficie del embalse. Si bien la capa de buchón reduce los malos olores y disminuye las concentraciones de metales pesados en el agua, en cambio impide el ingreso de oxígeno desde la atmósfera, aporta grandes cantidades de materia orgánica que se sedimenta en el embalse y genera descomposición anaerobia, con el consiguiente proceso de formación de metano y de ácido sulfhídrico (CH_4 y H_2S), los cuales producen malos olores.

No obstante, debe anotarse que el almacenamiento de aguas negras en el embalse le ha permitido servir como laguna facultativa, con eficiencias, relativamente, altas de remoción de la DBO, lo que ha implicado una devolución de las aguas en mejor calidad que las bombeadas del río, si bien es de anotar que cada vez es menor el tiempo de permanencia de las aguas negras bombeadas al embalse, por la ubicación muy cercana de los dispositivos de entrada y salida del líquido.

4.El cuarto trayecto va, aproximadamente, desde Tocaima hasta el río Magdalena. En este tramo la DBO_5 promedia de muestreo baja a valores cercanos a 18 mg/l frente a dicha población, si bien el OD desciende, otra vez, hasta valores inferiores a 2 mg/l y la DBO_5 sube a 34 mg/l al aproximarse al Magdalena, como consecuencia de la menor velocidad del agua. El contenido medio de coliformes totales (NMP/100 ml), si bien disminuye, sigue siendo muy alto: 1,7 millones en Tocaima (Puente Portillo) y 1,2 millones cerca de la desembocadura, en Salsipuedes, con picos de 5,4 y 2,8 millones, respectivamente. Aunque el río recibe las descargas de aguas negras de los municipios localizados en su cuenca media y baja (Mesitas, Anapoima, La Mesa, Apulo, Tocaima y otras menores), éstas, por su magnitud, tienen poca significación en los índices de contaminación del río aguas abajo del embalse del Muña, frente a la producida por Bogotá.

Durante el período 1991-1996 (último año con información disponible) la contaminación del río ocasionada por la ciudad aumentó en forma importante. Así, en el tramo entre el Juan Amarillo y el Fucha (Puente Cundinamarca) la DBO_5 aumentó en más del doble (125%), y luego de la descarga del Tunjuelo (Las Huertas) se incrementó en un 53%. De otro lado, en el tramo inmediatamente aguas arriba del Juan Amarillo, frente a la localidad de Suba, la contaminación orgánica subió entre 167% (La Balsa) y 239% (Puente La Virgen). Aunque no existen datos correspondientes a 1998 o 1999, se estima que hacia el año 2000 los niveles de contaminación en el tramo entre el Juan Amarillo y Puente La Virgen (carretera a Cota) se acercarán a los que presenta hoy día el río en el tramo entre las desembocaduras de los ríos Salitre y Fucha (Epam Ltda, 1993), de manera especial si no se ha construido el interceptor Torca – Salitre, diseñado para recoger todas las aguas residuales del norte y del noroeste de la ciudad y conducir las hasta el interceptor derecho (norte) del Salitre

1.2. CAUSAS

Las principales fuentes de la contaminación hídrica generada por la ciudad son las aguas residuales domésticas (ARD), las aguas residuales industriales (ARI) y la minería extractiva. Según un estudio del DNP-PNUD (1994), la carga doméstica representa el 76% y la industrial el 24% de la carga orgánica total generada por Bogotá y Soacha, en términos de DBO_5 . Aunque la participación de la industria parece estar subdimensionada, el mismo estudio señala que las cervecías son las mayores contaminantes orgánicas (en DQO), con el 68,6% del total, seguida por el sacrificio de ganado (3,5%), los detergentes (1,5%), las bebidas (1,5%), la minería (0,1%) y otros sectores (29,8%).

En cuanto a los sólidos suspendidos, las mayores cargas son producidas por la minería extractiva (46%),

seguida por las cervecerías (33,3%), el sacrificio de ganado (2,1%) y el resto de sectores (18,6%).

La mayor carga contaminante al río Bogotá la genera la capital. Según el mismo estudio citado, el corredor Bogotá-Soacha produce el 92,6% de la carga orgánica total (en DBO₅), frente al 7,4% del resto de municipios de la cuenca aguas arriba de Alicachín.

Además de la carga orgánica, las aguas residuales domésticas son, por su parte, la fuente principal de la contaminación por detergentes, mientras que las industriales constituyen el origen de la contaminación por metales pesados y otros compuestos químicos tóxicos, orgánicos e inorgánicos.

1.3. EFECTOS

Las condiciones extremas de contaminación biológica, química y física de los ríos Salitre, Fucha, Tunjuelo y Bogotá han impactado severamente otros elementos del medio natural y socioeconómico de la región y de la ciudad:

- Los lodos del lecho de los ríos, habitat de la fauna béntica, presentan altos contenidos de metales tóxicos. Las investigaciones han encontrado concentraciones de hasta 9 mg/kg de cadmio, 187 mg/kg de cromo, 20 mg/kg de cobre, 133 mg/kg de plomo, 25 mg/kg de mercurio, 49 mg/kg de níquel y 194 mg/kg de zinc en los lodos del río Bogotá, especialmente frente a la ciudad. Asimismo, se han encontrado altas concentraciones de plaguicidas organoclorados, especialmente de lindano (16 mg/kg), heptacloro (331 mg/kg), heptacloro epóxico (0.38 mg/kg) y dieldrín (4.8 mg/kg).
- La ictiofauna ha desaparecido de la mayor parte del río Bogotá, en particular desde la desembocadura del Juan Amarillo hasta el Magdalena. En el pasado, el curso alto del río Bogotá y sus afluentes era rico en peces autóctonos como el capitán pequeño (*Ptygidium bogotensis*), el capitán grande (*Eremophylus mutisii*) y la guapucha (*Grundulus bogotensis*). En los decenios del 50 y del 60 se introdujo la trucha (*Salmo gairdnerii*) y más tarde la carpa (*Cyprinus carpio*). Todas estas especies desaparecieron del curso del río Bogotá, especialmente abajo de la desembocadura del río Negro, así como también de los cursos inferiores de los ríos Negro, Frío, Chicú, Balsillas, Juan Amarillo, Fucha, Tunjuelo y Soacha. También, desaparecieron del embalse del Muña, el cual presenta condiciones polisapróbicas, con procesos de eutrofización avanzada. La trucha se mantiene hoy en los sectores altos y tormentosos del río Bogotá y sus tributarios, libres de contaminación, y en los embalses del Sisga, del Tominé, del Neusa y algunas lagunas naturales (Siecha, Guatavita, Chisacá y otras). En el curso medio e inferior del río, los peces nativos también desaparecieron en su totalidad, como consecuencia de la fuerte contaminación. Entre ellos los más importantes desde el punto de vista económico son el bocachico (*Prochilodus reticulatus magdalenae*), el bagre pintado (*Pseudoplatystoma fasciatus*), el coroncoro (*Plecostomus tenuicauda*), la dorada (*Salminus affinis*), la sabaleta (*Brycon rubricauda*), la arenca (*Triporthus magdalenae*), la dorada mueluda (*Brycon moorei moorei*), el barbudo (*Pimelodus clarias*) y otros. Estos peces forman parte de la región ictiofaunística del Magdalena, para la cual se han reportado 166 especies de peces, de las cuales 26 con importancia económica (Dahl, 1971; en Valderrama y Zárate, 1989; en Epam, 1993).
- Las aguas contaminadas del río Bogotá ha originado altos contenidos de microorganismos y de metales tóxicos (mercurio y cromo) en algunos alimentos. Así por ejemplo, se han encontrado contenidos de hasta 2.2 millones de coliformes y 7.4 millones de microorganismos totales (NMP/100 ml) en leche producida con pastos regados con aguas del río Bogotá. Muestras llevadas

a cabo en 18 sitios a lo largo del río arrojaron un promedio de 5.1 ppb de mercurio en la leche. Otras mediciones han detectado contenidos de 24,000 colonias de bacterias totales y 320 de coliformes totales en verduras cultivadas cerca al río. Estos valores superan ampliamente los niveles permisibles para consumo humano (ICTA-UN, 1984; Universidad Nacional, 1987; Pinzón B. y Rico E., 1983; en Epam, 1993).

- Con respecto a la vegetación, el río presenta una baja densidad de macrofitas acuáticas, a causa de la velocidad del agua y de las obras de corrección que ha sufrido. En los sectores de meandros se observan macrofitas enraizadas y algunas flotantes que sirven como sustrato y/o alimento de macroinvertebrados acuáticos que ayudan a mineralizar la materia orgánica y a controlar las concentraciones de sustancias tales como metales pesados y fenoles
- Las comunidades humanas cercanas a las corrientes contaminadas acusan enfermedades de origen hídrico en proporciones muy superiores a las que presentan comunidades alejadas de los ríos. En efecto, algunas investigaciones han demostrado que la frecuencia media de las afecciones de origen hídrico es mayor en los sectores cercanos (1.49%) que en los alejados (0.40%). Las enfermedades más frecuentes son las bacterianas y las digestivas (amibiasis, shigellosis, intoxicación alimentaria, enteritis, diarrea, otras bacterianas, gastritis y duodenitis), las cuales ocurren con frecuencias de hasta 6.5 y 8 % en barrios cercanos al río (Fontibón y Tunjuelito), frente a 2.5 y 1.5 % en barrios alejados (Chapinero y Prado Veraniego). En ciertas enfermedades parasitarias, como la helmintiasis, estas frecuencias van desde 5.5% cerca al río (Fontibón) hasta 0.93% lejos del río (Chapinero). Lo mismo sucede con las virales (hepatitis y otras), para las cuales las frecuencias encontradas van desde 2.7% en Tunjuelito (cerca) hasta 0.5 en Prado Veraniego (lejos). Sobre este particular conviene anotar que la población directamente expuesta a las aguas contaminadas del río Bogotá y de sus tributarios urbanos suma más de 500.000 personas (valor estimado antes del censo de 1993, que determinó para Bogotá una población bastante mayor que la de las estimaciones hechas con base en los censos anteriores), en general de bajos ingresos, lo que deja ver la magnitud del problema.
- Asimismo, las infraestructuras de suministro de agua potable acusan altos costos adicionales de construcción y mantenimiento, debido a la alta contaminación. En efecto, algunos municipios localizados muy cerca del río Bogotá han tenido que conducir el agua de consumo desde puntos localizados hasta más de 20 km de distancia, lo que se refleja en un mayor costo de suministro (con respecto a si se pudiera utilizar las aguas del río). Otros municipios tienen que tratar con sus propios medios el agua altamente contaminada para atender sus necesidades, con un costo elevado (caso de Agua de Dios). A lo anterior habría que agregar el costo de los racionamientos que sufren otros municipios de la cuenca baja, por la escasez del recurso hídrico.
- La generación hidroeléctrica que se realiza en la cuenca media del río Bogotá también acusa el impacto de la contaminación de las aguas de generación, debido a los mayores costos de bombeo al embalse del Muña; a la corrosión de los túneles y de los equipos electromecánicos, que también se refleja en mayores costos por reparación de filtraciones y reposición más frecuente de equipos); y a los problemas generados por la contaminación del embalse del Muña sobre las comunidades y actividades ribereñas y sobre la propia vida útil del embalse.

Todos estos impactos tienen, de forma evidente, un costo. Las investigaciones llevadas a cabo han permitido estimar el valor de los impactos fácilmente monetizables en 48,14 millones de dólares anuales (véase cuadro 2). No obstante, hay muchas otras incidencias que no es posible monetizar actualmente,

por dificultades metodológicas y de información, aunque su importancia puede ser mayor que la de los componentes indicados anteriormente, tales como la valorización de la tierra, los usos recreacionales y turísticos potenciales, el desarrollo agropecuario con riego, los efectos sobre la salud de la población indirectamente expuesta (6 millones de habitantes), los costos de oportunidad del agua no contaminada, en especial en Bogotá, donde muchos usos podrían atenderse con agua reciclada del río (lavado de carros, usos sanitarios, riego de jardines, ciertos usos industriales), la destrucción de humedales y los efectos sobre la fauna, el bienestar general de la población y muchos otros.

Cuadro No 2
**VALOR MONETARIO DE LOS IMPACTOS DE LA
CONTAMINACIÓN DEL RÍO BOGOTÁ**

IMPACTOS	US\$ MILLONES/AÑO
Impactos agropecuarios (pérdida bruta de producción) ¹	41.07
Impactos sobre servicios públicos	1.28
Impactos sobre la salud (población directa expuesta)	3.98
Impactos sobre la pesca	0.03
Impactos sobre las infraestructuras	1.78
TOTAL	48.14

Fuente: Actualización este estudio a partir Epam Ltda, 1993, Estudio para la estrategia de saneamiento del río Bogotá. Fonade-EAAB. ¹ En el estudio de Epam del 93 sólo se consideró la pérdida neta de producción para el productor, pero, en la realidad, es necesario involucrar la pérdida total, que es la que la región siente (salarios de trabajadores, insumos, alquiler de equipo, impuestos y demás gastos, tanto para el área actualmente irrigada como para la zona potencial irrigable con aguas del río Bogotá).

2. EL PROBLEMA DE DISPONIBILIDAD DE AGUA DE LA REGIÓN

2.1. LOS CONFLICTOS DE USO

La contaminación de las aguas es causa de conflictos regionales, pues impide otros usos posibles de ellas, en especial el consumo humano (acueductos), la recreación y el riego de pastos y de hortalizas, entre otros. Fuera de estos conflictos, se deben citar, además, los ligados a la competencia por el empleo del agua para diferentes usos en la cuenca alta del río Bogotá, donde es necesario distinguir cuatro situaciones:

- Aguas arriba de Santafé de Bogotá el principal conflicto es entre el acueducto de la capital y el uso agrícola. En efecto, aunque la captación en Tibitoc es tan sólo de 5 m³/s en la actualidad, es muy alta frente a los mínimos del río, esto es, los caudales de épocas secas, que es cuando más se necesita para riego (la demanda de agua para riego en la sabana ha sido estimada por la CAR en 8,5 m³/s). Esta situación fue especialmente crítica hasta 1985 cuando se llegó a utilizar en promedio 9 m³/s, lo que equivalía a dejar semiseco el cauce del río aguas debajo de Tibitoc (el caudal medio del río en este punto es de 10,9 m³/s). El impacto se puede apreciar si se tiene en cuenta que los volúmenes de estiaje en Vuelta Grande, inmediatamente aguas arriba de la ciudad (antes de la desembocadura del río Salitre), varían entre 0,89 (para 1 día) y 2,78 m³/s (para 15 días)

cada dos años, caudales que no son o apenas son suficientes para mantener las condiciones hidrobiológicas del río, y que no garantizan su uso para riego. Este limitante frena el uso del caudal base del río durante los períodos de estiaje, lo que puede compensarse con un uso máximo en las épocas de aguas altas, lo que permite la recuperación de los embalses. A la derivación de Tibitoc es necesario añadir $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ del río Teusacá, almacenados en el embalse de San Rafael y desviados al acueducto de la ciudad junto con las aguas del Chingaza.

- Entre la desembocadura del río Salitre o Juan Amarillo (autopista a Medellín) y Alicachín (embalse del Muña), la descarga de las aguas residuales de la ciudad en el río Bogotá le devuelve los caudales captados en Tibitoc ($5 \text{ m}^3/\text{s}$) y en Vitelma ($1 \text{ m}^3/\text{s}$), incrementados con los caudales desviados del Teusacá y del páramo de Chingaza ($9 \text{ m}^3/\text{s}$), reducidos en un factor de consumo neto de un 20%, aproximadamente. En consecuencia, a partir de la ciudad, el río presenta unos caudales superiores a los de su régimen natural. No obstante, la extrema contaminación de sus aguas en este tramo hace que éstas no sean aptas para riego de pastos y de hortalizas, de los que proviene la demanda. A pesar de ello, las aguas son empleadas para tal fin, incluso en el proyecto La Ramada de la Car, con los consiguientes riesgos para la calidad de los alimentos. De otro lado, las compuertas de Alicachín generan un efecto de remanso en el tramo final del río, el cual hace al sector más vulnerable a las inundaciones.
- Aguas abajo de Alicachín, los efectos se deben al uso energético, pues la derivación de sus caudales para generación eléctrica hace que entre el embalse del Muña y el sitio de descarga de la central de La Guaca, a 642 msnm, el río presente un cauce semiseco, sobre todo en época de verano, cuando prácticamente la totalidad del caudal es derivado por los túneles de carga de las hidroeléctricas mencionadas. En esta zona los conflictos se relacionan con la dificultad que experimentan las comunidades para atender sus crecientes necesidades de agua, tanto para consumo humano como para riego y para recreación, dado que su fuente natural, el río Bogotá, es inutilizable. En invierno, los picos superan ampliamente la capacidad de generación instalada y de bombeo del Muña y, al no poderse represar por el peligro de inundaciones, son evacuados río abajo. En efecto, la demanda de caudal de las dos cadenas de generación del río Bogotá (1.175,5 Mw) es de $75 \text{ m}^3/\text{s}$, pero el caudal medio a su paso por Alicachín es apenas de $32 \text{ m}^3/\text{s}$, por lo cual la generación a plena capacidad es posible sólo en cortos períodos del año. Para aumentar la generación energética en épocas críticas se procede, entonces, a desembalses específicos en el sistema de embalses de la sabana, lo cual incrementa el déficit en los usos sabaneros.
- Entre La Guaca y Girardot (desembocadura en el Magdalena), las aguas negras utilizadas en generación eléctrica vuelven nuevamente al cauce del río Bogotá y la contaminación, una vez más, es la principal limitante para el consumo humano y para el uso agrícola. Por esta razón, la banca internacional no aprobó un crédito a la CAR para el desarrollo del Distrito de Riego Tocaima-Girardot. Algunas comunidades, como Agua de Dios y ciertos complejos turísticos de la cuenca baja, han tenido que recurrir al tratamiento de las aguas del río Bogotá para atender parcialmente sus necesidades al respecto.

Fuera de los conflictos existentes por el uso del agua de la cuenca del río Bogotá, es necesario agregar los generados por la desviación de las aguas del macizo del Chingaza, los cuales, aunque, en general, son de poca importancia, localmente adquieren cierta significación, como sucede a lo largo de la conducción entre el páramo y el embalse de San Rafael, en donde los propietarios alegan pérdida de manantiales y de caudales en quebradas por las captaciones directas o por la infiltración generada por el túnel (veredas de El Volcán y Frailejonal, en La Calera, entre otras).

La operación combinada del sistema de embalses con las demás obras hidráulicas de la sabana para la óptima regulación del río Bogotá es bastante compleja, por la distancia entre los diferentes puntos de control y por otra serie de factores variables que es necesario considerar (caudales necesarios y aprovechables en Tibitoc para el acueducto, caudales requeridos para generación en Alicachín, consumos de otros usuarios a lo largo del río, necesidad de evitar inundaciones y otros).

Para atender sus necesidades, los municipios, agricultores e industrias de la sabana han utilizado cada vez más las aguas subterráneas, lo que ha traído como consecuencia una disminución generalizada en los niveles de los acuíferos (en especial los Cuaternarios), cuando no el agotamiento de algunos. Lo anterior se comprueba con el cierre de muchos pozos. En el capítulo de la estructura ecológica principal se trata en mayor detalle el problema de las aguas subterráneas.

2.2. LA DISPONIBILIDAD DE AGUA PARA BOGOTÁ Y PARA LA REGIÓN

Para su abastecimiento, la ciudad utilizó en forma progresiva primero las pequeñas quebradas que descienden de los cerros orientales, luego el río Tunjuelo (La Regadera), después el río Bogotá (Tibitó) y, más recientemente, el macizo de Chingaza (presa de Chuza). Para el aprovechamiento de estas fuentes hídricas existen en total nueve (9) embalses de regulación (véase cuadro 5 del capítulo 3), con capacidad útil total de 1.226 Mm³, de los cuales 5 en la cuenca alta del río Bogotá (Sisga, Tominé, Neusa, San Rafael y Muña), 3 en la cuenca del río Tunjuelo (Regadera, Chisacá y Tunjos) y 1 en el macizo de Chingaza (Chuza).

En la actualidad, el acueducto de Bogotá consume un total de 15 m³/s, distribuidos así: 5 del río Bogotá (planta de Tibitó), 1 del Tunjuelo y San Cristóbal (planta de Vitelma y otras menores) y 9 del Chingaza y Teusacá (planta Wiesner). La capacidad total de las tres plantas es de 26.5 m³/s. Según datos de la EAAB, aproximadamente el 42% de este caudal se pierde por conexiones fraudulentas y pérdidas técnicas (éstas últimas del 25%, representadas en fugas por ruptura de tuberías). Además, la EAAB suministra agua a 10 municipios de la sabana.

De acuerdo con estudios existentes de la EAAB, la capacidad efectiva de provisión de agua del sistema de abastecimiento de Bogotá y la sabana es de 25 m³/s. La proyección de la demanda para el año 2010 es de 19,99 m³/s y de 25,59 m³/s para el año 2020. Esto significa que el sistema de provisión actual será suficiente hasta el año 2019, aproximadamente, y que los nuevos proyectos de abastecimiento a partir de otras cuencas (Sumapaz) podrán empezar a ejecutarse sólo hacia el año 2010. Esta situación se debe, en parte, a la disminución significativa del consumo por habitante, operada luego de la última crisis del Chingaza, el cual pasó a 122 LHD en la actualidad, y se espera que llegue a 109,3 LHD en el 2010 (según proyecciones de la EAAB).

No obstante, las proyecciones de demanda indican que las pérdidas técnicas esperadas del sistema seguirán siendo muy altas (de más del 40% con respecto al caudal total), lo cual significa que si se actuara para disminuirlas significativamente el sistema actual sería suficiente para muchos años más. En efecto, si se considera un consumo de 109.3 LHD para la totalidad de la población del Distrito Capital y los municipios de la sabana, con un escenario de alto crecimiento poblacional para estos últimos, la demanda neta de agua para consumo humano en el año 2020 sería de 14,3 m³/s, cifra que, comparada con los requerimientos de 25,59 m³/s estimados para Bogotá y 10 municipios, significaría pérdidas técnicas del orden del 44%.

La disponibilidad de aguas subterráneas y sus posibilidades de aprovechamiento han sido tratadas en

mayor detalle en el capítulo de estructura ecológica principal, sección de estructura hídrica.

Lo expuesto en este subcapítulo permite concluir que el problema de la provisión de agua debe analizarse globalmente para toda la región y no sólo para la ciudad de Bogotá. De hecho, la EAAB-ESP ya atiende a 10 municipios sabaneros, lo que obliga a pensar para el futuro en un sistema regional de acueduto, máxime si se tiene en cuenta que la mayoría de los municipios tienen problemas de abastecimiento, por haber empezado a agotar sus fuentes hídricas. Por esto, están supeditados para su provisión, como Bogotá, de las fuentes de la región. De otro lado, es necesario iniciar acciones en materia de recuperación y de conservación de cuencas, tal como se propone en el capítulo de estructura ecológica principal de este documento.

3. EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE BOGOTÁ Y LA SABANA

3.1. LA RECUPERACIÓN DEL RÍO BOGOTÁ

La descontaminación del río Bogotá y sus tributarios constituye un problema crítico a nivel regional, tanto por situaciones de salud humana como por razones económicas, tal como se ha demostrado en las secciones anteriores. Esta descontaminación debe hacerse mediante dos mecanismos complementarios, pero no excluyentes: el tratamiento de las aguas residuales urbanas y el control de vertimientos industriales. Dicho proceso, no obstante, se enfrenta al difícil problema de financiamiento, en especial en el caso de Bogotá.

Para los municipios sabaneros, la CAR está en vías de terminar el proyecto CAR-BID, el cual contempla la construcción de plantas de tratamiento en las aguas residuales urbanas y de las curtiembres de Villapinzón. El esquema general empleado considera la construcción de las plantas a cargo de la CAR y la operación y el mantenimiento a cargo de los municipios, luego de un período de operación a cargo de la CAR. En la actualidad se encuentran construidas la mayor parte de las plantas municipales y se espera que en dos años el programa esté concluido. La meta es que estas plantas eliminen, como mínimo, el 80% de la carga orgánica de las aguas negras municipales.

En el caso de Bogotá, el tratamiento de sus aguas residuales se ha venido discutiendo en forma seria desde mediados de los 70. El Plan Maestro de Alcantarillado de 1985 incluyó el análisis de 16 alternativas de tratamiento y, como resultado, recomendó la construcción de una planta única para toda la ciudad en Alicachín, cerca al embalse del Muña, hasta donde se llevarían las aguas residuales a través de un gran interceptor enterrado (Hidroestudios - Black & Veatch, 1985). Más tarde, en 1988, la firma Bywater, de Gran Bretaña, presentó a la EAAB un estudio para la mejora del río Bogotá, el cual desembocó en una propuesta para la realización del proyecto bajo el sistema de concesión. Como resultado, la EAAB solicitó propuestas técnico-económicas a diferentes países con experiencia reconocida en este campo.

Recibió ofertas de Bywater de Gran Bretaña, Degremont de Francia y Dragados y Construcciones de España, todas las cuales se inclinaron por una alternativa de tres plantas, una en cada una de las desembocaduras de los ríos Salitre, Fucha y Tunjuelo, excepto Dragados y Construcciones que propuso una cuarta planta en Torca, en vez del interceptor Torca-Salitre. Dadas las diferencias encontradas en las propuestas, la EAAB solicitó a las mismas firmas una oferta sobre una base común de especificaciones

para una primera etapa del proyecto, consistente en 5 alternativas para el tratamiento de las aguas de las cuencas del Salitre, Torca y La Conejera, ninguna de las cuales fue adjudicada. A finales de 1992, el Fonade financió la realización de un estudio que evaluara las diferentes alternativas propuestas antes para el tratamiento de las aguas residuales de la ciudad. Este estudio fue confiado a la firma Epam Ltda, la cual entregó sus recomendaciones en mayo de 1993. Posteriormente, el Comité Interinstitucional del río Bogotá, conformado por el DNP, la Car, el departamento de Cundinamarca y el Distrito Capital, estudió los resultados y acogió las recomendaciones de Epam Ltda, las más importantes de las cuales fueron la selección de un esquema de tratamiento múltiple en tres plantas localizadas en las desembocaduras de los ríos Salitre, Fucha y Tunjuelo y la ejecución del contrato mediante un sistema de concesión. Como resultado de esta decisión se inició un proceso licitatorio que concluyó con la adjudicación de la concesión al consorcio francés Degremont-Lyonnaise des Eaux (Bogotana de Aguas y Saneamiento – BAS-)

El programa adoptado para el tratamiento de las aguas residuales contempla la construcción por etapas de tres plantas de tratamiento, una en cada una de las desembocaduras de los ríos Salitre, Fucha y Tunjuelo, en ese orden. En la actualidad la ciudad consume cerca de 15 m³/s de agua potable y descarga unos 12 m³/s de aguas negras al sistema de alcantarillado. De este caudal, el 30,2% proviene de la cuenca del Salitre, el 39,4% de la del Fucha, el 21,3% de la del Tunjuelo y el restante 9,1% de las cuencas menores de Torca, La Conejera, Jaboque, el Tintal y Soacha. El sistema de tratamiento previsto en cada planta contempla su construcción y su operación en dos fases, la primera para pretratamiento y tratamiento primario y la segunda para tratamiento secundario, con posibilidad futura de acople a un tratamiento de orden terciario.

La primera de las plantas, la del Salitre, destinada a tratar las aguas residuales del norte y del noroccidente de la ciudad, está próxima a terminar la construcción de su primera fase (tratamiento primario). Entrará en operación a finales del 2000. En función de los resultados obtenidos, se iniciará la segunda fase (tratamiento secundario), la cual deberá estar terminada en dos o tres años más. Una vez entre en operación esta fase de la planta del Salitre, se surtirá un proceso similar con la planta del Fucha, la cual tratará las aguas del centro y del occidente de la ciudad, sectores en los cuales está localizada la mayor parte de la industria urbana. Finalmente, se construirá, bajo el mismo esquema, la planta del Tunjuelo, la cual tratará las aguas del sector sur de la ciudad y de Soacha. De esta forma se irá recuperando por tramos el curso del río Bogotá, hasta llegar a Alicachín. También será posible recuperar, entonces, el embalse del Muña.

El objetivo del proyecto es lograr en el tratamiento primario una reducción del 40% de la carga orgánica y del 60% de los sólidos suspendidos; en el tratamiento secundario se espera lograr un efluente con una DBO₅ máxima de 20 mg/l y sólidos suspendidos de 30 mg/l. Al finalizar la construcción de la planta del Tunjuelo, se espera lograr la meta de reducir un 89% de la carga orgánica total aportada por la ciudad al río Bogotá y un 78% de los sólidos suspendidos totales.

El programa en su conjunto está planeado para desarrollar en 30 años (reducido a 18 en el POT, sin compromiso), plazos con los cuales no están de acuerdo la CAR ni las comunidades de la cuenca media y baja del río Bogotá, por considerar que los daños causados a la región por la contaminación no pueden esperar todo ese tiempo en solucionarse.

El contrato de concesión inicial sólo genera obligaciones del Distrito Capital para con el concesionario para la construcción y la operación de la primera fase (tratamiento primario) de la primera etapa del proyecto, o sea la planta de El Salitre. Para el desarrollo de las siguientes fases y etapas el Distrito queda en libertad para continuar o no con el proceso de desarrollo del sistema de tratamiento, con el mismo o

con otro concesionario, en función de la eficiencia obtenida en la primera fase, de la calidad de los equipos suministrados y de las obras construidas, del desarrollo del contrato, de la conveniencia de continuar con el mismo concesionario, de los nuevos desarrollos urbanos, de los cambios tecnológicos operados y de la situación financiera del Distrito, entre otros aspectos.

3.2. CONTROL DE VERTIMIENTOS

El control de la contaminación en la fuente debe adelantarse por medio del montaje y la operación de un sistema de caracterización y de control de vertimientos industriales y mediante asistencia técnica y transferencia de tecnología. Este control debe estar orientado a la reducción de la descarga de sólidos en suspensión y de sustancias tóxicas que puedan inhibir los procesos biológicos de las plantas de tratamiento. En el caso de Bogotá, al igual que la construcción de las plantas, el control de vertimientos debe organizarse en fases, en tal forma que se logre:

- Controlar los vertimientos por grandes cuencas de drenaje, en función del programa de construcción de las plantas de tratamiento, lo cual impone atender, primeramente, las cuencas de Torca, de Conejera y del Salitre (tributarias de la planta del Salitre), luego las de Fucha, Jaboque y, parcialmente, Tintal (tributarias de la futura planta del Fucha) y, para concluir, las cuencas del Tunjuelo y, en forma parcial, Tintal y Soacha (tributarias de la futura planta del Tunjuelo).
- Enfocar en una primera etapa el control hacia las sustancias de interés para las plantas de tratamiento, a saber: sólidos en suspensión y sustancias tóxicas, y luego enfocarlo a otros tipos de poluciantes.
- Organizar el control de acuerdo con el tamaño de las industrias (importancia de los vertimientos): primero, las grandes contaminadoras, luego las medianas y finalmente las pequeñas industrias (salvo que la concentración de gran número de pequeñas industrias amerite darles un tratamiento de grandes).

Hasta 1993, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá había identificado 5.167 industrias de interés sanitario en el corredor Bogotá-Soacha, de las cuales tenía clasificadas 981 (Fonade-Epam, 1993). En la actualidad esta empresa tiene un programa de control de vertimientos industriales a través del cual pretende monitorear 200 industrias en 4 años (20 en 1998, 40 en 1999, 60 en el 2000 y 80 en el 2001). Los vertimientos de interés sanitario son aquellos que pueden tener gran incidencia en el sistema de alcantarillado (sustancias tóxicas, alto contenido de sólidos y otros).

El Dama, por su parte ha identificado 2.000 vertimientos industriales, de los cuales tiene registrados 806, así: 182 orgánicos, 562 de interés sanitario y 62 no clasificados. El número de vertimientos intervenidos por la autoridad ambiental es de 700.

El control de vertimientos debe ser una actividad esencial, con el fin de disminuir problemas de mantenimiento del sistema de alcantarillado, reducir los costos y garantizar el funcionamiento de los procesos biológicos de las plantas de tratamiento previstas. Frente a un universo de más de 5.000 vertimientos industriales identificados por la EAAB desde 1993, los esfuerzos de esta entidad y del Dama por controlarlos son hasta ahora muy tímidos, puesto que entre las dos entidades apenas se alcanza menos de un 15%.

Con la construcción de las plantas, paralelamente, es necesario adecuar el sistema de alcantarillado, mediante la construcción de interceptores de aguas negras desde los lugares actuales de descarga en los

ríos Salitre, Fucha y Tunjuelo, hasta los sitios de las plantas de tratamiento. Estas son obras propias del sistema troncal de alcantarillado, por lo cual deben estar a cargo de la EAAB. No obstante, su cronograma de construcción debe ajustarse a las fechas de entrada en operación de las plantas, lo que implica darle prioridad a los interceptores del Salitre y Torca-Salitre.

4. EL FINANCIAMIENTO

4.1. ASPECTOS GENERALES

Problema crítico del tratamiento de las aguas residuales de la ciudad es el financiamiento. Este ha sido el argumento de todos sus enemigos. Se dice, entre otras cosas, que Bogotá no tiene recursos para un proyecto de esta dimensión; que existen otras prioridades en materia de acueducto, de alcantarillado, de educación y de salud; que los daños causados por la contaminación no justifican la inversión; que vale menos sacar a toda la población de la cuenca media y baja del río que ejecutar el proyecto; que se trata de un prurito de ecologistas sin oficio; que la población bogotana no tiene capacidad de pago; que es un proyecto típico en que lo que se persigue es el tratamiento por el tratamiento. El septuagenario profesor americano D. Okun hace burla del proyecto y llega a afirmar, incluso, que el proyecto es obra de ingenieros sin ética, como si fuera ético botar una alcantarilla de 30 m³/s sobre una de las regiones rurales más densamente pobladas y de mayor potencial económico del país (Engineering News-Record, 04-02-2000, McGraw-Hill Companies Inc.). Incluso, tanto este neo-Bochica, como otros enemigos del proyecto, esgrimen argumentos técnicos baratos en contra del esquema seleccionado de las tres plantas, para invocar que lo mejor es ocultar las aguas negras en un gran interceptor y, luego, tratarlas en una sola gran planta, sin reparar en que ya no existe ni siquiera sitio para ella y que el costo de la solución (que no lo es) puede llegar a ser tres veces mayor que la de las tres plantas seleccionadas; o que, como lo pretendía un alcalde, las plantas deberían localizarse al pie de los cerros y no aguas abajo de la ciudad, creyendo, tal vez, que el flujo de las aguas escapa a la ley de la gravedad. En fin, los enemigos del proyecto han inventado toda una mitología alrededor del mismo, con el único fin de desvirtuarlo y hacerlo políticamente inviable.

Este tipo de argumentos negativos, promovidos, incluso, desde la revista de ingeniería de la Universidad de Los Andes, han sido suficientemente debatidos y anulados en varios foros. Además, los estudios técnicos realizados hasta el presente (Hidroestudios-Black & Veatch, 1985; Bywater, 1988; Epam Ltda, 1993), han demostrado que la alternativa escogida es la más viable desde los puntos de vista técnico, ambiental, económico y financiero, con lo cual en su momento estuvieron de acuerdo la EAAB, el Fonade y el Comité Interinstitucional del río Bogotá, en el cual tenían asiento, como ya se dijo, el DNP, la Alcaldía de Bogotá, la CAR, la EAAB y la Gobernación de Cundinamarca.

En relación con la prelación del proyecto, se debe decir que los recursos económicos para su ejecución tienen origen muy distinto al de los recursos para salud, para educación, para deporte, para acueducto, para alcantarillado, para parques u otros, por lo cual, en ningún momento, estos programas se verán perjudicados por el tratamiento de las aguas. Más bien, los beneficiará, sobre todo en materia de salud pública, de educación y de posibilidades de recreación y desarrollo agropecuario (riego).

4.2. COSTO DEL PROYECTO

Este es tema de especulación política y técnica. Inicialmente, se decía, el proyecto valdría 2.000 millones de dólares, luego se bajó a 1.000 millones, en 1993 Epam Ltda lo estimó en 721 millones y en 1994 el

Consortio Degremont-Lyonnaise des Eaux avaluó el costo de la construcción de las tres plantas en 546,1 millones de dólares. A veces se confunde, también, el costo de la inversión con el valor al final del período de amortización del capital, el cual incluye los intereses y otros gastos financieros durante dicho período.

Con base en los índices de costos elaborados durante la negociación con el consorcio Degremont-Lyonnaise des Eaux (Nassar C., 1994) y en otros índices internacionales, se elaboró el cuadro No 3, el cual muestra el costo de la inversión inicial actualizada para cada una de las etapas y fases del proyecto, junto con los costos de la operación y el mantenimiento, en dólares del 2000. En total, la inversión inicial llega a 796 millones de dólares, de los cuales 243 para la planta de El Salitre, 370 para la planta del Fucha y 183 para la planta del Tunjuelo. Estos costos son compatibles con los 192 millones de dólares estimados por el concesionario para las fases I y II de la planta de El Salitre, sin terrenos. Para estimar el costo de los terrenos se recurrió a las cifras de avalúos efectuados por la Lonja de Propiedad Raíz para áreas suburbanas aptas para incorporación en el costado occidental, para el año 1998 (durante los últimos años los precios del suelo presentan una tendencia decreciente).

Cuadro N° 3
COSTO INICIAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO
(Millones de dólares de 2000)

INVERSIÓN	PLANTA SALITR E	PLANTA FUCHA	PLANTA TUNJUELO	
1. Inversión inicial	343,3	369,8	182,9	796,0
1.1. Adquisición de terrenos	13,7	16,1	5,3	35,1
- Planta	7,1	14,6	4,6	26,3
- Lodos	6,6	1,5	0,7	8,8
1.2. Instalaciones de tratamiento(1)	187,4	289,5	145,9	622,8
- Primario (2) (3)	84,9	131,2	66,1	282,2
- Secundario (2) (3)	102,5	158,3	79,8	340,6
1.3 Gastos imprevistos (10%)	20,1	30,6	15,1	65,8
1.4 Gastos leg/adm/ingen. (10%)	22,1	33,6	16,6	72,3
2. Operación y mantenimiento (4)	11,2	17,4	8,7	37,3

(1) Incluye equipo inicial, estructuras y trabajo de campo. Vida útil de los equipos: 20 años

(2) Se actualizaron los costos por m³/s de tratamiento, así:

· Para tratamiento primario: US\$17.4 millones/m³/s

· Para tratamiento secundario: US\$21.0 millones/m³/s

(3) Los caudales de diseño de aguas negras, asumidos suficientes hasta después del año 2020 son:

· Salitre: 4.88m³/s (incluye Salitre, Torca y la Conejera

· Fucha: 7.54m³/s (incluye Fucha, Jaboque, Tintal

· Tunjuelo: 3.80m³/s (incluye Tunjuelo y Soacha).

(4) 6% de 1+2. No está incluido en el total de la inversión inicial.

4.3. PROPUESTA DE INVERSIÓN Y ESTIMACIÓN DEL SERVICIO DE LA DEUDA

Como ya se anotó, el esquema del proyecto prevé su construcción por etapas y por fases independientes. El contrato de concesión con Degremont-Lyonnaise des Eaux abarca sólo la construcción de la fase I de la primera etapa (planta de El Salitre). Al inicio del proyecto se previeron 4 fuentes de financiación del pago: la sobretasa predial establecida por la ley 99/93, la participación en las regalías petroleras (ley 141/94), la tarifa diferencial para la industria contaminante, establecida por la EAAB, y los aportes de la nación y el distrito, si bien el estudio de Epam (1993) había hecho ver la necesidad de utilizar tarifas de tratamiento para todos los usuarios del sistema de alcantarillado. En la actualidad hay cerca de 60 millones de dólares depositados en el Fondo Cuenta del río Bogotá, provenientes de los aportes de ley (leyes 99/93 y 141/94). La tarifa diferencial para la industria contaminante, establecida por la EAAB, mediante la resolución No 016 de 1993, sólo se cobró durante 2 o 3 años y, por tanto, no tuvo la importancia esperada para el Fondo Cuenta. Tampoco ha habido aportes de la nación ni del distrito. En consecuencia, de las fuentes originales del proyecto, sólo han funcionado las de ley.

Dado que el costo de la primera fase de la planta de El Salitre se acerca a los 80 millones de dólares, lo más indicado sería que se llegara a un acuerdo con el concesionario para pagar el valor de esta fase durante los años 2000 y 2001, de tal forma que el distrito sólo quede con la obligación de los gastos de operación y el mantenimiento. Para la segunda fase y las otras dos etapas (plantas de Fucha y de Tunjuelo), se propone un esquema de pago similar, en tal forma que los valores de las instalaciones de tratamiento se cancelen, máximo, durante los cuatro años siguientes a su entrada en funcionamiento. Los terrenos de cada planta deberán adquirirse en el año inmediatamente anterior al inicio de la construcción de la primera fase. De esta forma, el proyecto, en su conjunto, se terminaría de pagar en el año 2020, partiendo del siguiente cronograma de construcción, el cual no es exactamente el mismo recomendado por la CAR en las discusiones de concertación del POT (véase capítulo 5):

•Entrada en operación I Fase planta El Salitre:	2000
•Evaluación I Fase planta El Salitre:	2001
•Construcción II Fase planta El Salitre:	2002-2003
•Evaluación II Fase planta El Salitre:	2004
•Construcción I Fase planta Fucha:	2005-2006
•Evaluación I Fase planta Fucha:	2007
•Construcción II Fase planta Fucha:	2008-2009
•Evaluación II Fase planta Fucha:	2010
•Construcción I Fase planta Tunjuelo:	2011-2012
•Evaluación I Fase planta Tunjuelo:	2013
•Construcción II Fase planta Tunjuelo:	2014-2015
•Evaluación II Fase planta Tunjuelo:	2016

El esquema propuesto requeriría un acuerdo con el concesionario en relación con el valor del Equity a cancelar por del distrito por el pago anticipado de su inversión, el cual podría alcanzar cerca de 30 millones de dólares. No obstante, dado que al concesionario, lo que más le interesa es poder construir y operar las restantes fases y etapas del proyecto, es altamente factible llegar a un acuerdo en que éste renuncie a dicha indemnización o, por lo menos, reduzca sus aspiraciones.

Teniendo en cuenta el cronograma propuesto anteriormente, el cuadro No 4 muestra una propuesta de inversión y de pago del servicio de la deuda, sin considerar el Equity, así:

- En la primera columna está el año, a partir de 1998.

- En la segunda columna aparece el cronograma de desembolsos o inversiones del concesionario, el cual está de acuerdo con el cronograma de construcción propuesto arriba.
- En la tercera columna aparece la deuda acumulada teniendo en cuenta los pagos a capital.
- En la cuarta columna aparece el cronograma de pagos a capital, efectuados de acuerdo con los criterios expuestos arriba.
- En la quinta columna aparece el saldo (deuda menos pagos a capital).
- En la sexta columna aparecen los intereses sobre la deuda, a la tasa del 9,5% anual.
- En la séptima columna aparecen los pagos por comisión de compromiso sobre los saldos de la deuda no utilizados. Para este efecto se ha previsto que cada planta se trate como un crédito independiente.
- En la octava columna se incluye la comisión de administración, por el 1,0% de cada crédito.
- En la novena columna aparece el total pagado.

4.4. PROPUESTA DE FINANCIAMIENTO

Para el financiamiento del pago del proyecto existen cuatro posibles fuentes:

- La sobretasa predial establecida en el artículo 44 de la ley 99 de 1993. Esta sobretasa podrá variar entre el 15 y el 25,9% del impuesto predial y, en el caso de Bogotá, el 50% de estos recursos deberá invertirse dentro del perímetro urbano. Por compromiso de la administración distrital al inicio del proyecto, este 50% se destinará, en su totalidad, al proyecto del río Bogotá.

Cuadro N° 4
ESTIMACIÓN DEL SERVICIO DE LA DEUDA
(Millones de dólares de 2000)

CONDICIONES ASUMIDAS

Crédito externo: 796 millones US\$

Plazo: 23 años

Tasa de interés: 9,5%

Comisión de compromiso: 0,75%

Comisión de administración: 1,0%

AÑOS	DESEM-BOLSOS	DEUDA	CAPIT-AL	SALDO	INTE-RÉS	COMI-SIÓN	ADM.	TOTAL
1998	39,8	39,8	-	39,8	-	1,5	2,4	3,9
1999	39,8	79,6	-	79,6	3,8	1,2	-	5,0
2000	39,7	119,3	16,6	102,7	7,6	0,9	-	25,1
2001	-	102,7	34,2	68,5	9,8	0,9	-	44,9
2002	62,0	130,5	34,2	96,3	6,5	0,5	-	41,2
2003	62,0	158,3	34,3	124,0	9,1	-	-	43,4
2004	19,5	143,5	19,5	124,0	11,8	2,6	3,7	37,6
2005	79,3	203,3	31,0	172,3	11,8	2,0	-	44,8
2006	79,4	251,7	31,0	220,7	16,4	1,4	-	48,8
2007	-	220,7	31,0	189,7	21,0	1,4	-	53,4
2008	95,8	285,5	31,0	254,5	18,0	0,7	-	49,7
2009	95,8	350,3	39,6	310,7	24,2	-	-	63,8
2010	6,4	317,1	46,1	271,0	29,5	1,3	1,8	78,7

2011	40,0	311,0	39,7	271,3	25,7	1,0	-	66,4
2012	40,0	311,3	39,7	271,5	25,8	0,7	-	66,2
2013	-	271,5	47,8	223,7	25,8	0,7	-	74,3
2014	48,2	271,9	47,9	224,0	21,3	0,4	-	69,6
2015	48,3	272,3	47,9	224,4	21,3	-	-	69,2
2016	-	224,4	47,9	176,5	21,3	-	-	69,2
2017	-	176,5	40,0	136,5	16,8	-	-	56,8
2018	-	136,5	40,0	96,5	13,0	-	-	53,0
2019	-	96,5	48,2	48,3	9,2	-	-	57,4
2020	-	48,3	48,3	0	4,6	-	-	52,9
TOTAL	796,0							1.175,3

- El 21% del porcentaje establecido en la ley 141 de 1994 (Ley de Regalías) para preservación del medio ambiente, el cual equivale al 2,61% del monto global del Fondo Nacional de Regalías (FNR).
- Las tasas retributivas establecidas en el artículo 42 de la ley 99 de 1993 y en su decreto reglamentario 901 de 1998. Estas tasas fueron reglamentadas a nivel nacional por las resoluciones 273 de 1997 y 372 de 1998, y a escala regional por el acuerdo 15 del 2000 de la CAR.
- Transferencias o aportes directos del Distrito Capital y de la nación al proyecto.

El cuadro No. 5 muestra una propuesta de distribución de los costos totales y anuales del proyecto, así:

- En la columna 1 aparece el año, a partir de 1998.
- En la columna 2 se transcribe el valor del servicio de la deuda, estimado en la última columna del cuadro 4.
- En la columna 3 se ha incluido el costo de la administración y mantenimiento, el cual será incremental en función de la entrada en operación de cada una de las fases y etapas del proyecto.
- En la columna 4 se observa el costo total anual.
- En la columna 5 aparece la estimación de los ingresos por tasa predial (ley 99/93), los cuales han estado muy cercanos a la realidad durante los años 1994-1999.
- En la columna 6 puede verse la estimación de los ingresos por ley de Regalías, la cual se ha calculado constante a partir del año 2000, si bien podrá variar en función de nuevos hallazgos petroleros.
- En la columna 7 aparece el balance de **recursos** (tasa predial+regalías) – **costo total anual**. Este puede ser positivo o negativo según la relación anual de costos y recursos. Entre 1998 y 2001 hay superávit, el cual se agota en el 2002. Luego se toma año por año.
- En la columna 8 se aprecia el valor neto que se debe financiar con otras fuentes, el cual resulta de las cifras negativas de la columna anterior.
- En la columna 9 aparece la estimación de las tasas retributivas, cuyo cálculo detallado se puede consultar en el anexo 1 de este capítulo. Se ha considerado en esta columna el escenario 1 (véase valor en dólares en cuadro 6), por corresponder al valor que tendría que pagar la ciudad si no ejecutara el programa de tratamiento de sus aguas residuales. Se observa que la tasa retributiva supera varias veces no sólo las necesidades de financiación a cargo de otras fuentes sino el valor total del proyecto.

El análisis de las tasas retributivas indica que si se aplicara su cobro tal como se establece en las normas legales, esta sola fuente sería suficiente para construir la totalidad del proyecto, aún con tratamiento terciario en cada una de las plantas, y con el resultado de una agua de calidad aceptable, incluso para el

consumo humano.

Este análisis, también, indica que, considerando el escenario 1 o de referencia (sin plantas), el costo total del proyecto en sus 3 etapas y 6 fases quedaría totalmente pagado sólo con tasas retributivas en el primer cuatrimestre del año 2010, iniciando el cobro de las mismas en el año 2000 (cuadro 6) (véase descripción de los escenarios en anexo No 1 de este capítulo).

Lo anterior indica que el proyecto podrá pagarse en su totalidad con las tres fuentes consideradas y, por tanto, no habrá necesidad de acudir a transferencias del Distrito Capital o de la nación. De acuerdo con el esquema propuesto, las tasas retributivas financiarían el 55,2% del proyecto, la sobretasa predial el 32,3% y la ley de regalías el restante 12,5%.

Una conclusión importante del estudio de la tasa retributiva para Bogotá (véase anexo 1) es que si el proyecto no se ejecutara o se realizara sólo parcialmente, o se postergara en el tiempo, como lo ha propuesto la administración distrital, **lo que la ciudad tendría que pagar por tasa retributiva durante los próximos 20 años sería tres veces lo que costaría el proyecto en su totalidad.**

Cuadro N° 5
**DISTRIBUCIÓN DE LOS COSTOS DE SERVICIO DE LA DEUDA
Y DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**
(Millones de dólares de 06-2000)

Año	COSTOS ANUALES			FUENTES				Tasa retributiva sin proyecto (2)
	Servicio deuda	Operac. y manteni- miento	Total	Ley (1) 99/93	Ley (1) Regalías	Balance	Otras fuentes	
1998	3,9	-	3,9	13,8	9,8	+19,7	-	-
1999	5,0	-	5,0	14,8	9,8	+19,6	-	-
2000	25,1	-	25,1	15,7	8,9	+38,8	-	14,03
2001	44,9	5,1	50,0	16,4	8,9	+14,1	-	25,9
2002	41,2	5,1	46,3	17,1	8,9	-6,2	6,2	38,3
2003	43,4	5,1	48,5	17,8	8,9	-21,8	21,8	51,2
2004	37,6	11,2	48,8	18,5	8,9	-21,4	21,4	64,8
2005	44,8	11,2	56,0	19,2	8,9	-27,9	27,9	78,9
2006	48,8	11,2	60,0	20,0	8,9	-31,1	31,1	93,4
2007	53,4	19,1	72,5	20,8	8,9	-42,8	42,8	108,6
2008	49,7	19,1	68,8	21,6	8,9	-38,3	38,3	124,3
2009	63,8	19,1	82,9	22,5	8,9	-51,5	51,5	140,6
2010	78,7	28,6	107,3	23,4	8,9	-75,0	75,0	157,6
2011	66,4	28,6	95,0	24,3	8,9	-61,8	61,8	174,8
2012	66,2	28,6	94,8	25,3	8,9	-60,6	60,6	192,7
2013	74,3	32,5	106,8	26,3	8,9	-71,6	71,6	211,1
2014	69,6	32,5	102,1	27,4	8,9	-65,8	65,8	230,2
2015	69,2	32,5	101,7	28,5	8,9	-64,3	64,3	249,9
2016	69,2	37,3	106,5	29,6	8,9	-68,0	68,0	269,8

2017	56,8	37,3	94,1	30,8	8,9	-54,4	54,4	290,1
2018	53,0	37,3	90,3	32,0	8,9	-49,4	49,4	311,2
2019	57,4	37,3	94,7	33,3	8,9	-52,5	52,5	332,7
2020	52,9	37,3	90,2	34,6	8,9	-46,7	46,7	355,0
TOTAL	1.175,3	476,0	1.651,3	533,7	206,5		911,1	3.514,9
			100,0%	32,3%	12,5%		55,2%	

(1) Según Camilo Nassar, Dama, 1.995. Proyecciones 1995 – 2024.

(2) Tasa estimada según los cuadros 4 y 7 y una devaluación anual del 10%, Anexo 1.

4.5. IMPACTO DE LA TASA RETRIBUTIVA EFECTIVA SOBRE LAS TARIFAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

La única forma viable de cobrar la tasa retributiva es hacerlo junto con la tarifa de alguno de los servicios públicos domiciliarios. Por su relación con el servicio de descontaminación, la más adecuada sería la de acueducto y alcantarillado. Así se ha previsto en las leyes 142 de 1994 y 200 de 2000, para lo cual las tasas retributivas deben ser incorporadas a las fórmulas tarifarias, según lo establezca la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRAP).

Cuadro No 6
ESCENARIOS DE COBRO DE TASAS RETRIBUTIVAS
(En millones de dólares)

AÑO	ESCENARIO 1			ESCENARIO 2			ESCENARIO 3		
	DBO ₅	SST	TOTAL	DBO ₅	SST	TOTAL	DBO ₅	SST	TOTAL
2000	14,0	0,03	14,03	14,0	0,03	14,03	14,0	0,03	14,03
2001	25,8	0,1	25,9	10,2	0,02	10,22	10,2	0,02	10,22
2002	38,2	0,1	38,3	10,4	0,02	10,42	10,4	0,02	10,42
2003	51,1	0,1	51,2	10,7	0,02	10,72	10,7	0,02	10,72
2004	64,6	0,2	64,8	10,9	0,02	10,92	10,9	0,02	10,92
2005	78,7	0,2	78,9	19,6	0,04	19,64	11,2	0,03	11,23
2006	93,2	0,2	93,4	31,5	0,1	31,6	11,4	0,03	11,43
2007	108,3	0,3	108,6	43,8	0,1	43,9	11,7	0,03	11,73
2008	124,0	0,3	124,3	56,7	0,1	56,8	11,9	0,03	11,93
2009	140,3	0,3	140,6	70,0	0,2	70,2	12,2	0,03	12,23
2010	157,2	0,4	157,6	83,9	0,2	84,1	12,4	0,03	12,43
2011	174,4	0,4	174,8	98,2	0,2	98,4	22,2	0,1	22,3
2012	192,2	0,5	192,7	113,0	0,3	113,3	35,5	0,1	35,6
2013	210,6	0,5	211,1	128,3	0,3	128,6	49,3	0,1	49,4
2014	229,6	0,6	230,2	144,1	0,3	144,4	63,7	0,1	63,8
2015	249,3	0,6	249,9	160,4	0,4	160,8	78,5	0,2	78,7
2016	269,1	0,7	269,8	177,0	0,4	177,4	93,7	0,2	93,9
2017	289,4	0,7	290,1	194,1	0,5	194,6	109,4	0,3	109,7
2018	310,4	0,8	311,2	211,7	0,5	212,2	125,6	0,3	125,9
2019	331,9	0,8	332,7	229,8	0,5	230,3	142,2	0,3	142,5
2020	354,1	0,9	355,0	248,4	0,6	249,0	159,4	0,4	159,8
TOTAL	3.506,2	8,7	3.514,9	2.066,7	4,8	2.071,5	1.006,7	2,3	1.009,0

Fuente: Cuadros 4 a 18 del anexo 1 de este capítulo. Se ha adoptado la tasa plena y no la tasa mínima, considerando que el proyecto no se ejecutara (escenario 1) o sólo se ejecutara la fase 1 de la planta de El Salitre (escenarios 2 y 3)

El mecanismo tarifario es el más utilizado internacionalmente para sufragar los costos del tratamiento. En ciudades de países industrializados, el costo del tratamiento se suma al de alcantarillado, por lo que la tarifa por estos conceptos es, en general, superior a la del acueducto. En Bogotá, la tarifa de alcantarillado es inferior a la acueducto.

De acuerdo con el principio del “contaminador-pagador” involucrado en la legislación vigente, son los propios ciudadanos y los establecimientos industriales y comerciales generadores de aguas residuales los que deben sufragar los costos de la descontaminación. La autoridad ambiental cobrará la tasa retributiva a la empresa o entidad responsable de los vertimientos, pero ésta deberá trasladarla a los usuarios del servicio de alcantarillado en forma de tarifas.

Para evaluar el impacto de la tarifa por descontaminación lo primero que hay que preguntar es cuánto debería pagar cada hogar o responsable de cuenta del sistema de alcantarillado para cubrir el costo del tratamiento. Para esto, basta simplemente con dividir el máximo costo anual que se prevé deben pagar los usuarios (véase columna 8 del cuadro 5) por el número de cuentas atendidas por la EAAB. Como hay cerca de 1.200.000 cuentas y el costo de la anualidad máxima es de 75 millones de dólares para el año 2010, cada cuenta debería pagar US\$ 62,5 dólares adicionales en dicho año para costear el tratamiento, o sea \$131.910 anuales, o \$ 10.992 mensuales, en pesos de hoy. Una tarifa de este monto no tendría un impacto significativo en los hogares de estratos 4, 5 y 6. En los hogares de los estratos 1 y 2 y 3 su impacto, de bajo a moderado, podría atenuarse con una distribución adecuada de las cargas entre el sector industrial y comercial y el sector residencial.

En efecto, según la estimación presentada en este informe, la industria es responsable de, aproximadamente, el 24% de la carga orgánica vertida al río Bogotá y el restante 76% es de origen doméstico. No obstante, en el sector industrial y comercial el agua debe considerarse como un insumo de producción, por lo cual su uso tiene un beneficio incremental con respecto a la utilización doméstica. En el caso de las industrias, las tarifas deben relacionar el pago con el volumen y la calidad del efluente, a partir del principio de que la tarifa es regulada por el costo marginal del tratamiento, lo cual implica un control periódico del efluente, sin que el pago de la tarifa exima a las industrias de su obligación de controlar la contaminación en la fuente, en particular en los casos de sustancias tóxicas.

Cuadro No 7
**IMPACTO DE LA TARIFA POR DESCONTAMINACIÓN SOBRE
LA TARIFA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO**

(Tarifas de diciembre de 2000 en \$ m³. Cargo fijo en \$/usuario)

ESTRATO	TARIFA ACUE- DUCTO	TARIFA ALCANTA- RILLADO	CARGO FIJO AC + ALC	VALOR 40 M ³ /MES ¹ \$	IMPACTO ² %
1	139,37	101,34	2.811,20	12.439,60	44
2	396,39	226,97	4.307,50	29.241,90	19
3	685,94	337,95	7.170,00	48.125,60	13
4	896,92	399,29	12.195,44	64.043,84	9
5	1.096,03	488,37	26.165,40	89.541,40	6
6	1.391,43	736,28	38.115,43	123.223,83	4

¹ Límite del consumo básico de tarifa mínima. Si los consumos superan los 40 m³/mes, la tarifa es considerablemente mayor. El valor de esta columna incluye la tarifa por el consumo más el cargo fijo. ² Asumiendo que no hay distribución diferencial por estratos. Fuente de tarifas: EAAB, proyecciones a diciembre de

2000.

En consecuencia con lo anterior, se propone que la industria y el comercio (incluidos los servicios de distinta naturaleza) sufraguen la mitad del costo a cargo de la tasa retributiva y los hogares el restante 50%. De esta manera, volviendo al caso citado de la anualidad más alta (75 millones de dólares), cada hogar debería sufragar \$ 65.955 por año, o \$ 5.496 por mes, tarifa plenamente viable para todos los estratos, excepto para el 1 (véase cuadro 7). Además, en cualquier caso, se deberá hacer una distribución de la tarifa por estratos, para que los más altos paguen tarifas mayores que los estratos bajos, tal como sucede en la actualidad con la mayor parte de servicios. Se debe advertir que esta sería la mensualidad en el caso del año en que se espera una mayor contribución de fuentes distintas a la tasa predial y a las regalías (75 millones de dólares). En los primeros 5 años este valor fluctuará entre 6 y 31 millones de dólares, por lo que el valor que se debe pagar con tarifas fluctuará igualmente entre el 8% y el 41% del estimado arriba (\$5.496). Si se consideran las tarifas del servicio de acueducto y alcantarillado para diciembre de 2000, el impacto de la cifra estimada para el año de máxima contribución sería el mostrado en el cuadro No 7. Una distribución aceptable sería aquella en que, para ninguno de los estratos, la factura por descontaminación represente más del 20% de la factura por acueducto y alcantarillado, lo que implicaría subir la tarifa para los estratos 3, 4, 5 y 6 y bajarla para el estrato 1.

Para conservar este esquema, sería necesario que los eventuales déficits que se presenten en los ingresos por tasa predial y ley de regalías con respecto a las proyecciones sean llenados con transferencias del Distrito Capital y/o de la nación.

El anterior análisis supone que lo que se cobre al usuario en tarifa por tasa retributiva sea lo que, efectivamente, es necesario para sufragar el costo real del proyecto de descontaminación, cuyo pago se ha extendido a 20 años, como se propone en este documento (véanse cuadros 4 y 5).

También, será importante asegurar que el afluente que se trata de descontaminar en cada planta sea el correspondiente a las aguas residuales de cada cuenca, para lo cual es necesario construir el sistema de interceptores izquierdo y derecho en cada uno de los ríos Salitre, Fucha y Tunjuelo, además del interceptor Torca-Salitre. Estos interceptores tienen la función de recolectar las aguas residuales y conducir las hasta la respectiva planta. No son obras de tratamiento sino que forman parte del sistema troncal de alcantarillado de la ciudad, por lo cual su costo no debe cargarse al del sistema de tratamiento. Lo anterior significa que, para la puesta en marcha de la planta de El Salitre, deben estar construidos los interceptores del río Salitre desde la avenida 68 hasta la planta, además del interceptor Torca – Salitre. Si no se construyen estas obras, gran parte de los caudales de aguas negras de la ciudad, que son arrojados directamente a los ríos Salitre (avenida 68), Fucha (avenida Boyacá) y Tunjuelo (en varios puntos desde Usme, incluidos los lixiviados del relleno Doña Juana), continuarán por dichos ríos y llegarán hasta el Bogotá, especialmente en épocas de lluvias, lo que hará imposible, así, que el beneficio de las plantas se vea.

4.6. LA RESPONSABILIDAD INSTITUCIONAL DEL PROYECTO

La entidad responsable del problema de la contaminación es la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB-ESP. No obstante, la entidad encargada del programa de tratamiento de las aguas residuales urbanas es el Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente –Dama-, el cual es, al mismo tiempo, la autoridad ambiental distrital. El manejo de los fondos recaudados de las distintas fuentes se lleva a cabo a través del Fondo Cuenta del Río Bogotá, el cual tiene un Comité Consultivo, conformado por la Secretaría de Hacienda, el Dama, la CAR y la EAAB. El director del Dama es el ordenador del gasto. Este comité tiene, entre sus funciones, la de aprobar las inversiones que se hagan en

el proyecto.

Para la construcción, la operación y el mantenimiento de las plantas se adoptó un sistema de concesión, mediante el cual el concesionario diseña, construye, opera y mantiene la planta y el Distrito le cancela una tarifa pactada en el contrato por metro cúbico de agua tratada, previo cumplimiento de requisitos de calidad preestablecidos. El concesionario seleccionado es el Consorcio Degremont-Lyonnaise des Eaux de Francia, que se halla próximo a terminar la primera fase de la planta de El Salitre, como ya se anotó.

Existe una duplicidad en el control de vertimientos industriales, a cargo de la EAAB-ESP, por una parte, y del DAMA, por la otra, aunque las dos entidades han establecido metodologías de monitoreo unificadas.

El esquema institucional adoptado tiene la debilidad de que la responsabilidad del proyecto está en cabeza de la autoridad ambiental distrital, por lo cual ella es juez y parte, al mismo tiempo, sin posibilidad real de exigirse a sí misma. Además, el Dama no tiene experiencia en proyectos de ingeniería ni mucho menos en grandes obras como la presente. Por esta razón, el concesionario no ha tenido contraparte real durante el proceso de construcción de la primera fase de la planta de El Salitre y por ello mismo se han cometido, por parte de la administración, errores monumentales que pueden dar fácilmente al traste con los objetivos del proyecto.

Un ejemplo de ello es la modificación de la cláusula 11 del Contrato No 015 de 1994 entre el Distrito Capital y el Consorcio Degremont-Lyonnaise des Eaux, la cual reza textualmente:

“Cláusula 11. EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO. Independientemente de la calidad del afluente, las calidades de los efluentes según el tipo de tratamiento serán las siguientes:

- 1) Para el efluente del tratamiento primario las plantas deberán tener una eficiencia o capacidad de remoción de carga orgánica en promedio diario del cuarenta por ciento con una tolerancia del cinco por ciento ($40 \pm 5\%$) en términos de DBO_5 y de un 60% de la carga de sólidos en suspensión.
- 2) El tratamiento secundario debe proporcionar un efluente final cuya concentración en promedio diario sea como máximo 20 mg/l de DBO_5 y 30 mg/l de sólidos en suspensión”.

Para el cumplimiento de estos requisitos, los pliegos establecieron -claramente- que *todos los riesgos del proyecto son asumidos por el concesionario*. Además, en la cláusula 12 del contrato de concesión crea un esquema de castigo por pérdida de eficiencia, de modo tal que eficiencias menores al 25% de remoción de DBO_5 en el tratamiento primario y efluentes con más de 40 mg/l de DBO_5 en el tratamiento secundario no tienen remuneración alguna para el contratista.

A pesar de estos compromisos contractuales, en el acta No 03, suscrita por la administración Bromberg, se pactó lo siguiente:

“8°. Cláusula 12. Contrato de Concesión.

Las partes confirman su entendimiento de que los factores de corrección no serán aplicables durante el período de fuerza mayor o caso fortuito que no permita cumplir lo pactado en esta cláusula en relación con el porcentaje de reducción de DBO_5 en el tratamiento primario o con la concentración de DBO_5 en el efluente final después del tratamiento secundario

medido en miligramos por litro. En este contexto, se entiende por fuerza mayor o caso fortuito aquellos eventos causados por situaciones que impidan o interfieran el normal funcionamiento del sistema de alcantarillado, como por ejemplo sismos, o aparición de cantidades anormales de sustancias químicas, físicas o biológicas que impidan lograr los porcentajes de remoción o las concentraciones establecidas, mediante la utilización de las facilidades tecnológicas previstas en la planta.”

Esta cláusula, en la práctica, libera al concesionario de cumplir con el esquema de castigo contemplado en el contrato, ya que “la aparición de cantidades anormales de sustancias químicas, físicas o biológicas que impidan lograr los porcentajes de remoción o las concentraciones establecidas” pueden ser tan amplias como lo quiera el concesionario. Lo que se pactó en esta acta cambia totalmente los objetivos del tratamiento previsto en el contrato y elimina las posibilidades de castigo por incumplimiento, por lo cual ella debería ser demandada ante los organismos judiciales y/o de control correspondientes.

Este, apenas, es un ejemplo de la forma altamente displicente como el Distrito ha manejado el contrato de concesión, y es posible que en el transcurso del mismo se haya incurrido en otras ligerezas que aún no son conocidas. Lo más indicado sería que la responsabilidad de las plantas las asumiera una empresa con experiencia como podría ser la EAAB.

4.7. ALGUNOS MITOS INVENTADOS ALREDEDOR DEL PROYECTO

El mito de que el río Bogotá no está aún suficientemente contaminado

Aunque parezca increíble, hay expertos que afirman que el río Bogotá no está aún suficientemente contaminado como para que merezca un programa de tratamiento y que sólo se trata de un problema de malos olores (Revista de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes No. 7, E. Giraldo, pág. 43-51). Lo expuesto en este capítulo comprueba que el río Bogotá no sólo está altamente contaminado a partir de la desembocadura del río Salitre sino que es el más infecto de Colombia y uno de los más contaminados del mundo. No se entiende cómo estos expertos puedan afirmar que concentraciones medias de 100 y 143 mg/l de DBO₅ y contenidos de coliformes totales superiores a 10 millones (NMP/100 ml) entre el Salitre y el embalse del Muña no constituyan una altísima contaminación orgánica y bacteriológica. Al respecto vale la pena recordar que las normas regionales para DBO₅ y coliformes totales son de 5 mg/l y 5.000 NMP/100 ml, respectivamente, para uso humano con tratamiento convencional (clase A) (CAR, acuerdo 58/87). Incluso para uso agrícola y pecuario las normas correspondientes son de 30 mg/l y 10.000 NMP/100 ml (clase C).

El mito de que limpiar el río Bogotá no es prioritario

Bajo las condiciones extremas de contaminación comprobadas valdría la pena preguntarse si es o no prioritaria la descontaminación del río. En la revista y en el artículo mencionados se afirma que no lo es e incluso afirman que la ciudad tiene prioridades más importantes en qué invertir el dinero destinado al río Bogotá, como la contaminación del aire. Sin embargo, se olvida que esta última es producida, principalmente, por los vehículos y las industrias, por lo cual su reducción debe hacerse, con prioridad, en la fuente, a cargo de los propietarios, a través de mecanismos tales como la renovación del parque automotor, la instalación de convertidores catalíticos, la reconversión industrial o la instalación de filtros en las chimeneas, para sólo citar algunos mecanismos.

La acción del Estado debe estar orientada, en este caso, a expedir reglamentaciones juiciosas sobre emisiones, a la organización y control del tráfico, al control de emisiones y asistencia técnica y al

monitoreo de la calidad del aire ambiente, las cuales no representan costos que excedan la capacidad de una entidad como el Dama. Además, se olvida que las fuentes financieras fijadas por ley para la descontaminación del río (Fondo Nacional de Regalías y tasas retributivas por vertimientos, entre otras) no pueden ser destinadas a otros programas so pena de incidir en el delito de peculado.

También, se afirma que el río Bogotá sólo causa un impacto despreciable en la calidad del agua del río Magdalena. Esto tampoco es cierto, pues las estimaciones indican que en condiciones de caudal medio del río Magdalena y de máxima contaminación del río Bogotá en su desembocadura, la concentración media de DBO₅, después de la desembocadura, aumenta un 18%, mientras que en caudales bajos se pueden esperar incrementos de hasta un 121%, es decir, más del doble (Epam Ltda, 1993).

Los datos y consideraciones presentados, así como el valor económico de los daños citados arriba, justifican plenamente la inversión en descontaminación, sobre todo si se tiene en cuenta que en dicho valor sólo están incluidos los daños que se pueden monetizar fácilmente y que hay muchos otros que no se cuantifican por dificultades metodológicas o de información, como se indicó anteriormente. Es la consideración de estos efectos, en análisis de evaluación contingencial, la que ha dado justificación económica a los proyectos de descontaminación en otras ciudades del mundo.

La solución del avestruz o el mito de que la mejor alternativa es la del interceptor

En la revista y en el artículo citados se vuelve a insistir en la vieja discusión de que la mejor alternativa para la ciudad de Bogotá es la del interceptor. El estudio de Epam de 1993 lo dice así, textualmente, pero, también, concluye que esa no es la solución para el río ni para la región y que la mejor opción a nivel regional es la de las tres plantas. En efecto, meter todas las aguas residuales de la ciudad en un tubo y llevarlas hasta el final de la sabana para descargarlas en el embalse del Muña sólo equivale a trasladar el problema y empeorarlo, ya que le resta la posibilidad de autodepuración al río –pequeña pero real- en un tramo de más de 60 kilómetros. De esta forma se eliminan los vertimientos y la contaminación del río en su recorrido frente a la ciudad (que, entre otras cosas, quedaría seco en los meses de verano), lo que resuelve la situación para los barrios localizados en sus riberas, pero no soluciona el problema a nivel del río ni de la región en su conjunto. Es, ni más ni menos, la actitud del avestruz: esconder el problema para que los habitantes de la ciudad no lo vean. La solución plantea que una vez construido el interceptor, se levante una gran planta al final de la sabana (Alicachín), con el inconveniente de que los terrenos aptos para tal fin ya han sido ocupados por la urbanización de Soacha, en gran parte. Una variante a esta alternativa es construir un segundo interceptor entre La Guaca (donde descargan los túneles del sistema hidroeléctrico del río Bogotá) y Tocaima, donde se levantaría la planta. A esta última opción se opuso la administración de esta población, por considerar que recibiría un problema mucho más grande que el que actualmente tiene (Epam Ltda, 1993).

Pero el principal problema de esta solución es el económico y el financiero. En efecto, construir un gran interceptor en concreto en los difíciles suelos de la sabana, a una profundidad de hasta 13 metros, según los prediseños, y con la capacidad necesaria para transportar las aguas residuales de la ciudad, incrementadas por las imperfecciones del sistema de alcantarillado, tiene un costo muy alto. Los estudios existentes indican que esta obra puede valer entre 344,3 y 1.032,9 millones de dólares de 1985, es decir, el doble de lo que valdrían las 3 plantas juntas. Y esto sin tratar todavía ni un solo litro de agua, para lo cual habría que construir la planta, cuyo costo podría ser igual al de las tres plantas juntas. La operación y el mantenimiento de un interceptor forzosamente de muy baja pendiente como éste tendrían, también, un costo muy alto, por la elevada sedimentación y las necesidades de limpieza permanente del mismo. En consecuencia, este tipo de solución fácilmente triplicaría el costo del proyecto de las tres plantas adoptado por la administración distrital en 1994. La EAAB no ha podido justificar ni obtener un crédito

internacional para desarrollar el mismo.

Además, esta solución tendría un grave problema más: la eliminación de las posibilidades de reciclaje del agua tratada tanto en Bogotá como en la sabana, máxime cuando, de acuerdo con lo expuesto en la sección 2 de este mismo capítulo, las necesidades de agua en la sabana y los conflictos existentes se incrementarán en los próximos decenios.

El mito de que la tecnología adoptada no es la mejor

Las estimaciones de costos del sistema adoptado están montadas sobre plantas de lodos activados para el tratamiento secundario. Según los contradictores del proyecto citados, esta tecnología es obsoleta porque se inventó en 1905 y en la actualidad existen algunas más eficientes y baratas. No obstante, es la tecnología más difundida y utilizada en grandes ciudades, como es el caso de Londres, Moscú, Francfort, Berlín, París, Glasgow, Tokio, Yokohama, Bombay, El Cairo, Baltimore, Chicago y Houston, entre otras (Nassar C, 1997). Además, el contrato de concesión sólo obliga al distrito para la fase inicial de la primera etapa, es decir, para el tratamiento primario, y deja totalmente abierta la posibilidad de continuar con la segunda fase con el mismo concesionario o con otro en función, entre otros, de los resultados obtenidos en la primera fase, de los costos y de *nuevas tecnologías de tratamiento*. Esto deja sin piso totalmente la crítica de la tecnología. Sin embargo, lo que no se debe aceptar es que el proyecto se someta a una metodología de ensayo universitario de métodos de tratamiento, aunque ellos sean menos costosos que los lodos activados. La tecnología que se utilice debe ser suficientemente probada y segura para ciudades y caudales de tamaño similar al de Bogotá.

El mito de la inocuidad de la contaminación orgánica y bacteriológica y de la planta de DBO

El empeño por desvirtuar el proyecto llega al punto de aseverar, en la revista arriba mencionada, que la contaminación orgánica y bacteriológica del río no es un problema de salud pública sino un problema meramente estético de “olores, colores y sabores” y que son más importantes los efectos de los tóxicos transportados por el río (metales pesados y otros). Sobre el particular es necesario aclarar que, aunque la materia orgánica en sí no es un problema sanitario -el hombre y los animales se alimentan de materia orgánica - las excretas y la materia orgánica en descomposición, que son las que se encuentran en las aguas residuales, sí constituyen un riesgo grave para la salud del hombre, puesto que ellas se caracterizan por la presencia de multitud de microorganismos patógenos, muchos de ellos altamente perjudiciales para la salud humana. La literatura especializada a nivel mundial y de Colombia muestra que la exposición a aguas residuales domésticas genera enfermedades de diverso orden, principalmente bacterianas y digestivas (como amibiasis, shigellosis, intoxicación alimentaria, enteritis, diarrea, gastritis y duodenitis), parasitarias (como helmintiasis y otras) y virales (como hepatitis y otras). Los estudios epidemiológicos realizados en Bogotá – que, aunque pocos, son concluyentes - enseñan que, como se anotó arriba, las frecuencias de las enfermedades de origen hídrico en las poblaciones cercanas al río Bogotá son más de 3 veces superiores a las de poblaciones alejadas, dentro de la misma ciudad.

Lo anterior sin desconocer los efectos de las sustancias tóxicas, resultantes, generalmente, de la industria, los cuales pueden llegar a ser muy importantes, quizá más que los debidos a la carga orgánica y bacterial, pero su valor monetario no fue posible cuantificarlo en el estudio de Epam de 1993 por falta de datos adecuados. Estas sustancias afectarían tanto a la población directa como indirectamente expuesta, tanto de Bogotá como, posiblemente, de las riberas del río Magdalena. No obstante, la reducción o la eliminación de estas sustancias debe hacerse a través de un programa de control en la fuente, es decir, en las mismas industrias, tal como se propuso en la Estrategia de Saneamiento del río Bogotá (Epam Ltda, 1993).

Por las anteriores razones, las normas de calidad contemplan la DBO (demanda bioquímica de oxígeno) y las metas específicas para el río Bogotá han sido establecidas por la CAR con base en este parámetro, que es el indicador de la carga orgánica de un cuerpo de agua. Y por las mismas razones, todas las plantas de tratamiento de aguas residuales urbanas en el mundo tienen como uno de sus objetivos iniciales (en sus fases primaria y secundaria) reducir la carga orgánica, o sea la DBO. Mientras menor sea la carga orgánica en los ríos, menos alimento habrá para los microorganismos patógenos. La limpieza final de microorganismos se logrará con el tratamiento terciario, el cual podrá acoplarse en una tercera fase de las plantas, tal como se previó en los pliegos. Además, el concesionario debe realizar, como parte de sus obligaciones en la primera fase de la planta de El Salitre, un estudio de factibilidad técnica del tratamiento terciario.

El mito de los caudales de diseño

En su estudio de 1993 Epam Ltda elaboró un modelo de escurrimiento de aguas negras de la ciudad, basado, a su vez, en los datos de redes y de consumos suministrados por EAAB y en la información sobre población. De esta manera se calcularon los caudales medios y picos de aguas negras para cada una de las cuencas de drenaje urbano, y las correspondientes proyecciones hasta el año 2020. Estas estimaciones fueron utilizadas parcialmente en los pliegos de licitación de la concesión. Con posterioridad, la crisis del Chingaza generó una disminución significativa del consumo per cápita promedio, el cual pasó de 174 litros por habitante día (LHD) en 1991 a 122 LHD en la actualidad. Se espera que llegue a estabilizarse en 109 LHD en el año 2010, según los datos de la propia EAAB. Esto ha llevado a que las proyecciones de caudales de aguas negras realizadas anteriormente sean superiores a los caudales reales. En consecuencia, no es aceptable la tesis de que el caudal inicial medio de la planta de El Salitre ($4 \text{ m}^3/\text{s}$) esté subdimensionado, como lo afirman los contradictores del proyecto.

Además, los pliegos de licitación de la concesión fueron específicos en cuatro requerimientos: a) que no haya sobrediseño de las instalaciones, ya que la capacidad instalada adicional debe reconocerse al concesionario aún si no se utiliza; b) que el sistema esté dimensionado para tratar los caudales pico, los cuales se estimaron en 2,5 veces el caudal medio, lo que significa que el concesionario debe asegurar una capacidad para tratar hasta $10 \text{ m}^3/\text{s}$ en esta primera fase; c) que la planta se module en unidades de expansión de $1 \text{ m}^3/\text{s}$, requerimiento que fue mejorado por el contratista al adoptar módulos de $0,50 \text{ m}^3/\text{s}$, que la hacen más flexible; y d) que el concesionario adopte un programa de optimización de la operación del sistema, orientado a aumentar los caudales tratados sin que medie inversión de capital, caso en el cual se reconocerá el incremento en los gastos de operación y de mantenimiento. Esto significa que el proyecto ha previsto el manejo de capacidades de tratamiento superiores a las originales y que los procesos de nuevas inversiones no se pueden dar hasta tanto no se agoten las posibilidades de tratamiento del sistema existente. En el mismo sentido, las holguras contempladas en el tiempo de retención de los clarificadores primarios podrían permitir a la planta manejar caudales superiores en un 57% a los previstos originalmente, sin contemplar la incorporación de las unidades de dosificación de floculantes (ofrecidas por el concesionario), las cuales podrían aumentar las eficiencias en el tratamiento a niveles superiores a los solicitados.

En relación con el problema de los caudales, también se afirma en la publicación mencionada, que el contrato de concesión es inconveniente porque no considera tarifas diferenciales según la calidad de agua, ya que en época de lluvias las aguas residuales se diluyen y sus costos de tratamiento son menores. Este punto merece los siguientes comentarios, resumidos de la respuesta del ingeniero C. Nassar (1997) al artículo en mención: a) en primer lugar, se ha observado que en alcantarillados combinados (que es donde se podría esperar un aumento significativo de los caudales que se traten – el alcantarillado de Bogotá es separado, salvo en la ciudad central vieja -) los flujos correspondientes a la primera etapa de cada

aguacero (first flush) generan cargas de DBO, DQO y sólidos que superan hasta en 7 veces los promedios (caso de Bucaramanga, por ejemplo), efecto que se manifiesta durante varias horas; b) en segundo lugar, aún en los eventos en que se redujeran significativamente las cargas contaminantes por dilución, lo más probable es que se produzca una disminución en la compensación económica al concesionario, ya que el sistema de control para el tratamiento primario exige eficiencias mínimas de 40% para DBO y 60% para SST, con una gradación de disminución de la tarifa hasta el límite del no pago, fijado en 25% para la DBO₅, siendo de conocimiento que mientras más diluida sea un agua residual más difícil es conseguir remociones porcentuales; y c) un sistema tarifario de un proyecto de esta naturaleza y magnitud debe ser suficientemente sólido, basado en costos y en beneficios reales y cuantificables bajo un esquema de riesgo controlado y previsible, y no debe depender de eventos o variables aleatorios, como la frecuencia de un aguacero.

El mito de la inviabilidad económica y financiera del proyecto

El Distrito Capital acaba de contratar un estudio con el mismo equipo de la Universidad de Los Andes, contradictor del proyecto de descontaminación del río, con el fin de que estudie, otra vez, la viabilidad técnica y financiera del proyecto y dé recomendaciones sobre su futuro. Si se consideran los antecedentes descritos en esta sección de mitos, es bien posible que dicho estudio concluya que el proyecto debe ser modificado, que no tiene viabilidad financiera de pago y que el cronograma de construcción de las plantas debe prolongarse por 30 o por 50 años.

Es por esta razón que este capítulo se ha detenido en demostrar, una vez más, que la mejor alternativa de tratamiento de las aguas residuales de la ciudad sigue siendo la de las tres plantas, que la opción del interceptor implica costos varias veces superiores a los de la opción seleccionada en 1993 y que el proyecto puede ser pagado por la ciudad en los próximos 20 años, con un esquema basado en las fuentes de ley (sobretasa predial y participación en regalías petroleras) y en las tasas retributivas, cuyo manejo puede racionalizarse y concertarse con la autoridad ambiental regional para evitar desbordamientos como los que permiten las normas vigentes.

Se ha repetido que el proyecto no es económicamente viable porque sus beneficios no son comparables a sus costos.

Beneficios. En relación con los beneficios se toma fuera de contexto la estimación preliminar de daños ocasionados por la contaminación del río, realizada por Epam en 1993, cifrada en 6,27 millones de dólares anuales, sin considerar los daños no monetizables en ese momento. Una actualización de estos costos ambientales al año 2000, a la cual se integraron daños considerados sólo parcialmente en 1993, permitió situar esta cifra en 48,14 millones de dólares anuales. A 20 años, esta cifra subiría a 962,8 millones de dólares actuales, sin considerar, como se dijo arriba, otros daños de difícil cuantificación y monetización en la actualidad, como los ocasionados a la salud de la población indirectamente expuesta, que, según el artículo varias veces citado, son más importantes que los que sufre la población localizada en las riberas del río. De otro lado, también se debe contabilizar como beneficio lo que la ciudad tendría que pagar por tasa retributiva en caso de que no se ejecute el proyecto, la cual, como ya se anotó, llegaría a la cifra de 3.514,9 millones de dólares, estimada según las normas vigentes, con tarifa plena.

Costos y viabilidad económica. Si cualquiera de las dos cifras mencionadas tomadas aisladamente (963 millones de dólares actuales por daños, o 3.515 millones de dólares por tasa retributiva), o la suma de las mismas, equivalentes a los beneficios de la descontaminación, se compara con el costo de las tres plantas, incluida la financiación y los costos de operación y de mantenimiento a 20 años, se aprecia con facilidad que el proyecto no sólo es altamente viable desde el punto de vista económico, sino que, además, es un

excelente negocio para la ciudad, frente al hecho de tener que pagar unas enormes tasas retributivas sin beneficio alguno para la misma.

Viabilidad financiera del pago del proyecto. El esquema de pago propuesto en la sección 4.4 de este capítulo, distribuido entre sobretasa predial, participación en regalías petroleras y tasa retributiva, y el análisis del impacto de la tasa retributiva efectiva sobre las tarifas de acueducto y alcantarillado (o sobre el bosillo de los contribuyentes) presentado en la sección 4.5, permiten concluir que el proyecto sí puede ser pagado por la ciudad a un horizonte de 20 años. En efecto, si la tasa se reparte proporcionalmente entre la industria, el comercio y los hogares, a cada hogar le correspondería sufragar \$ 65.955 por año, o \$ 5.496 por mes en el año de máxima contribución (75 millones de dólares), tarifa de bajo a muy bajo impacto para los estratos 2 a 6, y de manejo posible para el estrato 1 mediante una distribución diferencial del valor de la tarifa entre todos los estratos.

5. CONCLUSIONES

La problemática del río Bogotá, que es la misma del agua en la sabana, se puede reducir a dos grandes acápites: la calidad del agua y su tratamiento y la disponibilidad de los recursos hídricos.

La disponibilidad de agua

Para su abastecimiento en agua, la ciudad utilizó en forma progresiva primero las pequeñas quebradas que descienden de los cerros orientales, luego el río Tunjuelo (La Regadera), después el río Bogotá (Tibitó) y, más recientemente, el macizo de Chingaza (presa de Chuza). Para el aprovechamiento de estas fuentes hídricas existe un total de nueve (9) embalses de regulación con capacidad útil total de 1.226 Mm³.

En la actualidad, el acueducto de Bogotá consume un total de 15 m³/s, aunque cuenta con una capacidad efectiva de provisión de agua de 25 m³/s. La proyección de la demanda para el año 2010 es de 19,99 m³/s y de 25,59 m³/s para el año 2020, lo cual significa que el sistema de provisión actual será suficiente hasta el año 2019, aproximadamente, y que los nuevos proyectos de abastecimiento a partir de otras cuencas (Sumapaz) podrán estar iniciándose hacia el año 2010. Esta situación se debe, en parte, a la disminución significativa del consumo por habitante operada luego de la última crisis del Chingaza, el cual pasó a 122 LHD en la actualidad y se espera que llegue a 109,3 LHD en el 2010. No obstante, las proyecciones de demanda indican que las pérdidas técnicas esperadas del sistema seguirán siendo muy altas (de más del 40% con respecto al caudal total), lo cual significa que si se actuara para disminuirlas significativamente el sistema actual sería suficiente para muchos años más. Las aguas subterráneas no son una fuente importante para atender las necesidades de la ciudad en el futuro.

El problema de la provisión de agua debe analizarse globalmente para toda la región y no sólo para la ciudad de Bogotá. De hecho, la EAAB-ESP ya atiende en la actualidad a 10 municipios sabaneros, lo que obliga a pensar en el futuro en un sistema regional de acueduto, máxime si se tiene en cuenta que la mayoría de las poblaciones tienen problemas de abastecimiento, por haber empezado a agotar sus fuentes hídricas. Por esta razón dependen para su provisión, como Bogotá, de las fuentes de la región. Asimismo, es necesario iniciar acciones en materia de recuperación y de conservación de cuencas.

La contaminación

Desde su nacimiento hasta su desembocadura, los aportes de aguas residuales hacen que el río presente niveles crecientes de contaminación biológica, química y física, hasta convertirlo en la mayor alcantarilla

abierta de Colombia, de condiciones permanentemente sépticas y pestilentes, con graves riesgos para la salud de las personas y de los animales que habitan en sus riberas o hacen uso de sus aguas. La contaminación biológica es muy alta entre la desembocadura del río Juan Amarillo y Alicachín (embalse del Muña), donde la DBO alcanza valores medios cercanos a 143 mg/l, con cargas orgánicas del orden de las 403 ton O₂/día, y los coliformes totales suben a 28 millones, en promedio, con picos de hasta 79 millones (NMP/100 ml). No obstante que la contaminación biológica disminuye aguas abajo de Alicachín, continúa siendo alta hasta llegar al río Magdalena, al cual le vierte una carga orgánica equivalente a 134 ton O₂/día. Aguas arriba de la desembocadura del río Juan Amarillo, el Bogotá presenta condiciones biológicas muy distintas, con cargas orgánicas por lo general inferiores a 10 ton O₂/día. Además, el río está contaminado por sustancias tóxicas, en especial metales pesados como cadmio, cromo y plomo. Esta contaminación es creciente. Así, entre 1991-1996 la DBO₅ aumentó en 125% aguas abajo del Juan Amarillo y en 53% agua abajo del Tunjuelo, mientras que, inmediatamente aguas arriba del Juan Amarillo, frente a la localidad de Suba, la contaminación orgánica creció entre 167% y 239%, debido a las descargas de las aguas negras de los nuevos desarrollos de este sector.

Las principales fuentes de la contaminación orgánica generada por la ciudad son las aguas residuales domésticas (76%) y las aguas residuales industriales (24%). La minería, no obstante, es la fuente más importante de sólidos en suspensión (46%), seguida de la industria cervecera (33%). El corredor Bogotá-Soacha produce el 92,6% de la carga orgánica total (en DBO₅), frente al 7,4% del resto de municipios de la cuenca aguas arriba de Alicachín. Las aguas residuales domésticas son también la fuente principal de la contaminación por detergentes, mientras que las industriales constituyen el origen de la contaminación por metales pesados y otros compuestos químicos tóxicos orgánicos e inorgánicos.

Las condiciones extremas de contaminación biológica, química y física de los ríos Salitre, Fucha, Tunjuelo, los principales afluentes urbanos que recogen las aguas negras de la ciudad, y del propio río Bogotá han impactado severamente otros elementos del medio natural y socioeconómico de la región y de la ciudad, en especial los lodos del lecho de los ríos y su fauna béntica, la ictiofauna, la calidad de los alimentos producidos con agua de riego contaminada, la vegetación ribereña y acuática, la salud de la población ribereña o aquella directamente expuesta a las aguas contaminadas, las infraestructuras de suministro de agua potable de los municipios de la cuenca media y baja y las infraestructuras y la operación y mantenimiento del sistema de generación eléctrica del río, entre otros.

Todos estos impactos tienen un costo para la región y para la ciudad. Las investigaciones llevadas a cabo han permitido estimar su valor, para los impactos fácilmente monetizables, en 48.14 millones de dólares anuales, sin contar muchas otras incidencias que no es posible cuantificar económicamente en la actualidad, por dificultades metodológicas y de información, ligadas, en especial, a la salud de la población indirectamente expuesta y a la pérdida de oportunidades económicas, cuya importancia puede ser mayor que la de los componentes monetizados.

La descontaminación del río

La descontaminación del río Bogotá y sus tributarios constituye, en consecuencia, un problema crítico a nivel regional. Esta descontaminación debe hacerse simultáneamente mediante el tratamiento de las aguas residuales urbanas y el control de vertimientos industriales. En el caso de los municipios sabaneros, la CAR está próxima de terminar un proyecto conjunto con el BID, que contempla la construcción de plantas de tratamiento para las aguas residuales urbanas y para las curtiembres de Villapinzón.

En el caso de Bogotá, la ciudad adoptó, desde 1994, un programa de tratamiento de sus aguas residuales, en el cual se tiene prevista la construcción, por etapas, de tres plantas de tratamiento, una en cada una de

las desembocaduras de los ríos Salitre, Fucha y Tunjuelo, en ese orden. El sistema de tratamiento previsto en cada planta contempla su construcción y su operación en dos fases, la primera para pretratamiento y tratamiento primario y la segunda para tratamiento secundario, con posibilidad futura de acople a un tratamiento de orden terciario. Para la construcción, la operación y el mantenimiento de las plantas se adoptó un sistema de concesión, mediante el cual el concesionario diseña, construye, opera y mantiene la planta y el Distrito le cancela una tarifa pactada en el contrato por metro cúbico de agua tratada, previo cumplimiento de requisitos de calidad preestablecidos. El concesionario seleccionado es el Consorcio Degremont-Lyonnais des Eaux de Francia. El contrato suscrito sólo abarca, por ahora, la primera fase de la planta de El Salitre.

La primera de las plantas, la del Salitre, destinada a tratar las aguas residuales del norte y del noroccidente de la ciudad, está próxima a terminar la construcción de su primera fase (tratamiento primario), la cual entrará en operación a finales del 2000. En función de los resultados obtenidos, se iniciará la segunda fase (tratamiento secundario), la cual deberá estar terminada en dos o tres años más. Una vez entre en operación la segunda fase de la planta del Salitre, se surtirá un proceso similar con las plantas del Fucha y del Tunjuelo, la primera de las cuales tratará las aguas del centro y del occidente de la ciudad y la segunda las del sector sur y Soacha. Así, se irá recuperando por tramos el curso del río Bogotá, hasta llegar a Alicachín. DE esta manera, el embalse del Muña podrá ser recuperado.

El objetivo del proyecto, planeado para desarrollar en 30 años, es lograr en el tratamiento primario una reducción del 40% de la carga orgánica y del 60% de los sólidos suspendidos; en el tratamiento secundario se espera lograr un efluente con una DBO₅ máxima de 20 mg/l y sólidos suspendidos de 30 mg/l. Al final de la construcción de la planta del Tunjuelo, se espera lograr la meta de reducir un 89% de la carga orgánica total aportada por la ciudad al río Bogotá y un 78% de los sólidos suspendidos totales.

Con la construcción de las plantas, paralelamente, es necesario adecuar el sistema de alcantarillado, mediante la construcción de interceptores de aguas negras desde los sitios actuales de descarga en los ríos Salitre, Fucha y Tunjuelo, hasta los lugares de las plantas de tratamiento, obras estas a cargo de la EAAB.

El problema crítico del tratamiento de las aguas residuales de la ciudad es el *financiamiento*. Aunque el costo del proyecto ha sido tema de especulación, hoy en día la inversión inicial para las tres plantas se estima en 796 millones de dólares, de los cuales 243 son para la planta de El Salitre, 370 para la planta del Fucha y 183 destinados para la planta del Tunjuelo. Al inicio del proyecto se previeron 4 fuentes de financiación del pago: la sobretasa predial establecida por la ley 99/93, la participación en las regalías petroleras (ley 141/94), la tarifa diferencial para la industria contaminante establecida por la EAAB y los aportes de la nación y el distrito. En la actualidad hay cerca de 60 millones de dólares depositados en el Fondo Cuenta del Río Bogotá, provenientes de los aportes de ley (leyes 99/93 y 141/94). La tarifa diferencial para la industria contaminante, establecida por la EAAB por la resolución No 016 de 1993, sólo se cobró durante 2 o 3 años y, por tanto, no tuvo la importancia esperada para el Fondo Cuenta. Tampoco ha habido aportes de la nación ni del distrito. En consecuencia, de las fuentes originales del proyecto, sólo han funcionado las de ley.

Dado que el valor de la primera fase de la planta de El Salitre tiene un valor cercano a los 80 millones de dólares, lo más indicado sería que se llegara a un acuerdo con el concesionario para pagar el valor de esta fase durante los años 2000 y 2001, de tal forma que el distrito sólo quede con la obligación de los gastos de operación y de mantenimiento. Para las demás fases de esta y de las otras dos etapas (plantas de Fucha y de Tunjuelo) se propone un esquema de pago similar, en tal forma que los valores de las instalaciones de tratamiento se cancelen, máximo, durante los cuatro años siguientes a su entrada en funcionamiento. Así, el proyecto, en su conjunto, se terminaría de pagar en el año 2020, aunque las obras deberían quedar

terminadas en el 2015, como máximo. Su costo total a 20 años, incluidos los costos de financiación, sería de 1.175 millones de dólares del 2000, sin incluir los costos de operación y de mantenimiento, estimados en cerca de 476 millones de dólares para el período 2000-2020.

Para el financiamiento del pago del proyecto existen hoy cuatro posibles fuentes: la sobretasa predial, la participación en las regalías petroleras, las tasas retributivas por vertimientos y las transferencias o aportes directos del Distrito Capital y de la nación.

Se estima que los aportes de ley (sobretasa predial y regalías) podrán sufragar el 45,8% de los costos del proyecto, lo cual significa que el 55,2% restante deberá buscarse en otras fuentes. Los análisis realizados muestran que este monto podrá ser cubierto con la tasa retributiva que, por el vertimiento de sus aguas residuales, debe pagar la ciudad a la autoridad ambiental regional. En efecto, si se aplicara el cobro de la tasa retributiva tal como está actualmente establecido en las normas legales, esta sola fuente sería suficiente para construir y para operar la totalidad del proyecto, aún con tratamiento terciario en cada una de las plantas. El resultado sería un agua de calidad aceptable, aún para consumo humano. Incluso si no se contara con más fuentes que la tasa retributiva, el costo total del proyecto, en sus 3 etapas y 6 fases, quedaría totalmente pagado en el primer cuatrimestre del año 2010. El cobro de las mismas se iniciaría en el año 2000.

Una conclusión importante del estudio de la tasa retributiva para Bogotá es que si el proyecto no se ejecutara o se hiciera sólo parcialmente, o se postergara en el tiempo, como lo ha propuesto la administración Peñalosa, **lo que la ciudad tendría que pagar por tasa retributiva durante los próximos 20 años sería varias veces lo que costaría el proyecto.**

La mejor forma de cobrar la tasa retributiva es junto con la tarifa de alguno de los servicios públicos domiciliarios. El mecanismo tarifario es el más utilizado internacionalmente para sufragar los costos del tratamiento, aunque su impacto debe manejarse con precaución. En el presente caso se han manejado varios escenarios de impacto, habiéndose llegado a la conclusión de que, en el peor de los casos y en el año de máxima anualidad en la distribución del pago del proyecto tal como ha sido propuesto en este informe, cada cuenta del alcantarillado debería pagar un adicional promedio de \$ 5.496 por mes, cifra de impacto bajo a muy bajo para los estratos 2, 3, 4, 5 y 6. Para el estrato 1, el impacto alto se podría reducir con una redistribución del valor de las tarifas entre los diferentes estratos, en tal forma que para ninguno de los estratos el impacto sea superior al 20% del valor de la tarifa por acueducto y alcantarillado en el año de máxima contribución (en los demás años el valor a pagar con tarifas fluctuará entre el 8% y el 41% de dicho máximo).

La entidad responsable del problema de la contaminación es la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB-ESP. No obstante, la entidad encargada del programa de tratamiento de las aguas residuales urbanas es el Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente –Dama-, el cual es, al mismo tiempo, la autoridad ambiental distrital. El manejo de los fondos recaudados de las distintas fuentes se lleva a cabo a través del Fondo Cuenta del río Bogotá, el cual tiene un Comité Consultivo, conformado por la Secretaría de Hacienda, el Dama, la CAR y la EAAB. El director del DAMA es el ordenador del gasto. Este comité tiene entre sus funciones la de aprobar las inversiones que se hagan en el proyecto.

El esquema institucional adoptado tiene la debilidad de que la responsabilidad del proyecto está en cabeza de la autoridad ambiental distrital, por lo cual ella se erige como juez y parte al mismo tiempo, sin posibilidad real de exigirse a sí misma. Además, el Dama no tiene experiencia en proyectos de ingeniería, ni mucho menos en grandes obras como la presente. Por esta razón, el concesionario no ha tenido

contraparte real durante el proceso de construcción de la primera fase de la planta de El Salitre y, por ello mismo, se han cometido, por parte de la administración, errores monumentales que pueden dar al traste con los objetivos del proyecto. Entre tales errores, el más grave de los conocidos ha sido el cambio, mediante acta, de una de las condiciones básicas del contrato, que era el manejo de riesgos por parte del concesionario y la eliminación de las posibilidades de castigo por incumplimiento de las eficiencias de tratamiento, lo que, en la práctica, equivale a variar los objetivos del proyecto.

Este, apenas, es un ejemplo de la forma altamente displicente como el distrito ha manejado el contrato de concesión, siendo muy posible que en el transcurso del mismo se haya incurrido en otras ligerezas que aún no son conocidas. Lo más indicado sería que la responsabilidad de las plantas las asumiera una empresa con experiencia como podría ser la EAAB.

Principales documentos consultados

1. ALCALDÍA MAYOR DE SANTAFÉ DE BOGOTÁ, 1994. “Contrato de concesión No 015 de 1994 entre el Distrito Capital y el Consorcio Degremont-Lyonnaise des Eaux”. Bogotá.
2. ALCALDÍA MAYOR DE SANTAFÉ DE BOGOTÁ, 1997. “Acta No 03, modificatoria del Contrato No 015 de 1994”. Bogotá.
3. BIWATER, 1989. “Obras para la mejora del río Bogotá. Propuesta de implantación. Resumen”. Informe final. EAAB. Bogotá.
4. BIWATER, 1990. “Obras para la mejora del río Bogotá. Resumen ejecutivo. Documento No 3: La primera etapa del proyecto. Documento No 4: Beneficios socioeconómicos”. EAAB. Bogotá.
5. BLACK AND VEATCH INTERNATIONAL-HIDROESTUDIOS LTDA, 1983. “Informe Técnico No 1 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”. Tomo I, capítulos I y II. Tomo III, capítulos IV, V, VI, VII y VIII. Apéndices B, D, E, F, H y I. Vol I, II y III. EAAB. Bogotá.
6. BLACK AND VEATCH INTERNATIONAL-HIDROESTUDIOS LTDA, 1985. “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”. Apéndice B: Anexo 2, Vol II y IV. Apéndices F, G, J, M, O, P, R. EAAB. Bogotá.
7. CAR, 1986. “Plan maestro de calidad de aguas superficiales”. Volumen principal. Royal Dutch Consulting Engineers & Architects - HASKONING. Bogotá.
8. CAR, 1990. “Datos de calidad de agua en el río Bogotá y sus afluentes”. Bogotá.
9. CAR, 1990. “Programa de aforo y muestreo río Bogotá y otras fuentes superficiales área de la CAR”. Informe final. Ingeniería y Laboratorio Ambiental Ltda - ILAM. Bogotá.
10. CAR, 1991. “Programa de aforo y muestreo de los ríos Bogotá, Ubaté y Suárez y sus afluentes; muestreo a embalses, lagos y lagunas, preservación y transporte de muestras”. Informe final. Ingeseries Ltda. Bogotá.
11. CAR, 1996. “Programa de aforo y muestreo del río Bogotá y otras fuentes superficiales. Área CAR”. ILAM LTDA, Informe Final. Vol I y II. Santafé de Bogotá.
12. CAR, 1996. “Programa de aforo y muestreo del río Bogotá y sus principales afluentes. Validación de constantes para el modelo de simulación de la calidad del agua”. Cuervo Muriel Ingenieros Ltda. Vol. I y II. Santafé de Bogotá.
13. CAR, 2000. “Acuerdo 15 de 2000 sobre tasas retributivas”. Bogotá.
14. DEGREMONT-SPIE BATIGNOLES, 1989. “Plantas de tratamiento de aguas servidas”. Oferta técnica. EAAB. Bogotá.
15. DEGREMONT-SPIE BATIGNOLES, 1990. “Programa de tratamiento de aguas negras. Interceptor Torca-Salitre”. Oferta económica y financiera. EAAB. Bogotá.

16. DRAGADOS Y CONSTRUCCIONES S.A., 1989. "Tratamiento de las aguas negras". EAAB. Bogotá.
17. EPAM LTDA, 1993. "Estudio para la estrategia de saneamiento del río Bogotá". Informe principal. Anexo 1: Hidrología. Anexo 2: Modelo de caudales de aguas negras. Anexo 3: Simulación de la calidad del agua. EAAB-FONADE. Bogotá.
18. EPAM LTDA, 1999. "Plan de gestión ambiental de Santafé de Bogotá. Síntesis diagnóstica. Problemas, áreas prioritarias y oportunidades". Informe preliminar. DAMA-Naciones Unidas. Bogotá.
19. GIRALDO E., 1997. "Una revisión crítica de los aspectos técnicos del proyecto de saneamiento del río Bogotá de 1994". Revista de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes No 7. pp. 43-51. Bogotá.
20. GÓMEZ, CAJIAO Y ASOCIADOS CIA LTDA, 1991. "Proyecto Bogotá V. Informe de línea base ambiental de la hoya baja del río Bogotá". Primer borrador. EAAB. Bogotá.
21. GÓMEZ, CAJIAO Y ASOCIADOS CIA LTDA, 1991. "Plan maestro de alcantarillado para la ciudad de Bogotá. Estudio No 2: Estudio de mejoras al río Bogotá, calidad de agua y drenaje". Parte 1, Vol. II, III y IV. Parte IV, Anexo 1, Anexo 2, Informe final. EAAB. Bogotá.
22. GÓMEZ, CAJIAO Y ASOCIADOS CIA LTDA, 1992. "Estudios de factibilidad de las obras del interceptor del río Bogotá". Prediseños tramos 2, 3 y 4. Informe ejecutivo. EAAB. Bogotá.
23. HIDROESTUDIOS, 1990. "Diseño de un dique como barrera sanitaria en el embalse del Muña". Etapa de factibilidad. Informe final. CAR. Bogotá.
24. HIMAT, 1991. "Estudio de la contaminación del río Magdalena por metales traza. Su relación con parámetros hidrológicos, físicoquímicos y su incidencia en la salud humana". Bogotá.
25. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS, 1984. "datos de calidad de leche cruda en las haciendas Marengo y Veterinario". Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
26. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, 1997-98. "Decreto 901 de 1998 sobre tasas retributivas. Resoluciones 273 de 1997 y 373 de 1998, reglamentarias en materia de tasas retributivas". Bogotá.
27. NASSAR M. C., 1995. "Informe final gerencia del proyecto". Alcaldía Mayor de Santafé de Bogotá. Bogotá.
28. NASSAR M. C., 1997. "La crítica destructiva es al atraso lo que la crítica constructiva al desarrollo" (respuesta al artículo de E. Giraldo). Revista de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes No 8. pp. 25-33. Bogotá.
29. PÉREZ PRECIADO A. (EPAM LTDA), 1996. "Perfil ambiental de Santafé de Bogotá". Corporación Misión Siglo XXI. DNP-FONADE-DAMA-GRANAHORRAR. Bogotá.
30. PINZÓN B., RICO E Y OTROS, 1983. "Control de calidad de microbiología de hortalizas cultivadas en bosa". Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Medicina Preventiva. Bogotá.

ANEXO No 1
TASAS RETRIBUTIVAS POR VERTIMIENTOS EN EL RÍO BOGOTÁ

1. ANTECEDENTES

La tasa retributiva por vertimientos puntuales es aquella que cobrará la autoridad ambiental competente a las personas naturales o jurídicas, de derecho público o privado, por la utilización directa o indirecta del recurso como receptor de vertimientos puntuales y sus consecuencias nocivas, originados en actividades antrópicas o propiciadas por el hombre, actividades económicas o de servicios, sean o no lucrativas.

El artículo 42 de la ley 99 de 1993 incluyó el cobro de tasas retributivas por la “utilización directa o indirecta de la atmósfera, del agua y del suelo, para introducir o arrojar desechos o desperdicios agrícolas, mineros o industriales, aguas negras o servidas de cualquier origen, humos, vapores o sustancias nocivas que sean resultado de actividades antrópicas o propiciadas por el hombre, o actividades económicas o de servicio, sean o no lucrativas....”.

Con fundamento en lo anterior, el Ministerio del Medio Ambiente reglamentó las tasas retributivas por la utilización directa o indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales y estableció las tarifas de éstas, mediante el decreto 901 de 1998. Así mismo, a través de las resoluciones 273 de 1997 y 372 de 1998, el Ministerio estableció las tarifas correspondientes a los parámetros Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) y Sólidos Suspendidos Totales (SST). Mediante la resolución 372 se creó un mecanismo de actualización anual de las tarifas establecidas, para asegurar el mantenimiento de su valor real, a través del índice de precios al consumidor -IPC- determinado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE.

En este contexto, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca –CAR-, responsable del cálculo de la tarifa regional y del recaudo de las mismas, fijó, mediante el acuerdo 15 del 2000, la meta de reducción de la carga contaminante por vertimientos puntuales en la cuenca del río Bogotá, así:

Cuadro No. 1
**METAS DE REDUCCIÓN DE CARGAS CONTAMINANTES EN
 LA CUENCA DEL RÍO BOGOTÁ.**

Zona	Carga de DBO5 a remover Kg/Semestre	Meta de reducción DBO5	Carga de SST a remover Kg/Semestre	Meta de reducción SST
Zona alta	4636.1	5%	145940.4	6.5%
Zona media alta	5301173.2	10%	5301173.6	20%
Zona media baja	24044.2	2%	1201851.0	4%
Zona baja	18826.0	2%	37652.8	4%

Cuadro. No. 2
DESCRIPCIÓN DE LOS TRAMOS DEL RÍO BOGOTÁ

Zona	Comprende
Zona alta	Desde el nacimiento del río Bogotá, en Villapinzón, hasta el puente de La Virgen.
Zona media alta	Desde el puente de La Virgen (Cota) hasta antes de la desembocadura del río Soacha.
Zona media baja	Desde la desembocadura del río Soacha hasta antes del embalse

	del Muña.
Zona baja	Desde el embalse del Muña hasta la desembocadura en el río Magdalena.

Según lo anterior, todos los agentes contaminantes por DBO5 y SST, localizados en jurisdicción de la CAR, deberán implementar las acciones que sean necesarias para cumplir con las metas establecidas de común acuerdo, con el fin de descontaminar gradualmente las aguas del río Bogotá. De lo contrario, dichos agentes estarán abocados a cancelar las tasas retributivas, que se verán incrementadas anualmente por el IPC y por el factor regional establecido para cada regional.

Para el caso específico del Distrito Capital de Santafé de Bogotá, luego de una serie de estudios previos realizados desde los años 50, y como resultado del estudio denominado Estrategia de Saneamiento del río Bogotá, realizado por EPAM en junio de 1993, se concluyó que la mejor solución para el río y la región consiste en la construcción de tres plantas de tratamiento de aguas residuales (cada una con tres fases), localizadas en la desembocadura de sus tres principales colectores de aguas negras de la ciudad, los ríos Juan Amarillo o Salitre, Fucha y Tunjuelito. Para dar paso a la ejecución de las obras, a solicitud del Distrito, el Ministerio del Medio Ambiente otorgó licencia ambiental al proyecto en su totalidad en el año de 1995, obras que se construirían en un plazo de 15 años, según el cronograma presentado en los estudios ambientales. Sin embargo, a la fecha aún se está realizando la primera fase de la primera planta (entrará en operación a finales del 2000) y las políticas distritales actuales no dan claridad sobre la continuación del programa de descontaminación del río Bogotá.

Lo anterior hace interesante la realización de una estimación sobre cuánto tendría que pagar el Distrito Capital en términos de tasas retributivas por vertimiento de DBO5 y SST, para lo cual se han contemplado tres escenarios:

Escenario 1. Situación actual, sin considerar ninguna de las plantas previstas para la descontaminación del río Bogotá, de acuerdo con la legislación y los programas regionales vigentes. Es el escenario de referencia, útil para evaluar el beneficio del programa de descontaminación, por lo menos desde el punto de vista de las tasas retributivas.

Escenario 2. Contempla la fase I (tratamiento primario) de la planta de El Salitre en operación pero sin dar continuidad a las demás plantas, con incremento de las metas de reducción cada 5 años por parte de la CAR

Escenario 3. Contempla, como la anterior, la fase I de la planta de El Salitre en operación pero sin dar continuidad a las demás plantas, con la diferencia de que la CAR no establece incremento de las metas de reducción cada 5 años.

Para los escenarios 2 y 3 debe considerarse que la planta de El Salitre está diseñada para remover un 40% de DBO₅ y un 60% de SST, con un caudal medio de diseño de 4 m³/s, aunque puede funcionar adecuadamente con sobrecargas, por lo que se espera que pueda trabajar de manera satisfactoria por lo menos durante unos 5 años, incluyendo las cargas industriales.

En los cálculos de las tasas retributivas se ha utilizado la tarifa plena y no la tarifa mínima de la tasa, para hacer ver el efecto de la misma en la eventualidad de que el distrito no asumiera su responsabilidad en el desarrollo del programa en términos aceptables para las autoridades ambientales, o la asumiera sólo parcialmente, hasta la primera fase de la primera etapa.

2. CALCULO DE LAS CARGAS DE CONTAMINACIÓN ACTUALES POR VERTIMIENTOS AL RÍO BOGOTA.

Según la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, la capacidad efectiva de provisión de agua de todo el sistema para el distrito es de 25 m³/seg y el consumo para 1999 está estimado en 14.6 m³/seg. La proyección de demanda para el año 2010 es de 19.99 m³/seg y para el año 2020 en de 25.59 m³/seg.

El consumo per cápita de agua descendió significativamente después de la crisis de Chingaza y se considera estabilizado en 122 l/hab-día, con una tendencia decreciente hacia la asíntota de 109.2 l/hab-día para el año 2010. De otra parte, a partir de las cifras oficiales de la población, se tiene un escenario medio de población en la capital, cuyos datos se ajustan a una tasa de crecimiento poblacional decreciente. Según estos datos la cabecera del Distrito Capital cuenta con unos 6.484.968 habitantes para el año 2000, y para el 2020 se espera que alcance 9.643.947 pobladores.

Otra información básica para las estimaciones realizadas es el documento denominado Estrategia de saneamiento del río Bogotá, estudio realizado por la firma Epam Ltda. en 1993.

3. CÁLCULO DE LAS TASAS RETRIBUTIVAS POR VERTIMIENTO DE DBO₅ Y SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN DURANTE LOS PROXIMOS 20 AÑOS

3.1. ESCENARIO 1

DBO₅

A partir de la información antes mencionada se calculó la carga orgánica total anual que producirá el distrito durante los próximos 20 años, estimando una carga per cápita de 45 g/habitante, muy conservadora y un precio por kilogramo de carga orgánica que, partiendo de los valores de la resolución 372 de 1998, convertidos a tarifa plena, se incrementa anualmente según el Índice de Precios al Consumidor, en 16% para el año 1998, 9.23% para 1999 y 10% contante desde el año 2000 hasta el 2020. Este valor se incrementa, semestralmente, por el factor regional establecido en el decreto 901 de 1998.

Los cálculos correspondientes de la tasa por DBO₅ aparecen en los cuadros 3 y 6. Los valores anuales en pesos se convirtieron a valor presente y luego a dólares del 2000. En este caso, tal como se observa en el cuadro No 6 del texto principal, el distrito tendría que pagar la suma de 3.506,2 millones de dólares por incumplimiento de lo establecido en el acuerdo 15 de 2000 de la CAR, por el cual se establecen las metas regionales de descontaminación del río.

Sólidos suspendidos totales (SST)

De igual forma, para el cálculo de los costos totales que tendría que pagar el distrito por el vertimiento de Sólidos Suspendidos Totales (SST), bajo las condiciones de este escenario, se partió de la información de caudales y de carga estimada de las aguas residuales a nivel de cuenca para el año 1991, presentada en los cuadros 2.3 y 2.7 del documento Estrategia de saneamiento del río Bogotá.

A partir de la información del mencionado cuadro 2.7 se calculó una concentración promedio ponderada de 624 mg/l, en función de los caudales por cuenca (ver cuadro No. 7), muy cercana a las

concentraciones de SST típicas en aguas residuales domésticas¹. Con dicha concentración y con el caudal de aguas residuales diario², se calculó la carga total de sólidos suspendidos totales anuales.

Acto seguido se estimaron las tasas que debería pagar el distrito anualmente durante los próximos 20 años, partiendo de los precios por kilogramo establecidos en la resolución 372 de 1998, convertidos a tarifa plena, que se incrementan cada año, según el Índice de Precios al Consumidor en 16% para el año 1998, 9.23% para 1999 y 10% contante desde el año 2000 hasta el 2020. Además, estos precios unitarios también se incrementan semestralmente por el factor regional.

Los cálculos correspondientes de la tasa por SST aparecen en los cuadros 4, 5 y 7 de este anexo. Los valores anuales en pesos se convirtieron a valor presente y luego a dólares del 2000. En este caso, tal como se observa en el cuadro No 6 del texto principal, el distrito tendría que pagar la suma de 8,7 millones de dólares por incumplimiento de lo establecido en el acuerdo 15 de 2000 de la CAR, por el cual se establecen las metas regionales de descontaminación del río.

3.2. ESCENARIO 2

DBO₅

Para este escenario se considera que el caudal de la cuenca de El Salitre corresponde al 27.74%³ del total de aguas residuales domésticas que se estima generarán los habitantes de la capital, y que la planta de El Salitre removerá el 40% de la DBO₅, que corresponde al 11% de la DBO₅ generada en Bogotá a partir del año 2001, si funciona adecuadamente.

La carga orgánica se calculó de la misma manera que para el escenario 1, pero teniendo en cuenta que a partir del 2001 la carga corresponde a la total generada, menos el 11% que removerá la planta.

Los cálculos correspondientes de la tasa por DBO₅ aparecen en los cuadros 8 y 11 de este anexo. Los valores anuales en pesos se convirtieron a valor presente y luego a dólares del 2000. En este caso, tal como se observa en el cuadro No 6 del texto principal, el distrito tendría que pagar la suma de 2.066,7 millones de dólares por incumplimiento de lo establecido en el acuerdo 15 de 2000 de la CAR, por el cual se establecen las metas regionales de descontaminación del río.

Como se aprecia en el cuadro 11, desde el segundo semestre del 2000 hasta el segundo del 2004 no se incrementa la tarifa regional, debido a que se cumple la meta actual del 10%, establecida por la CAR, pero considerando que dicha meta se ampliará para los siguientes 5 años, el distrito dejará de cumplirla y se aplica de nuevo la tarifa regional a partir del 2005.

Sólidos suspendidos totales (SST)

Los cálculos de carga y valores a pagar se realizaron de la misma forma que para el escenario 1. No obstante, teniendo en cuenta nuevamente que el caudal de la cuenca de El Salitre corresponde al 27.74% del caudal total de aguas residuales domésticas que se estima generarán los habitantes de la capital, y que la planta de El Salitre eliminará el 60% de los SST, se deduce que dicha planta removerá

¹ METCALF / EDDDY INC.. Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse, 2ª ed., McGraw – HillBook Co., 1979.

REBHUN M., RONEN D., EREN J., Monitoring and Study Program of an Interregional Wastewater Reclamation System for agriculture, J. WPCF., Volumen 59, No. 5, mayo de 1987

² El caudal de aguas residuales se calculó a partir del caudal neto de suministro de agua, considerando unas pérdidas promedio del 37% en promedio para los 2º años, un coeficiente de retorno del 80%, incrementos por infiltraciones de 0.1 l/s*ha e imprevistos del 5%

³ Cálculo realizado a partir del cuadro 2.3 de la Estrategia de Saneamiento del río Bogotá

del orden del 17% de los SST generados en Bogotá, a partir del año 2001, si funciona adecuadamente.

En consecuencia, a partir del 2001 la carga contemplada corresponde a la total generada, menos el 17% que removerá la planta.

A pesar de lo anterior, en ningún momento el distrito cumpliría la meta establecida por la CAR del 20% para este parámetro, como se aprecia en el cuadro 12, por lo cual el factor regional se aplica semestralmente, durante todos los años.

Los cálculos correspondientes de la tasa por SST aparecen en los cuadros 9, 10 y 12 de este anexo. Los valores anuales en pesos se convirtieron a valor presente y luego a dólares del 2000. En este caso, tal como se observa en el cuadro No 6 del texto principal, el distrito tendría que pagar la suma de 4,8 millones de dólares por incumplimiento de lo establecido en el acuerdo 15 de 2000 de la CAR, por el cual se establecen las metas regionales de descontaminación del río.

3.3. ESCENARIO 3

DBO₅

Para este escenario se considera que el caudal de la cuenca de El Salitre corresponde al 27.74%⁴ del caudal total de aguas residuales domésticas que se estima generarán los habitantes de la capital, y que la planta de El Salitre removerá el 40% de la DBO₅, que corresponde al 11% de la DBO₅ generada en Bogotá a partir del año 2001, si funciona adecuadamente.

La carga orgánica se calculó de la misma manera que para el escenario 1, pero teniendo en cuenta que a partir del 2001 la carga corresponde a la total generada, menos el 11% que removerá la planta.

Los cálculos correspondientes de la tasa por DBO₅ aparecen en los cuadros 13 y 16 de este anexo. Los valores anuales en pesos se convirtieron a valor presente y luego a dólares del 2000. En este caso, tal como se observa en el cuadro No 6 del texto principal, el distrito tendría que pagar la suma de 1.006,7 millones de dólares por incumplimiento de lo establecido en el acuerdo 15 de 2000 de la CAR, por el cual se establecen las metas regionales de descontaminación del río.

Como se aprecia en el cuadro 16, desde el segundo semestre del 2000 hasta el segundo semestre del 2010 no se incrementa la tarifa regional, debido a que, bajo condiciones óptimas de operación y en manos del concesionario, se cumple la meta actual del 10%, establecida por la CAR, la cual se ha supuesto que no se modificará en el tiempo. No obstante, a partir del año 2011 nuevamente se aplica la tarifa regional, por incumplimiento de la meta.

Sólidos suspendidos totales (SST)

Los cálculos de carga y valores a pagar se realizaron de la misma forma que para el escenario 1. No obstante, teniendo en cuenta nuevamente que el caudal de la cuenca de El Salitre corresponde al 27.74% del caudal total de aguas residuales domésticas que se estima generarán los habitantes de la capital, y que la planta el Salitre removerá el 60% de los SST, se deduce que dicha planta removerá del orden del 17% de los SST generados en Bogotá, a partir del año 2001, si funciona adecuadamente.

En consecuencia, a partir del 2001 la carga contemplada corresponde a la carga total generada, menos el 17% que removerá la planta.

⁴Cálculo realizado a partir del cuadro 2.3 de la Estrategia de saneamiento del río Bogotá

A pesar de lo anterior, en ningún momento el distrito cumpliría la meta establecida por la CAR del 20% para este parámetro, como se aprecia en el cuadro 17, por lo cual el factor regional se aplica semestralmente, durante todos los años.

Los cálculos correspondientes de la tasa por SST aparecen en los cuadros 14, 15 y 17 de este anexo. Los valores anuales en pesos se convirtieron a valor presente y luego a dólares del 2000. En este caso, tal como se observa en el cuadro No 6 del texto principal, el distrito tendría que pagar la suma de 2,3 millones de dólares por incumplimiento de lo establecido en el acuerdo 15 de 2000 de la CAR, por el cual se establecen las metas regionales de descontaminación del río.

4. RESUMEN

En resumen, los valores totales que se debieran pagar en cada uno de los escenarios serían los indicados a continuación. Los escenarios 2 y 3 parten de la base de que las políticas de la administración Peñalosa, con respecto al río Bogotá, terminen por imponerse y, en consecuencia, la fase II de la planta de El Salitre, así como las plantas del Fucha y Tunjuelo se posterguen indefinidamente o su construcción se diluya en 30 o 50 años, como piensan algunos.

RESUMEN DE VALORES A PAGAR POR TASAS RETRIBUTIVAS

(En millones de dólares de 06-2000)

ESCENARIO	DBO₅	SST	TOTAL
Escenario 1	3.506,2	8,7	3.514,9
Escenario 2	2.066,7	4,8	2.071,5
Escenario 3	1.006,7	2,3	1.009,0