



**ESTADO DEL ARTE SOBRE EL PROCESO DE DESCONTAMINACIÓN DEL
RÍO BOGOTÁ EN EL PERIODO 2010 - 2016 Y SUS IMPLICACIONES EN EL
MEDIO AMBIENTE**

**KATERINE MORALES RIAÑO
NICOLAS RODRIGUEZ ROJAS**

***UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
BOGOTA
Noviembre de 2017***



**ESTADO DEL ARTE SOBRE EL PROCESO DE DESCONTAMINACIÓN DEL RÍO
BOGOTÁ EN EL PERIODO 2010 - 2016 Y SUS IMPLICACIONES EN EL MEDIO
AMBIENTE**

**KATERINE MORALES RIAÑO
NICOLAS RODRIGUEZ ROJAS**

**TUTOR
ING. HÉCTOR FABIO ARCILA**

**UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
BOGOTÁ
Noviembre de 2017**



TABLA DE CONTENIDO

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
1.1 El derecho humano al agua es indispensable para vivir dignamente.	8
2. JUSTIFICACIÓN	11
3. OBJETIVOS	12
3.1. Objetivo General.....	12
3.2. Objetivos específicos.....	12
4. DESARROLLO.....	13
4.1 GENERALIDADES DE LA CUENCA DEL RIO BOGOTA	13
4.2 FUENTES DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO BOGOTÁ	15
4.3 PROCESOS Y ACTIVIDADES DE DESCONTAMINACIÓN DEL RÍO BOGOTÁ (2010-2016).....	20
4.3.1. Características de las principales PTAR de la cuenca del río Bogotá. .	22
4.3.1.1 PTAR Anapoima	22
4.3.1.2 PTAR Cajicá	23
4.3.1.3 PTAR de Chía.....	23
4.3.1.4 PTAR de Cogua.....	24
4.3.1.5PTAR de Facatativá.....	26
4.3.1.6 PTAR de Funza	26
4.3.1.7 PTAR de Gachancipá	27
4.3.1.8PTAR de Guatavita	28
4.3.1.9 PTAR´s de Zipaquirá	28
4.3.1.10 PTAR de Tocancipá.....	29
4.3.1.11PTAR de La Calera.....	30
4.3.1.12 PTAR Salitre	31



4.3.2	Procesos adelantados en Bogotá	37
4.3.2.1	Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Salitre	37
4.3.2.1.1	Evaluación Económica Del Proyecto	39
4.3.3	Construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Canoas	40
5.	IMPACTOS AMBIENTALES POSITIVOS	42
6.	CONCLUSIONES	43
7.	BIBLIOGRAFIA	44



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Localización general.....	14
Figura 2 Cuenca del Río Bogotá	15
Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de elaboración del cuero.....	17
Figura 4. Esquema de la PTAR de Anapoima.....	22
Figura 5. Esquema de tratamiento de la PTAR de Chía	24
Figura 6. Esquema de funcionamiento de la PTAR de Cogua	25
Figura 7. Esquema de tratamiento de la PTAR de Facatativá.....	26
Figura 8. Esquema del proceso de la PTAR de Funza	27
Figura 9. Esquema de tratamiento de la PTAR de Gachancipá	27
Figura 10. Esquema de la PTAR de La Calera	30
Figura 11. Diagrama de flujo de la PTAR Salitre.....	32
Figura 12. Programación de la Primera Fase PTAR Canoas	41



LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Resumen de la información enviada por cada PTAR de la cuenca del Río Bogotá (CGR 2013).....	21
Tabla 2: Resumen de los Parámetros de Diseño de las PTAR (2005 – 2016).....	33
Tabla 3: Beneficios y Costos	39



LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Caudales Afluentes a las PTAR del año 2010 al año 2016	34
Gráfica 2. Carga Total DBO en los años 2005, 2010 y 2015	35
Gráfica 3. Remoción de DBO en los años 2005, 2010 y 2015	36
Gráfica 4. DBO pendiente de remoción de los años 2005, 2010 y 2015.....	37



1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 El derecho humano al agua es indispensable para vivir dignamente.

El agua es un elemento fundamental para la vida del ser humano, pero debe reunir condiciones de potabilidad para poder ser consumida. Si el agua está contaminada causa problemas principalmente en la salud, afecta la calidad de vida de la comunidad y adicionalmente genera problemas al medio ambiente.

El Artículo 366 de la Constitución Política de Colombia de 1991, manifiesta que “El bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población son finalidades sociales del Estado. Será objetivo fundamental de su actividad la solución de las necesidades insatisfechas de salud, de educación, de saneamiento ambiental y de agua potable. Para tales efectos, en los planes y presupuestos de la Nación y de las entidades territoriales, el gasto público social tendrá prioridad sobre cualquier otra asignación”

También los artículos 79 y 80 de la Constitución Nacional expresan en cuanto al medio ambiente, respectivamente: “Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”. “El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas¹.

Sin embargo, en Colombia ha existido una situación crítica de contaminación en los principales ríos del país. Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible los principales contaminantes son los vertimientos industriales, químicos de fertilizantes utilizados en la actividad agrícola, la minería ilegal, y los desechos domésticos que van directamente a los ríos². Las autoridades

¹CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA, 1991, Artículos 366, 79 y 80.

²MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Diagnostico Nacional de Salud Ambiental, Diciembre de 2012.



ambientales realizan esfuerzos para disminuir el impacto que la contaminación genera sobre la salud y medio ambiente, presentando proyectos de infraestructura de plantas de tratamiento.

El río Bogotá es el cuerpo de agua superficial más importante en la sabana de Bogotá, cuya superficie es de 589.143 hectáreas, que corresponden al 32% de la superficie total del departamento de Cundinamarca. Tiene una longitud de 336 kilómetros, divididos en tres partes: cuenca alta 145 km, cuenca media 68 km y cuenca baja 123 km. En la cuenca viven alrededor de 8,5 millones de personas, con la mayor concentración en la ciudad de Bogotá³. También está más del 41% de la industria nacional, con aproximadamente 302 empresas. La cuenca hidrográfica del río Bogotá aporta el 31,7% del PIB nacional.

Desde la cuenca alta el río viene contaminado por los desechos que vierten las curtiembres artesanales y la presencia de 190 industrias de curtido de pieles localizadas en los municipios de Villapinzón, Chocontá y Cogua, que arrojan directamente al río carga orgánica, cromo, sulfuro y tintas, apenas a 12 km de su nacimiento⁴. En su paso por la sabana centro recibe las aguas residuales descargadas por los habitantes, y los desechos industriales de la capital. Es uno de los ríos más contaminados de Colombia, catalogado con un grado ocho de contaminación sobre una escala de diez, por el gran desarrollo industrial y poblacional que se genera en la región. Debido a esto, el río Bogotá está considerado como la principal fuente de contaminación del río Magdalena que atraviesa gran parte del país, llevando tóxicos como el cadmio, cromo, mercurio, arsénico, zinc y plomo.

Por otro lado, diversos tipos de cultivos que se encuentran a lo largo del recorrido del afluente, son regados con agua del río Bogotá. Un estudio realizado por la Universidad Nacional de Colombia en compañía de Colciencias, encontró altos porcentajes de arsénico, plomo, mercurio y cadmio en el apio, la lechuga el repollo y el brócoli.

“Como un ejemplo de este estudio, en una muestra de apio cultivado en el municipio de Mosquera, se encontró 0,95 partes por millón (ppm) de cadmio (Cd) y 0,29 de arsénico (Ar), superando los límites máximos permitidos por el Icontec, que son de 0,01 y 0,1 ppm. El cadmio es un elemento tóxico, que tiende a

³ Soporte Plan de Manejo y Ordenamiento de una cuenca, POMCA río Bogotá. 2006

⁴ CORPORACION AUTONOMA REGIONAL CAR. Carta Ambiental, Recuperación Hidráulica y Recuperación Ambiental del río Bogotá. Diciembre 2011.



acumularse en hígado, riñón y pulmones. De acuerdo con los investigadores, puede producir arterioesclerosis, hipertensión arterial y está asociado con cáncer testicular y de próstata. Por su parte, el arsénico se manifiesta en la salud humana con la disminución en la producción de glóbulos rojos y blancos, cambios en la piel e irritación de los pulmones. Se considera inductor del cáncer de piel.

Además de los problemas de salud que se mencionan anteriormente, podría causar el llamado síndrome de fanconi, que se caracteriza por trastornos de los túbulos renales. La consecuencia es orina frecuente y, por ende, la deshidratación.

En el caso del brócoli, tiene niveles de plomo de 0,45 ppm, que sobrepasan las concentraciones de referencia de la norma de la Unión Europea, que establece un valor de 0,1 ppm. Las muestras de lechuga en el municipio de Soacha presentaron el Arsénico superando los 0,20 ppm permitidos por la norma de la Unión Europea. Y con el mercurio también fue similar que con 0.59 supera los estándares permitidos.

Los metales pesados que se quedan alojados en la parte interior de las hortalizas pueden producir enfermedades crónicas por acumulación como cáncer de piel, de hígado, de estómago o enfermedades degenerativas”.⁵

La pregunta orientadora para el desarrollo de este trabajo es: ¿Cuáles son los proyectos y actividades que se han realizado durante el periodo 2010-2016 para descontaminar el río Bogotá?

⁵ Hortalizas con exceso de metales tóxicos – Agencia de Noticias UN. 21 de Septiembre de 2009. UN periódico. Recuperado de: <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/nc/detalle/article/hortalizas-con-exceso-de-metales-toxicos/>.



2. JUSTIFICACIÓN

El manejo de los recursos naturales y en particular del agua es un tema de vital importancia en la actualidad, debido a que la humanidad atraviesa una crisis ambiental por el uso exagerado e ineficiente de agua, de materiales y energía. La mayoría de las actividades humanas están condicionadas por el uso de este recurso, de igual manera los sistemas ecológicos la necesitan para estar en equilibrio y las diferentes culturas han creado diversas y complejas relaciones con ella. Por todo lo anterior, el manejo del agua debe ser realizado de manera que se puedan satisfacer las necesidades humanas y naturales asegurando su sostenibilidad en el tiempo.

Los procesos de descontaminación tienen como objetivo principal limpiar el agua para que recupere la calidad necesaria antes de ser devuelta a los cauces de los ríos. La contaminación del agua se determina a través de dos parámetros: 1. La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), mediante la cual se mide indirectamente la cantidad de materia orgánica biodegradable presente en el agua, que permite saber el nivel de oxígeno que contiene. A menor cantidad de oxígeno, más contaminada está el agua. 2. La cantidad de Sólidos Suspendidos Totales (SST) que, como su nombre lo indica, muestra el porcentaje de sustancias sólidas como materia fecal o basuras que hay presentes.

El presente trabajo se realiza con el fin de establecer cuáles proyectos se han realizado entre los años 2010 - 2016 para la descontaminación del río Bogotá, partiendo del conocimiento de las principales fuentes de contaminación y algunas metodologías que han propuesto para disminuir el impacto ambiental que genera la contaminación del río.

Los proyectos desarrollados durante el periodo de los años 2010 al 2016, sirven como apoyo documental a los estudiantes de la Universidad La Gran Colombia que tengan interés en conocer y profundizar acerca de los avances realizados en la descontaminación del río Bogotá, como punto de partida para la investigación y generación de propuestas por parte de los estudiantes de la facultad de Ingeniería Civil, que contribuyan a disminuir la contaminación del río y por consiguiente mejorar la calidad del medio ambiente en la sabana de Bogotá.



3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Establecer los proyectos y actividades que se han realizado durante los años 2010 al 2016, para la descontaminación del río Bogotá, y el impacto ambiental que éstos generan.

3.2. Objetivos específicos

- Recuperar de fuentes documentales secundarias información sobre proyectos y procesos de descontaminación del río Bogotá.
- Identificar las principales fuentes de contaminación del río Bogotá y los impactos que generan al medio ambiente.
- Comparar los proyectos y actividades de descontaminación del río Bogotá que se han realizado entre los años 2010 al 2016.



4. DESARROLLO

4.1 GENERALIDADES DE LA CUENCA DEL RIO BOGOTA

La cuenca del río Bogotá está ubicada en el departamento de Cundinamarca y junto con los ríos Sumapaz, Magdalena, Negro, Minero, Suárez, Blanco, Gachetá y Machetá, conforma el grupo de corrientes de segundo orden del departamento⁶.

Tiene una superficie total de 589143 hectáreas que corresponden a cerca del 32% del total de la superficie departamental. Limita al norte con el departamento de Boyacá, al sur con el departamento del Tolima, al occidente los municipios de Bituima, Guayabal de Síquima, Albán, Sasaima, La Vega, San Francisco, Supatá y Pacho, y al oriente con los municipios de Nilo, Tibacuy, Silvana, Chipaque, Ubaque y Choachí.

El río Bogotá nace en el Páramo de Guacheneque al nororiente del municipio de Villapinzón a 3400 msnm de elevación, hasta su desembocadura en el río Magdalena a la altura del municipio de Girardot a los 390 msnm. En su recorrido de 336 km el río Bogotá recibe las aguas de los ríos: Sisga, Neusa, Tibitoc, Tejar, Negro, Teusacá, Frío, Chicú, Salitre, Fucha, Tunjuelo, Siecha, Balsillas (que recoge aguas del río Subachoque y Bojacá), Calanadima y Apulo.

Está dividido en:

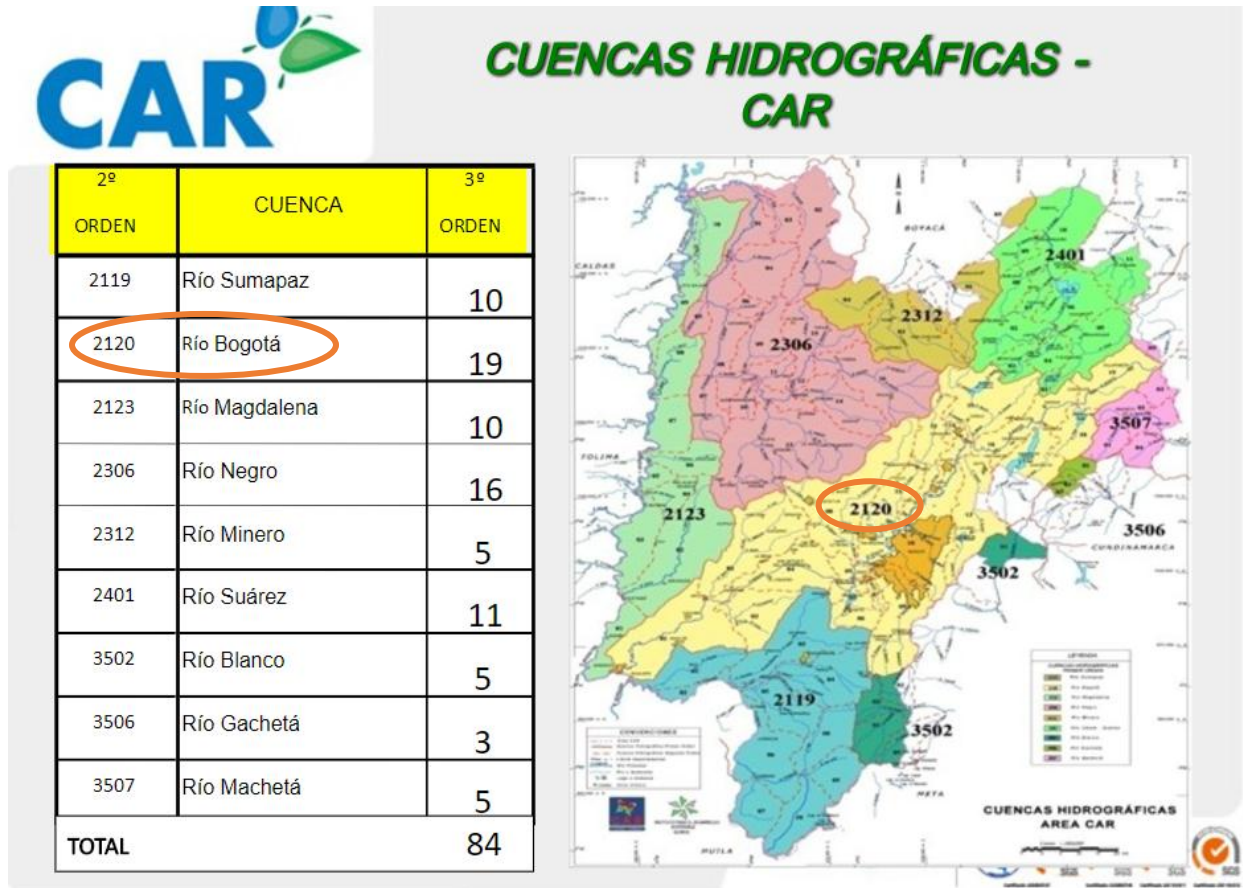
Cuenca alta con una longitud de 145 km
Cuenca media con una longitud de 68 km
Cuenca baja con una longitud de 123 km.

En la figura 1 se presenta la localización de la cuenca dentro de Cundinamarca.

⁶Codificación Nacional de Cuencas Hidrográficas. Guía técnico científica para la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas en Colombia (DECRETO 1729 DE 2002) – Bogotá 2004.



Figura 1 Localización general

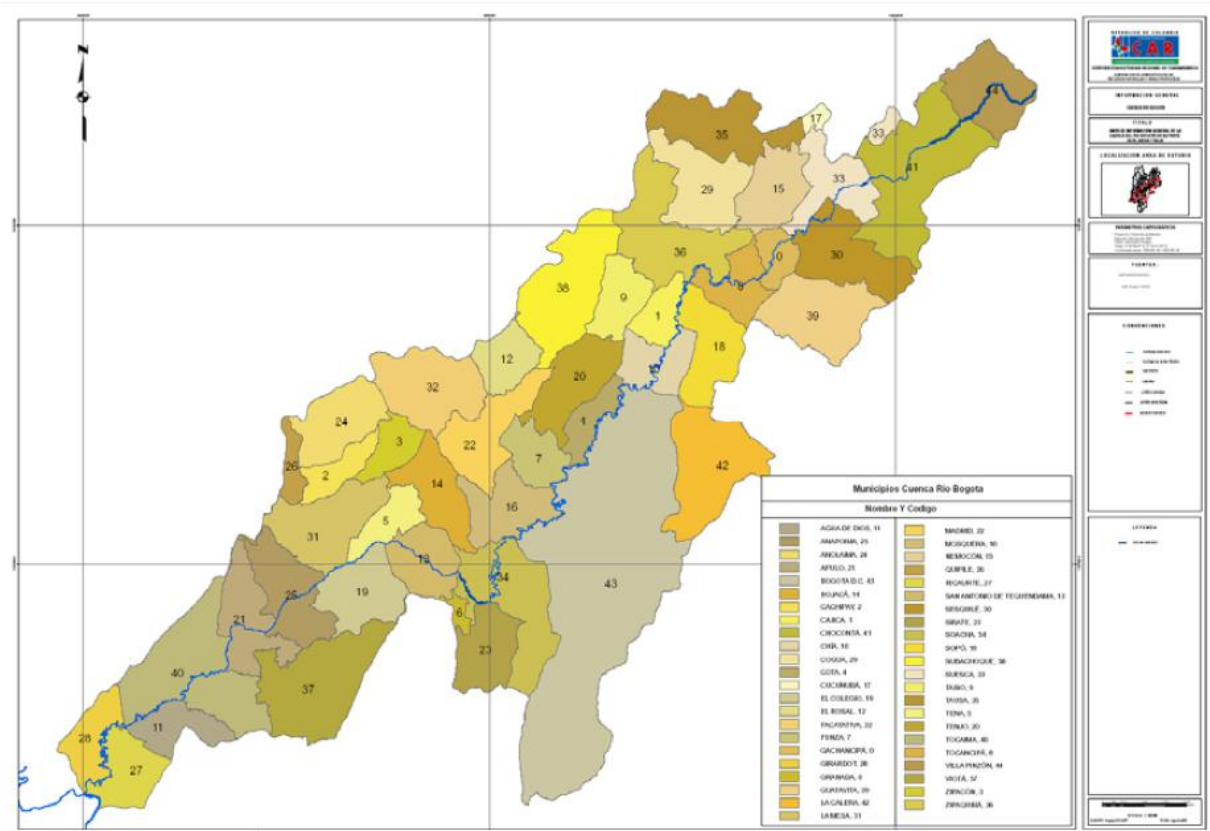


Fuente: Corporación Autónoma Regional CAR - Plan de Ordenación y manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Bogotá - Bogotá 2006

La cuenca está conformada por 45 municipios y el Distrito Capital como se muestra en la figura 2.



Figura 2 Cuenca del Río Bogotá



Fuente: CAR- Subdirección de Recursos Naturales 2009

4.2 FUENTES DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO BOGOTÁ

Entre las principales causas de contaminación del río Bogotá según el informe del *Estado de los Recursos Naturales y del Ambiente de Cundinamarca* para el 2009, realizado por la Contraloría Distrital están: vertimiento de fertilizantes y abonos químicos, desechos orgánicos de humanos y ganado, y vertimientos de aguas residuales domésticas y de las curtidoras de cuero.⁷

⁷ CONTRALORÍA DISTRITAL. Estado de los Recursos Naturales y del Ambiente de Cundinamarca, vigencia 2009.



En la parte alta de la cuenca el incremento de sustancias tóxicas como el mercurio y el cromo derivados del proceso de curtido, es un tema de gran prioridad para tratar en los proyectos que se proponen para descontaminación del río Bogotá.

La industria curtiembre orienta su actividad productiva hacia el marketing de productos de marroquinería, talabartería y calzado. La materia prima se extrae del ganado bovino del cual se obtiene la piel y el cuero utilizado en el proceso productivo de las industrias curtiembres. El objetivo de estas industrias es transformar las pieles mediante procesos que involucran sustancias como ácido fórmico y cromo, para que sean productos aptos para la comercialización⁸.

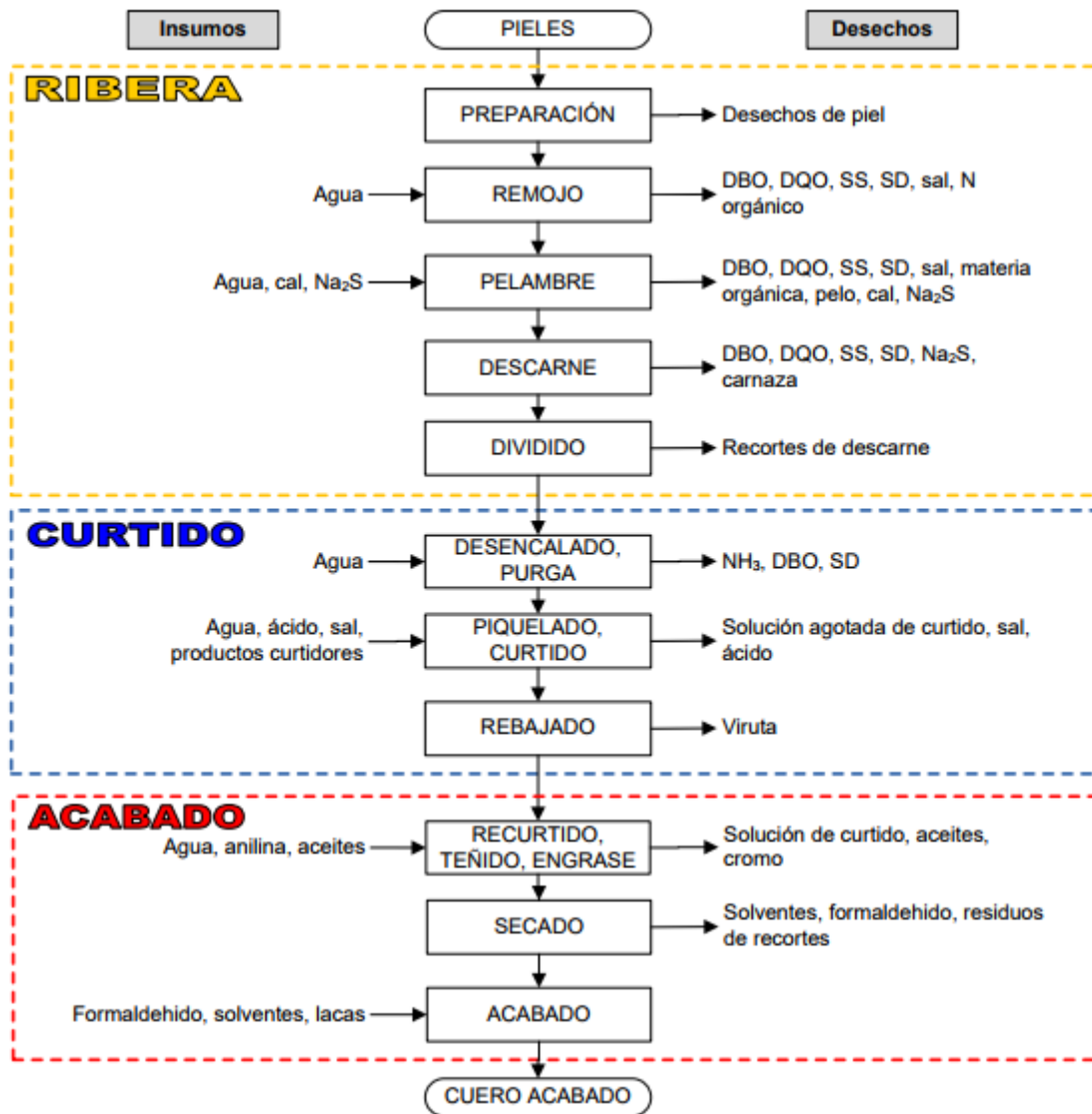
El proceso de pelambre consiste en depilar la piel eliminando el material hecho de queratina (pelo, raíces y epidermis). Luego se cubre de cal para prepararla para el curtido, y remover albuminas, muco-polisacaridos y grasas. Para esta actividad se utiliza sulfuro de sodio, cal, nitrógeno amoniacal, y tensoactivos (agentes de limpieza). Es la etapa que consume mayor cantidad de agua, entre 150 y 300% del peso de la piel, descargando aguas residuales en esa misma proporción.

En la figura No. 3 Diagrama de flujo del proceso de elaboración del cuero, se muestra en cada uno de los pasos que se realizan para dicha actividad, cuales son los insumos que se utilizan, y luego de cada actividad los desechos resultantes.

⁸ARTUZ, Luis; MARTINEZ, Myriam; MORALES, Claudia. Las industrias curtiembres y su incidencia en la contaminación del río Bogotá. Universidad Santo Tomás de Aquino, 2011.



Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de elaboración del cuero.



Fuente: Corporación Oikos 1998, modificado por FUQUENE, Diana. Optimización del uso del agua en la etapa de pelambre en un proceso que permita la mejor calidad del cuero final y el menor impacto ambiental. Trabajo de Investigación, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá 2011.

Por otra parte, la cuenca media es la principal fuente de agua para la producción agrícola en los municipios aledaños del noroccidente y sur de la ciudad de Bogotá. Según un artículo de la revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo los vertimientos en la cuenca media del río Bogotá presentan diferentes



concentraciones de metales pesados (Hg, As, Cd y Pb). Estos metales afectan la población expuesta que habita en las riberas del río. El agua es empleada para regadío, lo que promueve la movilidad de los metales a suelos y plantas tales como lechugas, repollo y brócoli, entre otras utilizadas para consumo humano⁹.

Otro estudio sobre acumulación de metales pesados en suelo y plantas regados con aguas del río Bogotá, realizado en la vereda canoas del municipio de Soacha, que riega los cultivos de lechuga, apio, repollo y Brócoli, a través del distrito de riego La Ramada. Recolectaron muestras de agua tomadas de los aspersores de riego y llevadas posteriormente al laboratorio de la Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá, para las determinaciones pertinentes. Los resultados arrojaron que existe una presencia importante de concentración de elementos como Pb, Cd, Cu, Fe, Ni y Zn en los principales afluentes del río Bogotá. A pesar de que este estudio no mostró valores superiores a los referenciales, si indicaron la presencia de los metales pesados determinantes en la baja calidad del agua del río Bogotá¹⁰.

Las prácticas de cultivo utilizan comúnmente abonos orgánicos y agroquímicos. De acuerdo con un estudio realizado en el municipio de Suesca en la ribera del río Bogotá para determinar biomarcadores de exposición y efectos de plaguicidas en muestras de agua tomadas es este municipio, confirmaron la presencia de plaguicidas con categorías toxicológicas I y II de acuerdo con la clasificación establecida por el Ministerio de la Protección Social. Lo anterior implica graves efectos neurotóxicos en el ser humano provocando consecuencias mutagénicas o cancerígenas¹¹.

La fauna perteneciente a la cuenca del río Bogotá compuesta principalmente por aves, mamíferos, reptiles, anfibios y peces, también se afecta por la contaminación del agua. Se ha presentado extinción de especies debido a la degradación de sus hábitats, así como trasmisión de enfermedades por el consumo de carne de peces nativos, y carne de mamíferos, leche y sus derivados. El pez capitán es nativo de la cuenca alta del río Bogotá, y gracias a estudios realizados por la Universidad del Rosario y la Universidad Nacional de Colombia,

⁹ REYES, Y.C., VERGARA, I., TORRES, O.E., DÍAZ-LAGOS, M., & GONZÁLEZ, E.E. Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo. Vol.16 N° 2. Julio-Diciembre. 2016. Sogamoso-Boyacá, Colombia.

¹⁰ MIRANDA, D., CARRANZA, C., ROJAS, C., JEREZ, C., FISCHER, G., ZURITA, J. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. Vol. 2 N° 2. pp 180-191, 2008.

¹¹ SALCEDO A, DÍAZ S, GONZALEZ J, RODRÍGUEZ A, VARONA M. Exposición a plaguicidas en los habitantes de la ribera del río Bogotá (Suesca) y en el pez Capitán. Rev. Cienc. Salud 2012; 10 (Especial): 29-41.



se ha concluido que este pez es un bioindicador de la calidad del agua del río Bogotá, pues en el análisis de sus fibras musculares encontraron metales pesados derivados de la agroindustria, perjudicando a los consumidores de este animal. Por otra parte existe un impacto indirecto por consumo de contaminantes, debido a la ingestión de agua del sistema hídrico por parte del ganado, o por uso del recurso hídrico para riego de pastos de los cuales se alimenta¹².

Otro parámetro en cantidades críticas en el río es el indicador de la contaminación bacteriana (Coliformes fecales, E-Coli), su concentración supera el estándar de calidad para los diferentes usos, situación que limita el uso del agua. En la cuenca alta se encuentran concentraciones el orden de entre 103 y 105 expresados con NMP/100 ml y en las cuencas media y baja se encuentran concentraciones entre 105 y 107 NMP/100 ml (NMP=Número Más Probable).

Según la Resolución 2115 de 2007 en el Artículo 10 parágrafo 2: *Ninguna muestra de agua para consumo humano debe contener E-coli en 100 cm³ de agua, independientemente del método de análisis utilizado.*

Otro aspecto que contribuye al incremento de la contaminación del río en la parte alta es la deforestación acelerada en las márgenes del cauce, haciendo que disminuyan los caudales y que el agua de escorrentía baje con mayor velocidad. Las poblaciones que centran su actividad en el sector agrícola y ganadero realizan quemadas para la ampliación de los terrenos, transformando drásticamente el deterioro de los recursos hídricos, suelos, flora y fauna.

Los factores descritos anteriormente tienen efectos directos sobre la salud de los habitantes, dificultan la recuperación de las fuentes, disminuyen la productividad, aumentan los costos de tratamiento del recurso hídrico y aumentan los costos de operación y mantenimiento de las redes, de los sistemas de tratamiento y disminuye el periodo de vida útil de estas inversiones.¹³

Según el informe de la *Auditoría Especial a La Gestión Sobre el río Bogotá* realizado por la Contraloría General de la República para el año 2011, de los 42 municipios ubicados a lo largo de la cuenca del río Bogotá, de los cuales tan solo 3 de ellos cuentan con un plan de saneamiento y manejo de vertimientos

¹²COLMENARES, Heidy. TORRES, Vladimir. EVALUACIÓN DE CONTAMINACIÓN EN AGUA, SUELO Y SEDIMENTOS, ASOCIADA A PLOMO Y CADMIO EN LA SUBCUENCA EMBALSE DEL MUÑA, RÍO BOGOTÁ. Tesis de grado Bogotá D.C., Universidad de la Salle, 2012.

¹³ SECRETARÍA DISTRITAL DE PLANEACIÓN. Aproximación a las implicaciones del Fallo del Consejo de Estado sobre el río Bogotá. Bogotá D.C., 2014.



aprobado, 26 se encuentran en aprobación y 13 no presentan información al respecto. De los mismos, solo 15 municipios cuentan con inventario, 11 no lo tienen y 12 no rindieron ninguna información al respecto.¹⁴

Igualmente, en este informe se afirma que los municipios desconocen la realización del Censo de vertimientos realizado por la Corporación Autónoma Regional -en adelante CAR- para el año 2009 en el marco del acuerdo CAR 043 de 2006, donde se establecen los criterios de calidad a cumplir hasta el año 2020, en el que se convocó a los industriales, empresas de servicios públicos, municipios, productores y demás personas naturales y jurídicas que generan vertimientos líquidos en la cuenca del río Bogotá a presentar y sustentar propuestas técnicas para la reducción de cargas de demanda bioquímica de oxígeno y sólidos.

No existe fecha exacta, pero es de conocimiento general que desde hace varios años el río Bogotá no es apto para extraer agua para el consumo humano, ni para ser utilizada en riego debido a sus altas concentraciones de metales pesados y coliformes fecales.

4.3 PROCESOS Y ACTIVIDADES DE DESCONTAMINACIÓN DEL RÍO BOGOTÁ (2010-2016)

Para que la descontaminación del río Bogotá se logre, depende en gran parte de que todas las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) que trabajan actualmente en la cuenca funcionen correctamente, y que para completar los procesos entren en operación las que estén pendientes por instalación. Esta labor no solo corresponde a los sistemas de alcantarillado de los municipios por los que pasa el río, sino también a las industrias cuyos desagües de alcantarillado conectan con alguna red hídrica que realice vertimientos al río o de las fábricas que lleguen directamente al río Bogotá.

De acuerdo con el resumen presentado en la Tabla 1, según la Contraloría General de la República, con los informes entregados por los municipios que constituyen la cuenca del río Bogotá en cuanto a sus PTAR, están resaltadas en color rojo aquellas que no cumplen con lo estipulado en el Decreto 3930 de 2010 (en el cual continúa vigente el artículo 72 del Decreto 1594 de 1984), que consiste

¹⁴CRISTANCHO, Julith. Descontaminación del Río Bogotá. Tesis de maestría Bogotá D.C., Universidad de los Andes, 2013.



en lograr una remoción del 80% de la carga tanto de DBO₅, como de SST (Sólidos suspendidos totales).

Tabla 1: Resumen de la información enviada por cada PTAR de la cuenca del Río Bogotá (CGR 2013)

Municipio	PTAR	Reportes presentados	Reportes que cumplen el Decreto 1594 de 1984	Caudal Promedio Efluente (L/s)	Temperatura promedio Efluente (°C)	pH promedio Efluente	O.D. promedio Efluente (mg/L)	SST Promedio Efluente (mg/L)	% Remoción SST	DBO5 promedio Efluente (mg/L)	% Remoción DBO5	DQO promedio Efluente (mg/L)	Grasas y Aceites Promedio Efluente (mg/L)	% Remoción Grasas y Aceites
Bogotá	El Salitre	24 de 24	0	4541,25	20,3	7,34		110	44%	160	34%	333	23	40%
Facatativá	Facatativá	22 de 24	0	156,12	17,9	6,5	0,11	118	71%	139	65%	356		
Funza	Funza	9 de 24	0	91,41	18,1	7	0,38	112	77%	30	72%	256		
Chía	Chía	9 de 24	0	78,55	17,8	7,37	0,09	94	46%	80	67%	222		
Zipaquirá	Zipa I	15 de 24	0	74,92	18,6	7,4	1,01	67	91%	77	84%	197		
Zipaquirá	Zipa II	15 de 24	0	65,91	18,5	7,3	3,66	72	84%	47	89%	159		
Cajicá	Calahorra	16 de 24	0	63,04	18,09	7,31	5,27	100	63%	76	76%	188		
Tocancipá	Tocancipá	9 de 24	0	49,39	18,3	7,86	2,76	40	85%	36	86%	149		
Gachancipá	Gachancipá	8 de 24	0	40,49	22,3	8,24	6,85	88	48%	54	76%	200		
Mosquera	Mosquera	10 de 24	0	37,62	19,1	7,16	8,13	95	80%	137	70%	173		
La Calera	La Calera	19 de 24	1	33,43	16,8	6,61	0,82	30	90%	75	86%	196	45	76%
Madrid	Madrid II	9 de 24	0	33,29	18,3	7,1	0	135	64%	108	77%	275		
Cogua	Cogua Urbana	9 de 24	0	33,16	18,2	7,42	6,24	79	73%	53	81%	145		
Madrid	Madrid I	10 de 24	0	31,33	17,9	7,18	8,2	62	86%	51	83%	111		
Chocontá	Chocontá	14 de 24	2	30,61	20,6	8,01	5,41	69	75%	39	78%	149	1	77%
Tabio	Tabio	15 de 24	1	21,94	17,8	7,24	0,98	51	74%	63	68%	184	1	97%
Bojacá	Bojacá	14 de 24	0	21,46	19	6,89	1,6	49	89%	35	94%	155		
El Rosal	El Rosal	9 de 24	0	21,45	18,3	6,9	2,74	110	60%	63	86%	180		
Anapoima	Anapoima	9 de 24	0	18,9	27,1	7,2	1,81	54	86%	59	82%	239		
Nemocón	Nemocón	7 de 24	0	10,35	18,3	6,93	1,29	28	87%	38	76%	75		
Subachoque	Casco Urbano	17 de 24	0	10,01	19,2	7,36	6,58	125	51%	91	72%	223	6	70%
Suesca	Suesca	9 de 24	0	6,44	20,7	8,6	10,41	136	38%	99	80%	202		
Guatavita	Guatavita	9 de 24	0	6,29	18,5	6,88	1,96	20	93%	63	76%	66		
Sopó	La Trinidad	2 de 24	0	3,96	22,5	7,99	0,97	132	28%	154	54%	252	9	79%
Subachoque	Galdamez	15 de 24	7	3,31		6,82	3,56	17	72%	40	66%	85	2	82%

Fuente: Actualización de los escenarios de saneamiento del río Bogotá mediante modelo dinámico de calidad de agua: Condiciones actuales y prospectivas bajo la nueva norma de vertimientos. Proyecto de Grado Universidad de los Andes, Bogotá, Julio de 2015.

En la anterior tabla se observa que, de 25 plantas de tratamiento, únicamente siete cumplen con el Decreto 3930 de 2010. En otras cifras, sólo el 28% de las PTAR de la cuenca del río Bogotá cumple con la remoción del 80% de DBO y de SST.

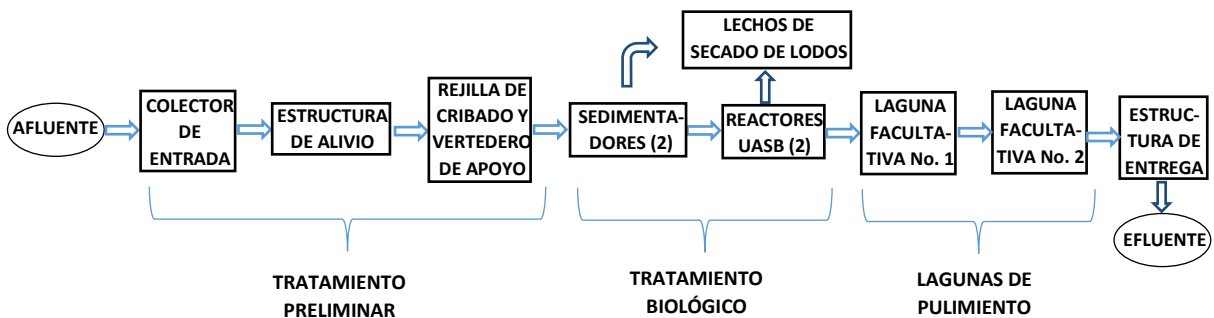


4.3.1. Características de las principales PTAR de la cuenca del río Bogotá.

4.3.1.1 PTAR Anapoima

La PTAR del municipio de Anapoima está compuesta por los procesos de tratamiento preliminar, tratamiento primario y tratamiento secundario. Tiene el siguiente sistema descrito en detalle como se muestra en la figura 4:

Figura 4. Esquema de la PTAR de Anapoima



Fuente: Corporación Autónoma Regional CAR. Estudios y Diseños de Obras de Rehabilitación y Prediseños de Ampliación de 19 PTAR's

El tratamiento preliminar está conformado por el cribado de sólidos gruesos. Dispone de una rejilla inclinada de limpieza manual con separaciones de 10mm entre barras, un vertedero triangular de pared delgada de 90° para medición de flujo.

Para el tratamiento primario tiene un sedimentador que hace las veces de desarenador, compuesto por dos módulos en paralelo.

El tratamiento secundario consta de reactores UASB (Reactores Anaerobios de Flujo Ascendente y Manto de Lodos) seguidos de lagunas de estabilización. La separación de lodos, agua clarificada y gases se obtiene mediante la disposición



de una campana central y otra anular que se traslapan en su parte inferior; la recolección del clarificado se logra con vertedor de pared delgada.¹⁵

4.3.1.2 PTAR Cajicá

El municipio de Cajicá cuenta con dos plantas de tratamiento de aguas residuales, una de ellas está ubicada en el sector de Capellanía, Rincón Santo y es una planta de tipo compacta con capacidad para 7L/s y se encuentra en obras de mejora.

La otra planta es la principal y está conformada por lagunas de oxidación. Se encuentra ubicada en el sector de la Tenería y fue construida con una capacidad nominal de tratamiento de 115L/s, en la actualidad es operada por la CAR con un caudal de 35 L/s y está siendo ampliada con lagunas aireadas y facultativas para mayor capacidad en el tratamiento del agua.

La problemática ambiental en la PTAR principal de Cajicá, es que la Quebrada de la Tenería no fue integrada a la PTAR, debido a que había vertimiento de aguas residuales de un antiguo matadero, y en el proceso constructivo de la planta la dejaron por fuera previniendo un posible riesgo biológico. Aunque actualmente no se vierten aguas con residuos biológicos a la quebrada, en épocas de lluvia el nivel del canal aumenta, rebosándose sobre las lagunas de la planta, interrumpiendo el proceso de tratamiento, puesto que contiene residuos industriales no contemplados en el diseño inicial de la planta.

Una solución propuesta es integrar mediante canales la Quebrada de la Tenería a la planta, aumentando la cobertura de la infraestructura. Realizar la ampliación de las lagunas Facultativas y si es posible construir humedales artificiales para purificar el agua y lograr un aprovechamiento de los lodos para producir compostaje.¹⁶

4.3.1.3 PTAR de Chía

¹⁵ CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL CAR .Estudios y Diseños de Obras de Rehabilitación y Prediseños de Ampliación de 19 PTAR's. Octubre de 2005.

¹⁶ AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA. App Accesos Norte de Bogotá: Capítulo 4 Caracterización del Área de Influencia del Proyecto. 2015

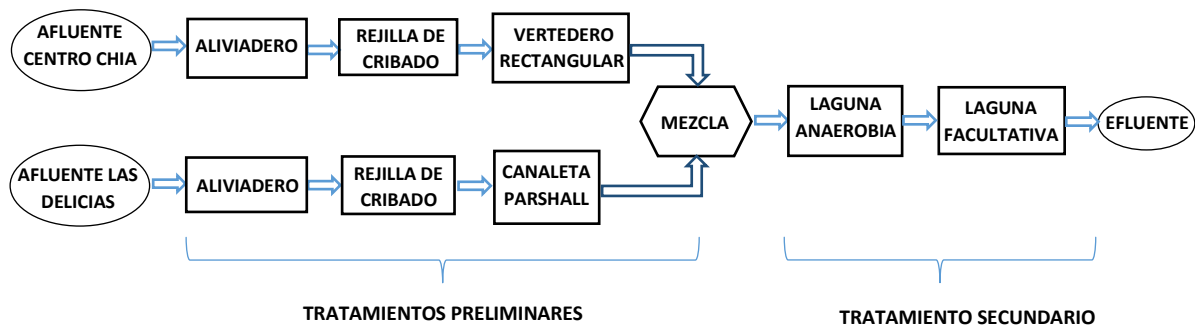


La PTAR del municipio de Chía tiene dos afluentes. Cada uno de ellos cuenta con su tratamiento preliminar, que tienen las siguientes estructuras: Cámara de ingreso, aliviadero, rejilla de cribado y estructura de aforo, sin desarenadores. Las dos entradas cuentan con aliviaderos que descargan a un canal en tierra, que posteriormente vierte al río Bogotá.

Los dos efluentes de pretratamiento se unen en una caja y de allí pasan por medio de una tubería única al sistema de tratamiento biológico secundario, el cual está compuesto por dos lagunas: una anaerobia y la otra facultativa.¹⁷

En la figura 5 se muestra el proceso de tratamiento detallado en el orden de llegada del agua:

Figura 5. Esquema de tratamiento de la PTAR de Chía



Fuente: Corporación Autónoma Regional CAR. Estudios y Diseños de Obras de Rehabilitación y Prediseños de Ampliación de 19 PTAR's

4.3.1.4 PTAR de Cogua

El municipio de Cogua cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales propiedad de la CAR. Se encuentra localizada aproximadamente 400 m al sureste del casco urbano de la cabecera municipal, sobre la vía que comunica a Cogua con la carretera Zipaquirá – Ubaté.

¹⁷ CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL CAR. Estudios y Diseños de Obras de Rehabilitación y Prediseños de Ampliación de 19 PTAR's.. Octubre de 2005.



La PTAR funciona mediante un tren de 4 lagunas de estabilización compuesta por 3 lagunas facultativas y 1 laguna de maduración, en un área cerca a las 6 Ha. Fue construida en el año 2002 con un periodo de diseño hasta el año 2013.

Tiene las siguientes características de diseño:

Población de diseño; 6152 habitantes

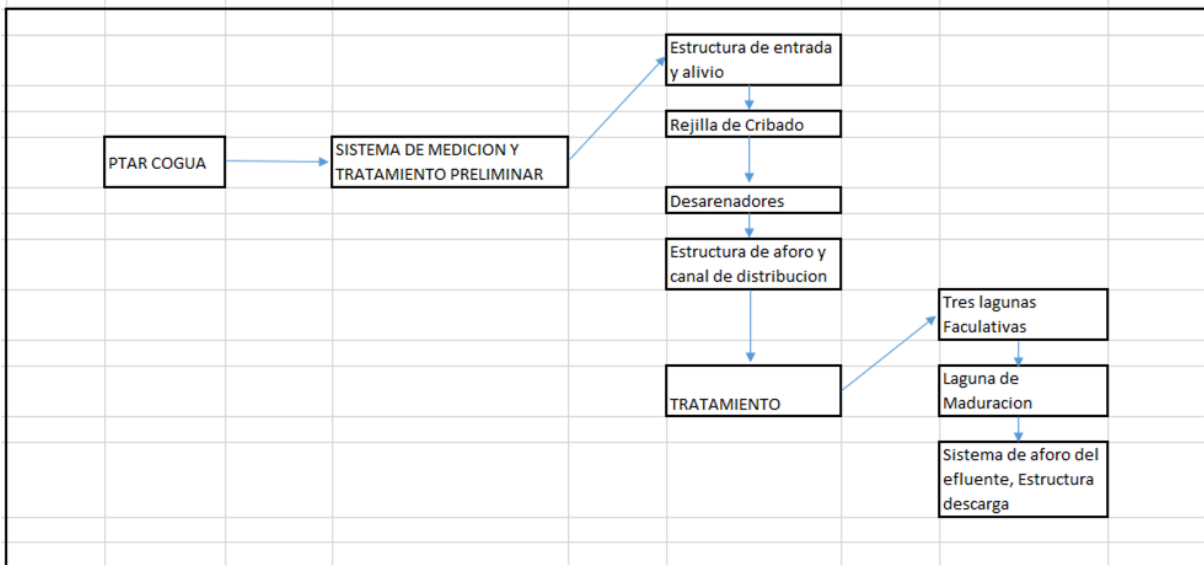
Caudal de diseño; 16.0 L/s

Carga orgánica de diseño; 226 Kg DBO5/día.

Concentración de diseño; 163 mg DBO5/L

La figura 6 ilustra el funcionamiento general de la planta:

Figura 6. Esquema de funcionamiento de la PTAR de Cogua



Fuente: MANRIQUEM, SANCHEZ E. Recopilación documental del Estado Actual del Recurso Hídrico y Usos del Agua en el Territorio del Municipio de Cogua. Monografía de Tecnología en Gestión Ambiental. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá D.C. 2016.

Se proyecta un sistema de tratamiento de aguas residuales por el método de lodos activados modalidad aireación extendida, el cual se efectuará al interior de un reactor aerobio en formato zanja de oxidación, para un periodo desde el año 2015 hasta el año 2025. En primera etapa se construirá la zanja de oxidación y un sedimentador secundario, la PTAR tendrá un caudal medio de 20.2 L/s y un caudal máximo de 45.7 L/s.¹⁸

¹⁸ MANRIQUEM, SANCHEZ E. Recopilación documental del Estado Actual del Recurso Hídrico y Usos del Agua en el Territorio del Municipio de Cogua. Monografía de Tecnología en Gestión Ambiental. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá D.C. 2016.

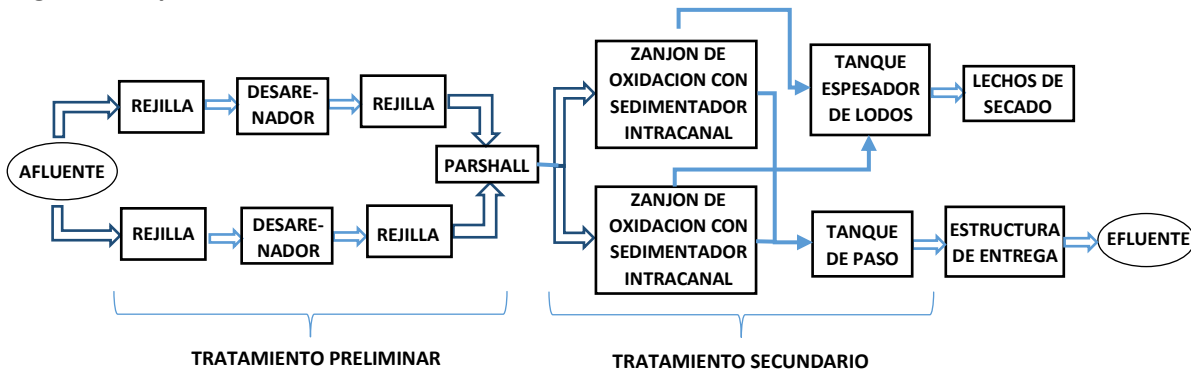


4.3.1.5 PTAR de Facatativá

La PTAR de Facatativá está compuesta por los procesos de tratamiento preliminar y secundario a través del método de lodos activados por aireación prolongada en dos zanjonos de oxidación con sendos sedimentadores intracanal de flujo ascendente. Este tipo de proceso no requiere tratamiento primario. Los lodos son tratados mediante espesamiento en un tanque espesador de flujo ascendente y deshidratación en lechos de secado, desde donde son llevados al sitio de disposición final.¹⁹

La figura 7 esquematiza el orden en que interactúan los elementos descritos:

Figura 7. Esquema de tratamiento de la PTAR de Facatativá



Fuente: Corporación Autónoma Regional CAR. Estudios y Diseños de Obras de Rehabilitación y Prediseños de Ampliación de 19 PTAR's

4.3.1.6 PTAR de Funza

Las vertimientos del municipio de Funza son conducidos por gravedad a la PTAR, en donde se retiran sólidos gruesos, medianos y se realiza el tratamiento de remoción de contaminantes. La PTAR se encuentra ubicada en el barrio la Aurora, es optimizada en el año 2014, cambiando la antigua tecnología de zanjonos de oxidación a una tecnología de tratamiento SBR (Reactores Biológicos Secuenciales) y un caudal de tratamiento total de 140 Litros por segundo.

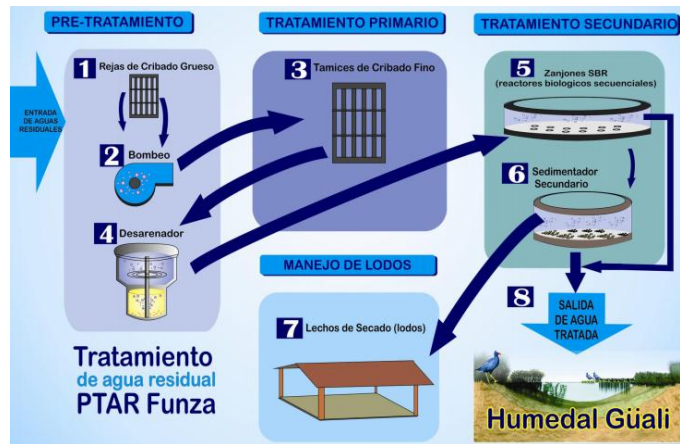
¹⁹ CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL CAR. Estudios y Diseños de Obras de Rehabilitación y Prediseños de Ampliación de 19 PTAR's.. Octubre de 2005.



Se calcula que en promedio ingresan 90 Litros de agua residual por segundo a la Planta de Tratamiento para ser tratada (EMAAF).

En la figura 8 podemos observar un esquema del proceso de la PTAR de Funza:

Figura 8. Esquema del proceso de la PTAR de Funza

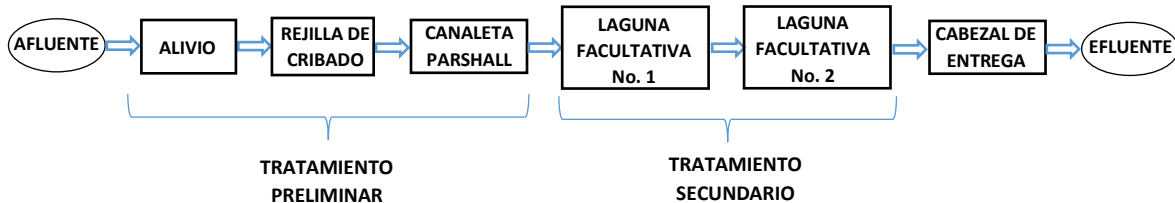


Fuente: Empresa Municipal de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Funza

4.3.1.7 PTAR de Gachancipá

La PTAR del municipio de Gachancipá está compuesta por los procesos de tratamiento preliminar y tratamiento secundario como se muestra en la figura 9.

Figura 9. Esquema de tratamiento de la PTAR de Gachancipá



Fuente: Corporación Autónoma Regional CAR. Estudios y Diseños de Obras de Rehabilitación y Prediseños de Ampliación de 19 PTAR's

La PTAR de Gachancipá terminó su periodo de diseño inicial el año 2013 para una población prevista de 5.000 habitantes, por lo que fue necesario realizar una



ampliación de su estructura y optimizar su capacidad de operación. Las obras de optimización se realizaron durante el periodo de 2013 al 2016.

4.3.1.8 PTAR de Guatavita

Para el tratamiento de las aguas residuales, el Municipio de Guatavita cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales de lodos activados por aireación extendida por medio de un zanjón de oxidación. Está ubicada en el barrio San Marino, en el costado occidental de la población. La PTAR se construyó en el año de 1998 y se encuentra en operación desde el año 1999 cubriendo un 98% de la población urbana y vierte sus aguas tratadas al embalse Tominé.

Las condiciones de diseño son las siguientes:

Población de diseño; 600 habitantes

Caudal de diseño; 12 L/s

Carga orgánica de diseño; 1029.6Kg DBO5/día.

Concentración de diseño; 143 mg DBO5/L

La planta de tratamiento de agua residual de Guatavita, actualmente consta de los siguientes componentes:

- Estructura de llegada
- Sistema de cribado y medición
- Zanjón de oxidación
- Cámara de interconexión
- Sedimentador secundario
- Lecho de secado de lodos
- Bombeo de lodos y recirculación de líquidos lixiviados.²⁰

4.3.1.9 PTAR's de Zipaquirá

El sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Zipa I- Comprende Cuatro (4) lagunas (Aireadas, Facultativa Aireada, Facultativa y Laguna de Maduración).

²⁰RUIZ Anggye, QUEVEDO Laura. Análisis de los Lodos Provenientes del Proceso de Tratamiento de Aguas Residuales del Municipio de Guatavita. Tesis de Grado. Universidad Católica de Colombia. Bogotá D.C. 2017.



Estas lagunas realizan la descomposición de la carga orgánica a través de procesos Biológicos correspondientes a la zona de la cabecera municipal localizada en eje meridional de la Calle 8 al sur de la misma.

El sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Zipa II- Comprende DOS (2) lagunas (Anaerobia y Facultativa). Dichas lagunas realizan la descomposición de la carga orgánica a través de procesos Biológicos. Corresponde a la zona de la cabecera municipal localizada en eje meridional de la Calle 8 hacia el Norte del Municipio de Zipaquirá.²¹

Existe un contrato en ejecución para la construcción de una nueva PTAR en el mismo sitio donde funciona actualmente la PTAR Zipa II, que tiene como fin el reemplazo inmediato a la PTAR Zipa II, y en un largo plazo en el año 2020 a la PTAR Zipa I con el traslado de su afluente a la nueva planta a través de un sistema de bombeo. La planta Zipa II fue diseñada para un caudal de 198 l/s correspondiente a una población proyectada al año 2007 de 68.000 habitantes.²²

4.3.1.10 PTAR de Tocancipá

La planta de tratamiento de agua residual Los Patos del municipio de Tocancipá fue entregada por la CAR para su operación y mantenimiento en octubre de 2012, actualmente esta planta está siendo optimizada mediante convenio entre el Municipio de Tocancipá y la CAR, dejando fuera de servicio las lagunas para implementar un sistema de lodos activados de aireación extendida, el cual tiene porcentajes de remoción mayores al 90%.

Maneja el sistema de lodos activados con una capacidad en su primera etapa de 70 l/s y una capacidad total de 110 l/s, cuenta con sistemas preliminares de adecuación del agua como lo son: Cribado, tamices rotatorios y desarenadores.

Como tratamiento secundario, cuenta con dos digestores aerobios, los cuales suministran aire mediante difusores de burbuja fina, luego pasan a dos

²¹EMPRESA DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE ZIPAQUIRÁ E.S.P. Recuperado de: www.eaaaz.com.co

²²EMPRESA DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE ZIPAQUIRÁ E.S.P. Estudios Previos de la construcción de la nueva planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Zipaquirá, Cundinamarca. 2015.



clarificadores o sedimentadores secundarios para después pasar al proceso de desinfección.²³

Año De construcción: 2015-2017

Caudal del diseño: 70 litros por segundo (Fase 1) y 110 litros por segundo (Fase 2)

4.3.1.11 PTAR de La Calera

La planta de tratamiento de La Calera se encuentra ubicada en el costado nor-oriental del municipio en las afueras del casco urbano sobre la vía que conduce al municipio de Sopo. Fue diseñada y construida durante los años 2000 a 2002 para un período de diseño de 20 años.

Las condiciones de diseño son las siguientes:

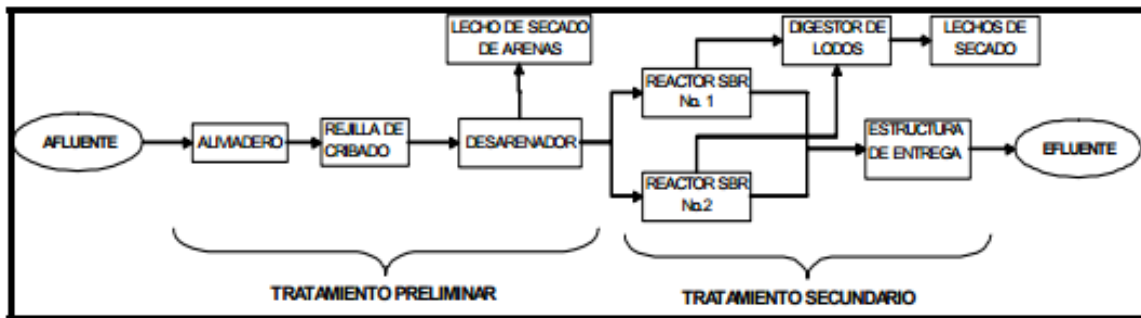
Población servida; 21.338 habitantes al año 2020

Caudal medio de diseño; 36.75 l/s

Carga orgánica de diseño; 572 Kg DBO5/día.

Concentración de carga orgánica; 207 mg DBO5/L²⁴

Figura 10. Esquema de la PTAR de La Calera



Fuente: Corporación Autónoma Regional CAR. Estudios y Diseños de Obras de Rehabilitación y Prediseños de Ampliación de 19 PTAR's

²³EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE TOCANCIPÁ. Recuperado de: <http://www.esptocancipa.com>.

²⁴RAIGOSA, Ricardo. Diagnóstico y Optimización del Sistema Operativo y de Mantenimiento del Reactor Discontinuo Secuencial (Sbr) de la Planta De Tratamiento De Aguas Residuales del Municipio de La Calera. Universidad de La Salle, 2007.



4.3.1.12 PTAR Salitre

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR Salitre es un complejo tecnológico fundamental para el saneamiento del Río Bogotá. En la PTAR Salitre se tratan aguas residuales del norte de la ciudad, generadas por más de dos millones de bogotanos, principalmente de hogares, oficinas, colegios y universidades, entre otros.

La PTAR en su proceso final, ayuda al saneamiento del Río Bogotá, pero también permite la descontaminación de las aguas residuales que capta en la cuenca del río Salitre, humedal Torca y humedal La Conejera (EAAB).

La PTAR Salitre tiene como características principales:

Tipo: Tratamiento primario con asistencia química, y digestión anaerobia de lodos, deshidratación de lodos.

Caudal medio de operación: 4m³/s

Remoción de DBO₅: 40-50%

Estructuras de tratamiento:

Tratamiento del agua

- Captación
- Rejillas de cribado grueso
- Bombeo
- Rejillas de cribado fino
- 3 Desarenadores aireados
- 8 Decantadores primarios

Tratamiento de lodos

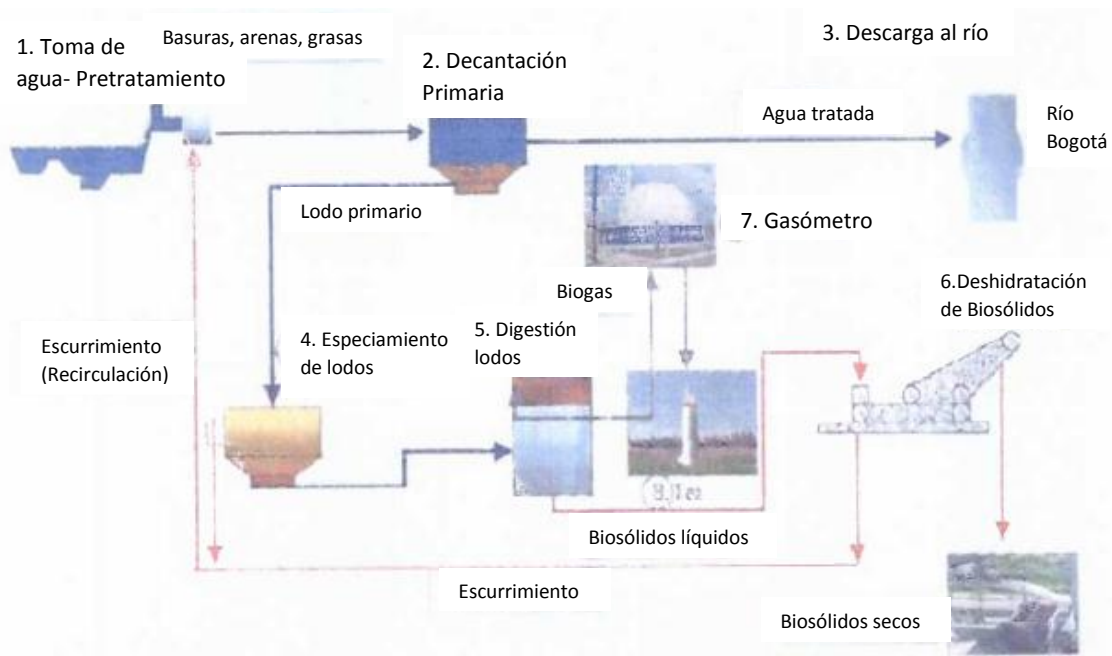
- 2 Espesadores
- 3 Digestores anaerobios para la estabilización de lodos
- 5 filtros tipo banda para la deshidratación de lodos²⁵

²⁵EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ. Informe de BenchMarking a PTAR's de grande porte en Colombia. Bogotá. Octubre 2011.



En la figura 11 se presenta un diagrama del proceso de tratamiento.

Figura 11. Diagrama de flujo de la PTAR Salitre



Fuente: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. Informe de BenchMarking a PTAR's de grande porte en Colombia. Bogotá. Octubre 2011.

De acuerdo con los parámetros de diseño de las PTAR, relacionados en los informes de la CAR, en la tabla 2 se presenta un resumen de los caudales afluentes a las plantas, las cargas de DBO y su respectiva remoción, y la DBO pendiente de remoción según el porcentaje que tiene cada planta:



Tabla 2: Resumen de los Parámetros de Diseño de las PTAR (2005 – 2016)

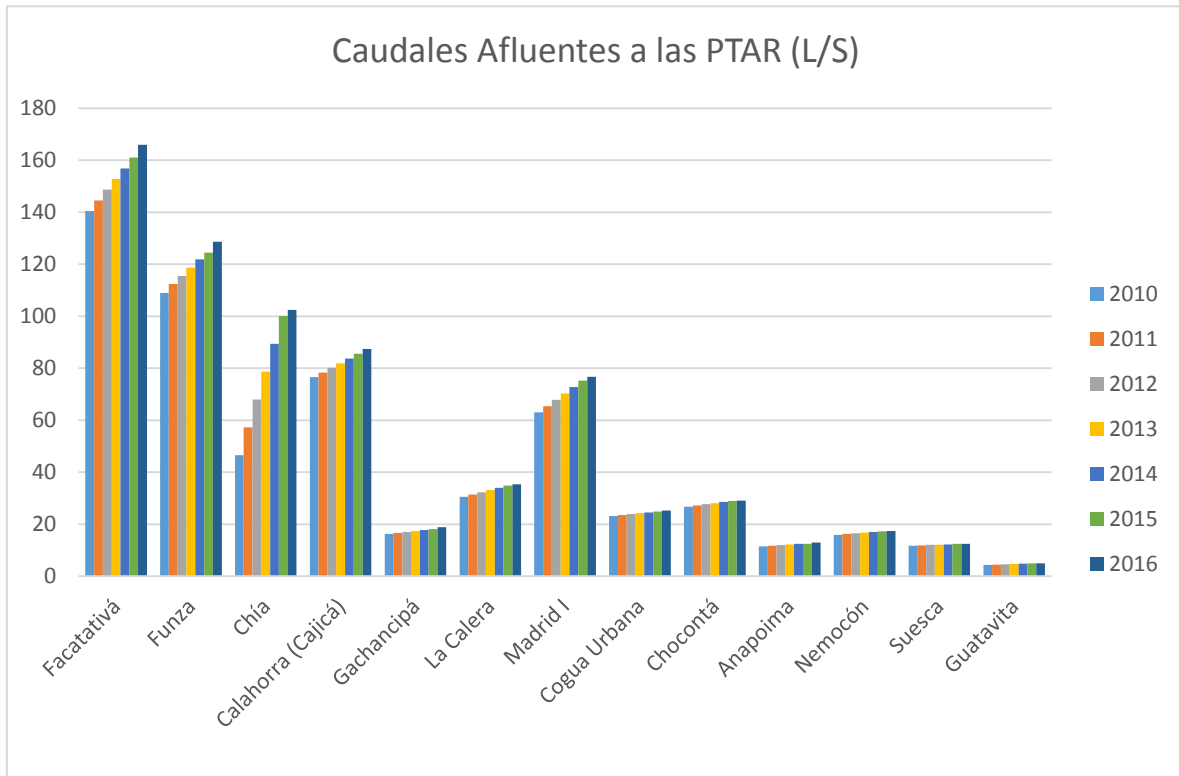
PTAR	CAUDALES AFLUENTES (L/S)							CARGA TOTAL DBO (Kg de DBO/día)			REMOCION DBO (Kg de DBO/día)			DBO PENDIENTE DE REMOCION (Kg de DBO/día)		
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015
Facatativá	140,42	144,54	148,65	152,77	156,89	161,01	165,94	1993,93	2260,18	2591,65	1296,05	1469,117	1684,573	299,0895	339,027	388,7475
Funza	109,02	112,39	115,47	118,63	121,88	124,5	128,64	3495,2	3955,99	4517,94	2516,54	2848,313	3252,917	279,616	316,4792	361,4352
Chía	46,63	57,33	68,02	78,72	89,42	100,11	102,39	1145,42	1241,06	2724,49	767,431	831,5102	1825,408	148,9046	161,3378	354,1837
Calahorra (Cajicá)	76,54	78,34	80,13	81,93	83,73	85,53	87,45	692	2099	2324	525,92	1595,24	1766,24	27,68	83,96	92,96
Gachancipá	16,29	16,65	17,02	17,39	17,76	18,13	18,84	333,2	415,5	462,6	253,232	315,78	351,576	13,328	16,62	18,504
La Calera	30,55	31,42	32,29	33,16	34,03	34,9	35,38	544,9	588,9	642,7	468,614	506,454	552,722	0	0	0
Madrid I	63	65,45	67,91	70,36	72,81	75,27	76,76	1984,2	2448,7	2810,3	1646,89	2032,421	2332,549	0	0	0
Cogua Urbana	23,2	23,55	23,9	24,25	24,6	24,95	25,33	401,5	431	463,5	325,215	349,11	375,435	0	0	0
Chocontá	26,8	27,24	27,68	28,12	28,56	28,99	29,15	495,6	510,4	533,9	386,568	398,112	416,442	9,912	10,208	10,678
Anapoima	11,52	11,8	12,04	12,27	12,5	12,54	12,96	212,51	233,87	254,68	174,258	191,7734	208,8376	0	0	0
Nemocón	15,96	16,24	16,5	16,76	17,02	17,28	17,44	505,2	531	567,3	383,952	403,56	431,148	20,208	21,24	22,692
Suesca	11,8	11,92	12,05	12,17	12,29	12,42	12,54	243,4	243,9	263,9	194,72	195,12	211,12	0	0	0
Guatavita	4,31	4,44	4,56	4,69	4,82	4,95	5,03	89,8	98,8	107,9	68,248	75,088	82,004	3,592	3,952	4,316

Fuente: Elaboración Propia (Datos tomados de la CAR)



De los datos resumidos en la Tabla 2, obtenemos las siguientes gráficas:

Gráfica 1. Caudales Afluentes a las PTAR del año 2010 al año 2016



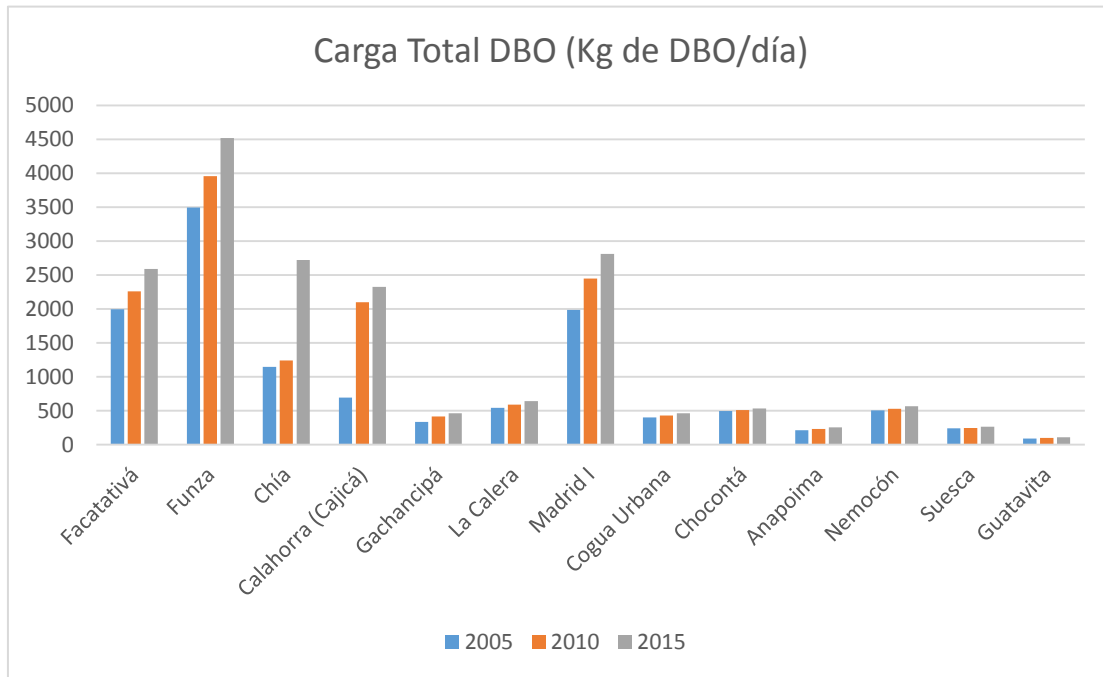
Fuente: Elaboración Propia

La gráfica 1 nos muestra que durante los años 2010 al 2016 los caudales afluentes a las PTAR de Facatativá, Funza, Chía y Madrid aumentaron en gran medida, mientras que los caudales afluentes correspondientes a los municipios de Cajicá, Gachancipá, La Calera, Cogua, Chocontá, Anapoima, Nemocón, Suesca y Guatavita se mantienen casi estables.

Lo anterior tiene que ver con el número de habitantes de cada municipio, y que en algunos de ellos no tratan las aguas residuales en su totalidad.



Gráfica 2. Carga Total DBO en los años 2005, 2010 y 2015

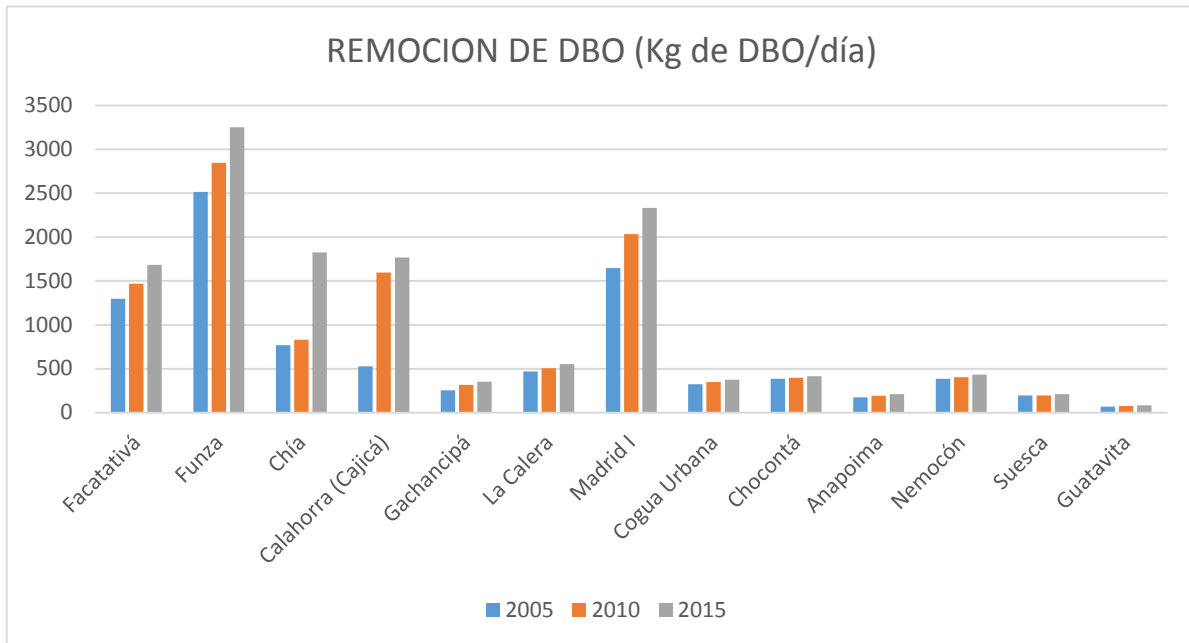


Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 2 se mantiene la tendencia de los municipios de mayor afluente (gráfica 1), con cargas altas de DBO en kg/día. Se observa que el municipio de Guatavita posee la menor carga de DBO con respecto a los demás. Por otro lado el municipio de Chía aumentó su carga de DBO bastante entre el año 2010 y 2015.



Gráfica 3. Remoción de DBO en los años 2005, 2010 y 2015

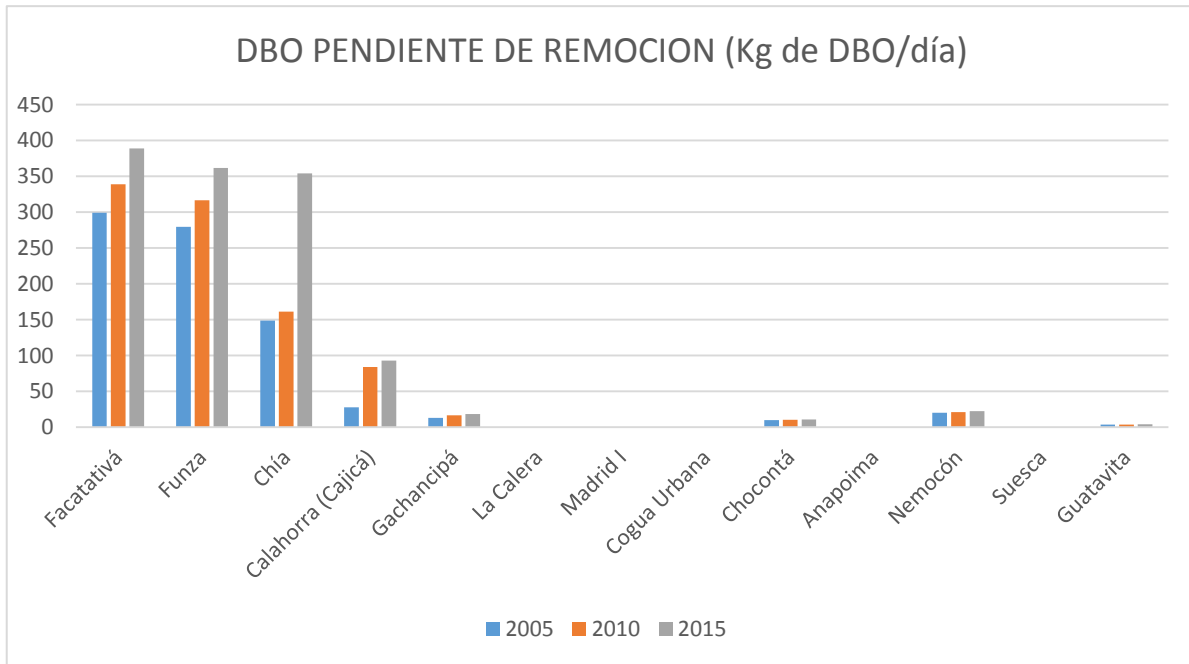


Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 3 se observa que para el año 2015 aumentó la remoción de DBO en algunos municipios. Esto obedecería a las obras de ampliación y optimización que se han adelantado durante el periodo entre el 2005 y el 2015.



Gráfica 4. DBO pendiente de remoción de los años 2005, 2010 y 2015



Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 4 se observa que la mayoría de las PTAR en los municipios están removiendo el 80% y más del porcentaje de DBO que cumplen con el Decreto 3930 de 2010.

4.3.2 Procesos adelantados en Bogotá

Los procesos que se han adelantado en la ciudad de Bogotá entre los años 2010 al 2016 para disminuir la contaminación del río Bogotá están:

- Ampliación de la PTAR Salitre
- Construcción de la PTAR Canoas

4.3.2.1 Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Salitre

Tiene como objetivo principal tratar las aguas residuales generadas en las cuencas de los ríos Salitre, Torca y Jaboque, y producir un efluente que cumpla con los estándares de calidad determinados en la Licencia Ambiental otorgada por



el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT, y que contribuyan en el logro del cumplimiento de los objetivos de calidad del río Bogotá, propuestos por la CAR.

Para el logro de este fin, se duplicará la capacidad instalada de la PTAR El Salitre, pasando de un caudal de 4 m³/s a un caudal de 8 m³/s, incorporando las estructuras necesarias para someter al afluente al tratamiento secundario.

La PTAR Salitre se localiza en el punto de entrega del río Salitre al río Bogotá, operando desde el año 2000 y a cargo de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, desde el 2004. Actualmente el sistema instalado corresponde a una Planta de tratamiento de tipo primario, con adición de químicos, que logra una remoción promedio mensual de 60% de SST y 40% de DBO5.

El proyecto está a cargo de la CAR y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB, pero la fuente de financiación es un crédito que la CAR tomó con el Banco Mundial con garantía de la Nación, por un valor de USD \$390 millones. El proceso de contratación se realizará bajo la figura de Licitación Pública Internacional.²⁶

Según el Departamento Nacional de Planeación la programación del proyecto es la siguiente:

- Años 2009 – 2013 Ingeniería Básica
- Años 2013 – 2014 Diseño Final
- Años 2014 – 2015 Proceso de Licitación
- Años 2015 – 2019 Periodo de Construcción

En Abril de 2016 se adjudicó un contrato de concesión al Consorcio Expansión PTAR Salitre conformado por la empresa española Aqualia Infraestructuras, la griega Aktor y la colombiana CASS Constructores y Cía., por un valor de USD \$430 millones para el diseño, procura, construcción y puesta en marcha de la ampliación de la planta de tratamiento de aguas residuales El Salitre.

²⁶ Portafolio de Proyectos de Infraestructura en Agua Potable y Saneamiento Colombia. Departamento Nacional de Planeación.



4.3.2.1.1 Evaluación Económica Del Proyecto

La firma Econometría realizó una evaluación económica del proyecto donde refleja el costo-beneficio que se generaría con la ampliación de la PTAR Salitre, como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3: Beneficios y Costos

AÑO	BENEFICIOS		COSTOS			SUMA
	AMBIENTALES	COSTOS EVITADOS	RECUPERACIÓN	PTAR SALITRE	HUNDIDOS	
2009	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2010	0,0	0,0	-54,6	0,0	0,0	-54,6
2011	0,0	0,0	-49,7	-53,7	0,0	-103,5
2012	0,0	0,0	-20,9	-80,6	0,0	-101,5
2013	24,6	6,4	-0,3	-80,6	0,0	-80,8
2014	58,1	6,4	-0,3	-53,7	0,0	-54,0
2015	84,0	6,5	-0,3	-19,2	0,0	-19,5
2016	85,1	6,6	-0,3	-19,2	0,0	-19,5
2017	86,2	6,7	0,4	-19,2	0,0	-18,8
2018	87,4	6,8	-0,3	-19,2	0,0	-19,5
2019	88,5	6,9	-0,3	-19,2	0,0	-19,5
2020	89,6	7,0	-0,3	-19,2	0,0	-19,5
2021	90,8	7,0	-0,3	-19,2	0,0	-19,5
2022	92,0	7,1	0,4	-19,2	0,0	-18,8
2023	93,2	7,2	-0,3	-19,2	0,0	-19,5
2024	94,4	7,3	-0,3	-19,2	0,0	-19,5
2025	95,6	7,4	-0,3	-19,2	0,0	-19,5
2026	96,9	7,5	-0,3	-99,8	0,0	-100,1
2027	98,1	7,6	0,4	-19,2	0,0	-18,8
2028	99,4	7,7	-0,3	-19,2	0,0	-19,5
2029	100,7	7,8	-0,3	-19,2	0,0	-19,5
2030	102,0	7,9	-0,3	-19,2	0,0	-19,5
2031	103,3	8,0	-0,3	-19,2	0,0	-19,5
2032	104,7	8,1	0,4	-19,2	0,0	-18,8
2033	106,0	8,2	-0,3	-19,2	0,0	-19,5
2034	107,4	8,3	-0,3	-19,2	0,0	-19,5
2035	108,8	8,4	-0,3	-19,2	0,0	-19,5
2036	110,2	8,6	-0,3	-19,2	0,0	-19,5
2037	111,7	8,7	0,4	-19,2	0,0	-18,8
2038	113,1	8,8	-0,3	-19,2	0,0	-19,5
2039	114,6	8,9	-0,3	-207,3	0,0	-207,5
2040	116,1	9,0	-0,3	-19,2	0,0	-19,5
2041	117,6	9,1	-0,3	-19,2	0,0	-19,5
2042	119,1	9,2	0,4	-19,2	0,0	-18,8
2043	120,7	9,4	-0,3	-19,2	0,0	-19,5
2044	122,2	9,5	-0,3	-19,2	0,0	-19,5
2045	123,8	9,6	-0,3	-19,2	0,0	-19,5
2046	125,4	9,7	-0,3	-19,2	0,0	-19,5
2047	127,1	9,9	0,4	-19,2	0,0	-18,8
2048	128,7	10,0	-0,3	-19,2	0,0	-19,5
2049	130,4	10,1	-0,3	-19,2	0,0	-19,5
2050	132,1	10,2	-0,3	-19,2	0,0	-19,5

Fuente: Cálculos Econometría S.A



De la tabla anterior se deduce que como resultado de la construcción de la PTAR Salitre los beneficios ambientales se empiezan a reflejar a partir del año 2013, aunque en este momento no se tenía en cuenta algunos problemas que se presentaron con la comunidad alrededor de este proyecto, que retrasaron el inicio del proyecto. A Diciembre de 2016 la obra no se había iniciado, con el agravante de que los beneficios se verán posteriormente. Sin embargo, el estudio arrojó que la tasa de retorno económica del proyecto es 16.8%. Por lo mismo el valor presente del flujo neto de beneficios y costos resulta positivo y cuantificado con una tasa de retorno de 8%, en US\$ 415 millones. La relación beneficio costo resulta entonces superior a uno, que se estimó en 1.77 con la misma tasa de retorno.

El periodo de recuperación de la inversión se calcula en 11 años. Concluyen entonces que para Colombia y en especial para los residentes de Bogotá el proyecto para el mejoramiento ambiental y la recuperación hidráulica de la cuenca media del rio Bogotá resultan muy positivas y recomendables, aun cuando el estudio se cuantificó de una manera conservadora.

4.3.3 Construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Canoas

En el municipio de Soacha (Cundinamarca) se construirá una PTAR con tratamiento secundario y estación elevadora de aguas residuales. Beneficiará en un 70% a la ciudad de Bogotá y en un 30% al municipio de Soacha. Se iniciará con una primera fase a cargo de la Empresa de Acueducto y alcantarillado de Bogotá (EAAB).

La Primera Fase estará conformada por:

- Tratamiento Primario (14 m³/s) para remover 30% DBO y 40% de SST
- Estación Elevadora con capacidad máxima de bombeo: 38.5 m³/s y altura de bombeo: 46 m.

El consorcio CDM Smith - INGESAM, realizó para la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá (EAAB) el diseño conceptual de tres fases previstas para el desarrollo total de la PTAR Canoas, y la ingeniería de detalle para la Fase I, consistente en el tratamiento primario

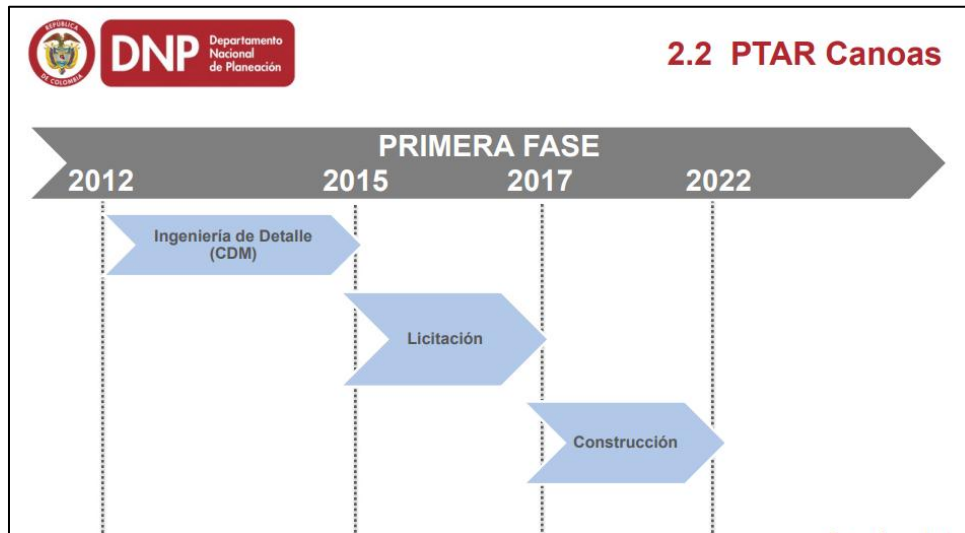


con asistencia química, digestión anaeróbica de lodos, recuperación de energía eléctrica a partir del biogás y producción de biosólidos clase A.

Las estructuras para este diseño comprenden tanques de cloración, clarificadores primarios y secundarios, tanques de aireación, digestores, filtros de desnitrificación, mezcladores rápidos y lentos y desarenadores. Otras estructuras contempladas son espesadores por gravedad, sistema de cogeneración, tanque de almacenamiento de lodos espesos, área de almacenamiento de lodos y edificios de operadores y administrativos²⁷.

El proyecto tiene como fuentes de financiación al Gobierno Nacional, Regional y Local. La primera fase tiene un valor estimado de USD\$568 millones.

Figura 12. Programación de la Primera Fase PTAR Canoas



Fuente: Departamento Nacional de Planeación

²⁷ Reporte Geotécnico Producto No. 2 Trabajos Preliminares de Campo. EAAB, Interventoría Unión Temporal Canoas. Diciembre 03 de 2013



5. **IMPACTOS AMBIENTALES POSITIVOS**

El buen funcionamiento de las PTAR pertenecientes a la cuenca del río Bogotá, que incluye mejoras y trabajos de ampliación, brindará los siguientes beneficios al medio ambiente:

Calidad del agua. Permite reducir la carga de contaminación orgánica e inorgánica, mejorando la calidad del agua del río Bogotá y permitiendo su utilización para fines agrícolas.

Beneficios en la salud pública. La reducción de la carga de patógenos a las aguas del río Bogotá que en la actualidad se utilizan para el riego de hortalizas en los sectores de Bosa, Patio Bonito, y Soacha, que son comercializadas en la ciudad de Bogotá llegando a una población del orden de 7.5 millones de personas. De igual manera se reduce el riesgo de contaminación por contacto con aguas del río Bogotá para los habitantes de las zonas ribereñas.

Rehabilitación de humedales y áreas ecológicas. La calidad del agua resultante en el río Bogotá, permitirá considerar una rehabilitación en el complejo de humedales de la Sabana de Bogotá abriendo la posibilidad de la recuperación de su dinámica natural.

Disminución de carga de sólidos. El tratamiento en las PTAR permitirá reducir la carga de sólidos orgánicos e inorgánicos al río, con beneficios relacionados con la disminución de colmatación del cauce e incremento en la capacidad hidráulica del río.

Disminución de olores. Se espera una reducción en la presencia de olores en proximidades al cauce del río Bogotá y su área de influencia.

Percepción de la Comunidad. La construcción de la PTAR constituye un avance concreto en el Plan de Saneamiento Ambiental de la Cuenca media del río, sobre el cual la población bogotana ha fundado expectativas y anhelos. Avanzar en la mejora en la calidad del río estimulará a la comunidad a apoyar las demás obras complementarias que se planteen con este fin.



6. CONCLUSIONES

- Según la recolección y análisis de los datos, se evidencia que los municipios aledaños a la capital son los que mayor cantidad de contaminantes vierten al afluente, lo anterior puede ser causado por el desplazamiento de población urbana y la expansión de la vivienda a zonas suburbanas.
- Deben ser revisadas las condiciones físicas y de funcionamiento de las plantas de tratamiento de las poblaciones más grandes, ya que varias de ellas están por debajo del 80% de remoción de contaminantes lo cual indica una falla en el sistema.
- Se presume que la Planta de tratamiento de Aguas El Salitre en Bogotá, tiene sobrecarga de caudales para tratar ya que sus porcentajes de remoción de SST y DBO5 están por debajo del 50%, lo cual indica que la Planta a pesar de trabajar a toda su capacidad, solo trata la mitad del caudal que recibe.
- Las instituciones como la CAR, Empresas de Acueducto o de Servicios Públicos de los municipios, la Alcaldía Mayor de Bogotá y el gobierno nacional, han manifestado su compromiso con la recuperación de esta importante fuente hídrica, impulsando obras de ampliación y optimización de las PTAR. Algunas de estas obras ya están en marcha, se espera que se puedan llevar a cabo en un 100%.



7. BIBLIOGRAFIA

AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA. App Accesos Norte de Bogotá: Capítulo 4 Caracterización del Área de Influencia del Proyecto. 2015

ARTUZ, Luis; MARTINEZ, Myriam; MORALES, Claudia. Las industrias curtiembres y su incidencia en la contaminación del río Bogotá. Universidad Santo Tomás de Aquino, 2011

Codificación Nacional de Cuencas Hidrográficas. Guía técnico científica para la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas en Colombia (DECRETO 1729 DE 2002) – Bogotá 2004

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA 1991. Artículo 366.

CONTRALORÍA DISTRITAL. Estado de los Recursos Naturales y del Ambiente de Cundinamarca. Vigencia 2009

CONTRALORÍA DE CUNDINAMARCA. Estado de los Recursos y del Ambiente de Cundinamarca, 2010.

CONTRALORÍA DE CUNDINAMARCA. Auditoría Gubernamental con Enfoque Integral Modalidad Especial Ambiental Mosquera. Junio 29 de 2016.

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL CAR. Carta Ambiental, Recuperación Hidráulica y Recuperación Ambiental del río Bogotá. Diciembre 2011

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL CAR. Estudios y Diseños de Obras de Rehabilitación y Prediseños de Ampliación de 19 PTAR's. Octubre de 2005.

CRISTANCHO, Julith. Descontaminación del Río Bogotá. Tesis de maestría Bogotá D.C., Universidad de los Andes, 2013.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Portafolio de Proyectos de Infraestructura en Agua Potable y Saneamiento Colombia.



EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ. Informe de BenchMarking a PTAR's de grande porte en Colombia. Bogotá. Octubre 2011.

EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ. Reporte Geotécnico Producto No. 2 Trabajos Preliminares de Campo, Interventoría Unión Temporal Canoas. Diciembre 03 de 2013.

EMPRESA DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE ZIPAQUIRÁ E.S.P. Recuperado de: <http://www.eaaaz.com.co>.

EMPRESA DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE ZIPAQUIRÁ E.S.P. Estudios Previos de la construcción de la nueva planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Zipaquirá, Cundinamarca. 2015.

EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE TOCANCIPÁ. Recuperado de: <http://www.esptocancipa.com>.

MANRIQUE María, SANCHEZ Erika. Recopilación documental del Estado Actual del Recurso Hídrico y Usos del Agua en el Territorio del Municipio de Cogua. Monografía de Tecnología en Gestión Ambiental. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá D.C. 2016.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Diagnostico Nacional de Salud Ambiental, Diciembre de 2012

MIRANDA, D., CARRANZA, C., ROJAS, C., JEREZ, C., FISCHER, G., ZURITA, J. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. Vol. 2 N° 2. pp 180-191, 2008.

RAIGOSA, Ricardo. Diagnóstico y Optimización del Sistema Operativo y de Mantenimiento del Reactor Discontinuo Secuencial (Sbr) de la Planta De Tratamiento De Aguas Residuales del Municipio de La Calera. Universidad de La Salle, 2007.

REYES, Y.C., VERGARA, I., TORRES, O.E., DÍAZ-LAGOS, M., & GONZÁLEZ, E.E. Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo. Vol.16 N° 2. Julio-Diciembre. 2016. Sogamoso-Boyacá, Colombia.

RUIZ Anggye, QUEVEDO Laura. Análisis de los Lodos Provenientes del Proceso de Tratamiento de Aguas Residuales del Municipio de Guatavita. Tesis de Grado. Universidad Católica de Colombia. Bogotá D.C. 2017.



SALCEDO A, DÍAZ S, González J, RODRÍGUEZ A, VARONA M. Exposición a plaguicidas en los habitantes de la ribera del río Bogotá (Suesca) y en el pez Capitán. Rev. Cienc. Salud 2012; 10 (Especial): 29-41

SECRETARÍA DISTRITAL DE PLANEACIÓN. Aproximación a las implicaciones del Fallo del Consejo de Estado sobre el río Bogotá. Bogotá D.C., 2014.

Soporte Plan de Manejo y Ordenamiento de una cuenca, POMCA rio Bogotá. 2006