

Calidad del Recurso Hídrico de Bogotá D.C.



2004



**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.**

Departamento Técnico Administrativo
MEDIO AMBIENTE

Director del DAMA
Raúl Escobar Ochoa

Subdirector Ambiental Sectorial
Rafael Augusto Martínez Rocha

Interventor
María Cristina Laverde Herrera

Carrera 6 No. 14-98, Edificio Condominio
del Parque Bloque A Pisos 2,5, 6 y 7 – Bloque B Piso 3
PBX: 4441030 Fax: 3362628 - 3343039
BOGOTÁ, D.C. – Colombia

Home page: www.dama.gov.co
E-mail: dama@dama.gov.co



IDEAM

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA,
METEOROLOGÍA Y
ESTUDIOS AMBIENTALES

Director del IDEAM
Carlos Costa Posada

Subdirector de Estudios Ambientales
César Augusto Buitrago Gómez

Jefe Programa de Operación de Redes
Xiomara Lucía Sanclemente Manrique

Programa de Físicoquímica Ambiental
Martha Elena Duque Solano

Investigación y Edición
Rodrigo Suárez Castaño
César Augusto Buitrago Gómez
Xiomara Lucía Sanclemente Manrique

Fotografías: Rodrigo Suárez Castaño

Carrera 10 No. 20 - 30
PBX: 3 52 71 60 Ext. 2116 ó 2126
BOGOTÁ, D.C. – Colombia

Home page: www.ideam.gov.co
E-mail: estudios@ideam.gov.co
redambiental@ideam.gov.co

Agradecemos la colaboración del Ingeniero Juan Bernardo Carrasco, quien se desempeñó como coordinador del proyecto entre diciembre de 2002 y marzo de 2004. Igualmente, agradecemos el aporte del funcionario Gustavo Alfonso Coy, Jefe del Programa de Físicoquímica Ambiental durante la ejecución del convenio; de Adriana Pedraza, pasante durante el primer semestre de 2004; del contratista Sergio Salas Pajón quien se desempeñó como interventor del convenio por parte del DAMA. De igual manera, agradecemos la ayuda de los funcionarios de la Subdirección Ambiental Sectorial del DAMA y de la Subdirección de Estudios Ambientales, de los del Programa de Operación de Redes y del Programa de Físicoquímica Ambiental del Ideam, que participaron en el desarrollo de las actividades relacionadas con el objeto del convenio.

Diseño de Carátula
Miryam C. Torres Vargas

Diseño Gráfico e Impresión
Imprenta Nacional de Colombia
Bogotá, D.C., noviembre de 2004

ISBN 958-8067-12-X

Contenido

PRÓLOGO	7
1 INTRODUCCIÓN.....	9
2 MODELO DE EMPLAZAMIENTO DE LA RED DE CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO DE BOGOTÁ, D.C.	11
2.1 Metodología para la validación de los sitios de monitoreo.....	11
3 ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA	17
3.1 Estaciones remotas fijas	17
3.2 Estaciones móviles	19
3.3 Estación central.....	20
4 OPERACIÓN DE LA RED	21
5 ANÁLISIS DE RESULTADOS	25
5.1 Concentraciones	26
5.1.1 Río Juan Amarillo	26
5.1.2 Río Fucha.....	39
5.1.3 Río Tunjuelo ...	42
5.1.4 Río Bogotá.....	44
5.1.5 Descargas Directas al río Bogotá	45
5.2 Caudales	45
5.3 Cargas Contaminantes.....	45
5.3.1 Río Juan Amarillo	45
5.3.2 Río Fucha.....	55
5.3.3 Río Tunjuelo ...	57
5.3.4 Río Bogotá.....	58
5.3.5 Análisis comparativo de cargas contaminantes	60
5.3.6 Calibraciones semanal y diaria de la información capturada por la Red de Calidad del Recurso Hídrico de Bogotá, D.C.	63
5.3.6.1 Calibración Semanal.....	64

5.3.6.2	Calibración Diaria.....	65
5.4	Cálculo de los Indicadores de Calidad del Recurso Hídrico.....	66
5.4.1	Relación DQO/DBO	66
5.4.2	Unidades de Contaminación Hídrica (UCH) por el uso del recurso.....	69
6	CONCLUSIONES.....	71
	BIBLIOGRAFÍA	87
	GLOSARIO	88

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Factores y criterios para la selección y ubicación de los sitios de monitoreo.....	14	
Tabla 2.	Principales características de las estaciones remotas fijas	18	
Tabla 3.	Parámetros analizados en la operación de la red que permiten establecer el uso del recurso hídrico.	26	
Tabla 4.	Concentración y medidas estadísticas de los 32 parámetros monitoreados en los 33 sitios de monitoreo	27	
Tabla 5.	Concentraciones de los parámetros analizados en la estación Pontevedra	38	
• 4 •	Tabla 6.	Concentraciones de los parámetros analizados en la estación Canal Los Comuneros	41
	Tabla 7.	Concentraciones de los parámetros analizados en la estación quebrada Yomasa.....	43
	Tabla 8.	Concentraciones de las descargas directas sobre el río Bogotá	45
	Tabla 9.	Caudales de los diferentes sitios de monitoreo.....	46
	Tabla 10.	Cargas contaminantes y medidas estadísticas de algunos de los parámetros monitoreados en los 33 sitios de monitoreo	47
	Tabla 11	Parámetros medidos en campo. Calibración semanal. Estacion río Juan Amarillo – PTAR.....	64
	Tabla 12	Parámetros analizados en laboratorio. Calibración semanal. Estación río Juan Amarillo – PTAR	65
	Tabla 13	Parámetros medidos en campo durante la calibración diaria. Estación río Juan Amarillo – PTAR	66
	Tabla 14	Parámetros analizados en laboratorio durante la calibración diaria. Estación río Juan Amarillo – PTAR..	67
	Tabla 15.	Promedio de los grados de significancia ambiental para cada sitio de monitoreo de la Red de Calidad del Recurso Hídrico de Bogotá, D.C.	68

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Conformación de la unidad móvil de monitoreo	20
Figura 2.	Conformación de la estación central	20
Figura 3.	Flujograma de operación de la Red de Calidad del Recurso Hídrico de Bogotá, D.C.	23

Figura 4.	Concentraciones de DQO, DBO, SST y Grasas y Aceites en el río Juan Amarillo	26
Figura 5.	Concentraciones de metales pesados y cianuro en el río Juan Amarillo	38
Figura 6.	Concentraciones de DQO, DBO, SST y Grasas y Aceites en el río Fucha.....	40
Figura 7.	Concentraciones de metales pesados y cianuro en el río Fucha.....	40
Figura 8.	Concentraciones de DQO, DBO, SST y Grasas y Aceites en el río Tunjuelo	42
Figura 9.	Concentraciones de metales pesados y cianuro en el río Tunjuelo	42
Figura 10.	Concentraciones de DQO, DBO, SST y Grasas y Aceites medidos sobre el río Bogotá.....	44
Figura 11.	Concentraciones de metales pesados en el río Bogotá	44
Figura 12.	Cargas contaminantes de DQO, DBO, SST y Grasas y Aceites sobre el río Juan Amarillo	54
Figura 13.	Cargas contaminantes de metales pesados sobre el río Juan Amarillo.....	54
Figura 14.	Cargas contaminantes de DQO, DBO, SST y Grasas y Aceites sobre el río Fucha	55
Figura 15.	Cargas contaminantes de metales pesados y cianuro sobre el río Fucha	57
Figura 16.	Cargas contaminantes de DQO, DBO, SST y Grasas y Aceites sobre el río Tunjuelo	57
Figura 17.	Cargas contaminantes de metales pesados sobre el río Tunjuelo.....	58
Figura 18.	Cargas contaminantes de DQO, DBO, SST y Grasas y Aceites sobre el río Bogotá	59
Figura 19.	Cargas contaminantes de metales pesados sobre el río Bogotá	60
Figura 20.	Cargas contaminantes de DQO, DBO, SST y Grasas y Aceites vertidas al río Bogotá.....	61
Figura 21.	Cargas contaminantes de metales pesados por río (kg/día)	61
Figura 22.	Cargas contaminantes de metales pesados en el río Bogotá (kg/día)	62
Figura 23.	Comparación de las cargas de DQO, DBO, SST y Grasas y Aceites aportadas por las descargas al río Bogotá, frente a lo medido en el río Bogotá – estación Cierre.....	63
Figura 24.	Comparación de las cargas de metales pesados aportadas por las descargas al río Bogotá, frente a lo medido en el río Bogotá – estación Cierre.	64
Figura 25.	Comportamiento semanal del caudal. Estación río Juan Amarillo – PTAR.....	65
Figura 26.	Comportamiento diario del caudal. Estación río Juan Amarillo – PTAR.....	67

LISTA DE MAPAS

Mapa 1.	Diseño definitivo de la Red de Calidad del Recurso Hídrico de Bogotá, D.C.	15
Mapa 2.	Concentraciones de OD, DQO, DBO y SST (mg/l) de las estaciones de monitoreo de la cuenca del río Juan Amarillo .	39

Mapa 3.	Concentraciones de OD, DQO, DBO y SST (mg/l) de las estaciones de monitoreo de la cuenca del río Fucha	41
Mapa 4.	Concentraciones de OD, DQO, DBO y SST (mg/l) de las estaciones de monitoreo de la cuenca del río Tunjuelo.....	43
Mapa 5.	Cargas contaminantes de metales pesados, cianuro, DQO, DBO y SST (kg/día) en las estaciones de monitoreo de la cuenca del río Juan Amarillo	55
Mapa 6.	Cargas contaminantes de metales pesados, cianuro, DQO, DBO y SST (kg/día) en las estaciones de monitoreo de la cuenca del río Fucha.....	56
Mapa 7.	Cargas contaminantes de metales pesados, cianuro, DQO, DBO y SST (kg/día) en la cuenca del río Tunjuelo	59

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1.	Matriz de Validación.....	73
Anexo 2.	Recomendaciones del Experto Internacional	84

• 6 •

LISTA DE ABREVIATURAS

CAR:	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca
DQO:	Demanda Química de Oxígeno
DBO:	Demanda Bioquímica de Oxígeno
EAAB:	Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá
FOPAE:	Fondo de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá D.C.
INA:	Instituto Nacional del Agua de Argentina
NKT:	Nitrógeno Kjeldahl Total
NMP:	Número Más Probable
OD:	Oxígeno Disuelto
POT:	Plan de Ordenamiento Territorial
PSO:	Procedimiento Estándar de Operación
PTAR:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
SAAM:	Sustancias Activas al Azul de Metileno
SSd:	Sólidos Sedimentables
SST:	Sólidos Suspendidos Totales
UCH	Unidades de Contaminación Hídrica
UFC:	Unidades Formadoras de Colonia

Prólogo

El agua es un elemento fundamental de todos los ecosistemas y de las interacciones entre sus elementos constitutivos, por ser indispensable para los diferentes procesos biológicos. Cuando factores externos alteran la calidad y la cantidad del agua, es de esperarse que se presenten desbalances. Estos desbalances pueden ser manejados hasta cierto nivel, dado que la capacidad natural de absorción y autolimpieza de los ecosistemas les permite mantenerse en equilibrio. Sin embargo, cuando este nivel se supera, los organismos vivientes que hacen parte del ecosistema pierden capacidad de subsistencia y recuperación, desequilibrando el ciclo natural.

Los ecosistemas desequilibrados por alteraciones inmanejables del agua pierden también capacidad de ofrecer bienes y servicios ambientales como el agua misma, afectando a las comunidades beneficiarias de dichos servicios. Esto puede resultar en enfermedades e inclusive, la muerte cuando se trata de comunidades de alta vulnerabilidad.

Por otra parte, la demanda de agua y los vertimientos de aguas residuales a los cuerpos de agua se incrementan diariamente, debido al crecimiento de la población y de las actividades económicas

El Gobierno Nacional, apoyado en la administración del recurso natural, la educación ambiental, el trabajo conjunto con las comunidades y el ejercicio de la autoridad ambiental, debe garantizar la preservación del recurso y la optimización de su uso conforme a patrones sostenibles.

La gestión en torno al recurso hídrico requiere la cooperación entre las diferentes entidades Distritales y Regionales que comparten una misma cuenca hidrográfica, de tal forma que trascienda del ámbito local al regional y al nacional, y viceversa.

Para el establecimiento de políticas y lineamientos en pro del uso racional y control de la calidad ambiental del recurso, el Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente

- DAMA considera necesario conocer el estado actual y la evolución de las características físico-químicas y microbiológicas de cada uno de los cuerpos de agua que atraviesan el Distrito Capital.

Con este objetivo, el DAMA y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM unieron esfuerzos a través de un convenio para operar conjuntamente la Red de Calidad del Recurso Hídrico de Bogotá.

La Red de Calidad del Recurso Hídrico de Bogotá D.C. es un proyecto que, desde el punto de vista técnico, permite conocer las características físico-químicas y microbiológicas del recurso, para apoyar la toma de acciones en temas como saneamiento básico, abastecimiento de agua y control de inundaciones. Adicionalmente, este proyecto puede ser de gran utilidad a otras entidades territoriales y sectores productivos en sus procesos de planeación.

Esperamos que esta primera aproximación al monitoreo continuo del recurso agua en Bogotá sirva de marco para procesos similares en otras regiones y para futuras investigaciones, lo que nos permitirá seguir creciendo en el conocimiento del recurso.

RAÚL ESCOBAR OCHOA
DIRECTOR DAMA

CARLOS COSTA POSADA
DIRECTOR IDEAM

1. Introducción

El Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente de Bogotá (DAMA) y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) firmaron el 27 de diciembre de 2002 el convenio interadministrativo No. 041/02 (numeración DAMA) y 198/02 (numeración Ideam), cuyo objeto es realizar la instalación, el mantenimiento y la operación de la Red de Calidad del Recurso Hídrico de Bogotá, D.C.

En este documento se presenta un resumen de los principales resultados obtenidos a lo largo del convenio, durante el cual se realizó la validación del diseño inicial, concluyendo en un diseño final de treinta y tres (33) estaciones de monitoreo, de las cuales veintiséis (26) son móviles y siete (7) son fijas.

En total fueron realizados 574 muestreos a las principales fuentes superficiales y descargas a los ríos Juan Amarillo, Fucha, Tunjuelo y Bogotá; 440 aforos a los ríos Juan Amarillo, Fucha, Tunjuelo y Bogotá; y más de 17.000 análisis, cubriendo un total de 32 parámetros (cadmio, cianuro, coliformes totales, coliformes fecales, cloruro, cobre, conductividad, cromo total, cromo VI, DBO, DQO, fenoles, fós-

foro disuelto, fósforo total, grasas y aceites, hidrocarburos, mercurio, níquel, nitrato, nitrito, nitrógeno amoniacal, nitrógeno total, plomo, pH, SSd, SST, sulfato, sulfuro, SAAM, temperatura, turbidez y zinc).

En el capítulo 2 se describe el modelo de emplazamiento de la Red de Calidad del Recurso Hídrico de Bogotá, D.C., el cual incluye la metodología utilizada para la validación de los sitios de monitoreo y la matriz de validación.

El capítulo 3 presenta las características de las diferentes estaciones que componen la Red de Calidad del Recurso Hídrico de Bogotá, D.C., dentro de las cuales se encuentran las estaciones remotas fijas, la estación central y las estaciones móviles.

En el capítulo 4, se presentan los resultados obtenidos de los muestreos realizados durante la operación de la red entre agosto de 2003 y abril de 2004. A partir de los resultados presentados en el capítulo 4, en el capítulo siguiente se presenta la información capturada por la red y la interpretación de resultados.

Por último en el capítulo 6 se presentan las principales conclusiones de la operación de la red.

2. Modelo de emplazamiento de la Red de Calidad del Recurso Hídrico de Bogotá, D.C.

2.1 METODOLOGÍA PARA LA VALIDACIÓN DE LOS SITIOS DE MONITOREO

Dentro de los principales objetivos en el desarrollo del convenio, se encontraba la validación del diseño inicial de la red, diseño que fue elaborado por la Unión Temporal Sierra – Misco S.A. Este diseño contaba con un total de veintidós (22) estaciones de monitoreo, de las cuales catorce (14) eran remotas fijas¹ y ocho (8) móviles²; una (1) estación central y un (1) laboratorio, conformado por un medidor de Oxígeno Disuelto, un colorímetro y dos neveras eléctricas.

La validación del diseño por parte del Ideam fue realizada a partir de la identificación de los factores y criterios que se deben tener en cuenta para la selección y ubicación de sitios de monitoreo. Los factores tenidos en cuenta son de tres tipos:

Factores Fundamentales o Estructurantes: Determinan el porqué y el para qué de la localización y características de la estación. Una misma localización puede resultar representativa para varios de los sectores o “clientes” de



¹ Las estaciones remotas fijas cuentan con una unidad automática para la toma de muestras con capacidad para obtener 24 muestras, con una plataforma de adquisición de datos y un conjunto de sensores que miden pH, Conductividad, Temperatura, Oxígeno disuelto y Turbidez.

² Las estaciones móviles cuentan con medidores multiparámetro para medir in situ las variables pH, Conductividad, Temperatura y Oxígeno Disuelto.

la información. Los factores fundamentales o estructurantes son los que cada sector determine como la información mínima crítica que requiere para desarrollar su actividad.

Factores Condicionantes: Son los que se refieren a las limitaciones propias de cada localización, tales como la dificultad de acceso, la seguridad de los equipos, la presencia de obstrucciones que aumenten los errores en las mediciones, la voluntad de los propietarios para autorizar la instalación de la estación, la disponibilidad de los observadores locales que puedan interferir con la calidad, continuidad y confiabilidad de los datos obtenidos en las estaciones. Este último factor condicionante debe analizarse en conjunto con el tipo de equipos que van a ser instalados en los puntos de observación.

Factores Limitantes: Se refieren al equipo de medición, al tipo de estación, su capacidad, precisión, exactitud, rangos, limitaciones, etc., lo cual podría restringir las posibilidades de establecer los datos requeridos, dependiendo de las características de los instrumentos y aparatos de medición, transmisión y procesamiento. Por ejemplo, en un punto pueden ser requeridos los datos de niveles de la fuente transmitidos cada 10 minutos, requerimiento que podría presentar limitaciones si no se adquieren los equipos adecuados.

Los criterios de selección tienen que ver con el porqué y el para qué de la información que se obtiene. Para la se-

lección de los sitios, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

Representatividad: Se refiere a la capacidad del dato adquirido para “representar” una condición ambiental en función del área, fenómeno o sector que representa.

La representatividad del área indica si la ubicación de la estación es significativamente demostrativa de las condiciones de un área “homogénea” o con características compartidas. Las áreas se definen en función de diferentes conocimientos de las disciplinas o especialidades y tienen que ver con cuencas de diferentes órdenes, municipios, áreas urbanas, zonas agrícolas, industriales, entre otras.

La representatividad del fenómeno o punto o sitio estratégico es dada en función de situaciones o condiciones específicas que se requieran estudiar; así por ejemplo, la localización de estaciones consecutivas de medición de niveles de ríos, aguas arriba de zonas que están sometidas a inundaciones, permite conocer el comportamiento, la variación y los posibles efectos espacio-temporales de este fenómeno.

La representatividad sectorial o temática se refiere a los intereses o necesidades de actores o sectores específicos, tales como el doméstico, agropecuario, industrial, energético, entre otros. Cada sector, con el conocimiento de sus actividades, debe lograr establecer sus propias necesidades.

Pertinencia: La pertinencia del dato revela la congruencia o “empate” entre la oferta y la demanda de información. Revisa la periodicidad, rango, precisión y exactitud requeridos para establecer el conocimiento apropiado de la variable para los fines que se requieren. Así, un dato de nivel del río podría requerirse de forma horaria para algunos sectores, mientras que para otros podría ser mensual. Igualmente, ciertas variables pueden ser requeridas por algunos sectores en tanto que otras variables pueden ser requeridas por otros usuarios en la misma región o área.

Oportunidad: Se refiere a la coincidencia entre la capacidad de la red de proveer el dato o la información en el momento en el cual se requiere y las necesidades de los diferentes usuarios de la misma. La capacidad de suministrar

los datos en “tiempo real”, horaria, cada seis horas, diaria, semanal, mensual, etc. Por ejemplo los datos para una red de alertas y alarmas tempranas, son requeridos en tiempo real, en otra escala de tiempo ya no serían oportunos.

Confiabilidad: Se refiere a la capacidad de la red de proveer el dato requerido con la calidad, exactitud, precisión, continuidad y periodicidad que se esperan. Sus dos principales componentes son el factor humano y el factor tecnológico:

- El factor humano describe la capacidad, cumplimiento y puntualidad de la observación, que depende enteramente de las personas asignadas a la labor de observadores locales. El nivel de entrenamiento y compromiso son a su vez función de cada persona y de las estrategias y políticas de las instituciones responsables de la red.
- El factor tecnológico define las capacidades, potencialidades y limitaciones de los equipos de medición, seguimiento, transmisión y procesamiento de los datos en el sitio y a distancia. La descripción adecuada de las especificaciones técnicas de cada estación, así como las estrategias y programas de operación y mantenimiento, reparación y reemplazo, definen la calidad de este aspecto.

La instalación física de las estaciones o sitios de monitoreo, dependiendo de las variables a medir u observar, requieren trabajos de campo previos. La construcción de las obras civiles (que cumplen con los criterios y fundamentos de la Norma ISO-9001, numeral 8) involucra aspectos desde toma de datos de campo hasta la construcción de las estructuras necesarias y la instalación de los equipos requeridos.

Estas actividades de planeación y ejecución deben estar a cargo de un grupo idóneo (profesional y técnico), el cual también elabora el programa de operación y mantenimiento que garantice el normal funcionamiento y toma de datos en las estaciones que conforman la red. El programa contempla las actividades a realizar en cada sitio de la red, incluyendo los costos. Las actividades del programa involucran tanto aspectos administrativos como técnicos, los cuales de manera general pueden resumirse en los siguientes:

- Variable(s) a medir u observar en cada sitio.
- Requerimientos de muestreos.
- Frecuencia de operación.
- Mantenimiento de equipos e infraestructura.
- Itinerarios de desplazamiento a los sitios y equipo de transporte (terrestre, fluvial, aéreo).
- Elementos de insumos: papelería técnica, repuestos de instrumentos, etc.
- Instrumento(s) necesarios para realizar las mediciones in situ.

Para el estudio de costos, hay que definir el grado de precisión con que se requiere medir la variable y someterlo a un análisis detallado de costo/beneficio. Por ejemplo para generar datos de caudales, se necesitan mediciones de aforos que cubran una amplia gama de niveles; en la medida en que se tenga cubierta esta gama será mayor el grado de confianza de los caudales. Un aspecto paralelo al programa es el componente de capacitación al personal involucrado en la operación de la red. La implementación de herramientas provistas por los avances tecnológicos y la garantía de la calidad en la información medida u observada exigen programas continuos de actualización.

En la Tabla 1 se presentan los factores y criterios tenidos en cuenta para la selección y ubicación de los sitios de monitoreo.

De la Tabla 1 y específicamente de los factores fundamentales, es importante resaltar el ítem correspondiente a las estaciones compartidas con otras entidades. Para ello se realizó un trabajo conjunto entre la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá-EAAB-ESP, el Fondo para la Prevención y Atención de Emergencias del Distrito - FOPAE, la Gobernación de Cundinamarca y la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR. Tal trabajo en equipo afinó los sitios de monitoreo sobre el río Bogotá, de tal forma que coincidieran con estaciones operadas por estas entidades,

con el fin de poder aunar esfuerzos técnicos y económicos para la instalación de la red, así como compartir información histórica sobre el comportamiento del río en cuanto a sus características cuantitativas. Mediante esta alianza, también se podrá obtener información que servirá para alimentar el modelo de calidad del río Bogotá, desarrollado por la Universidad de Los Andes y la EAAB, cuyo objetivo primordial es orientar la gestión ambiental para la recuperación y conservación de esta fuente superficial.

Siguiendo con la metodología establecida para la validación del diseño de la red, fue realizada una visita de campo, con el principal objetivo de verificar los ítems de los factores de la Tabla 1, partiendo de la validación de los puntos previstos en el diseño existente de la red, del reconocimiento de la red hidrográfica de la ciudad, de la identificación de los vertimientos directos sobre las cuencas de los ríos Juan Amarillo, Fucha, Tunjuelo y Bogotá – tramo perimetral a la ciudad y de las estaciones compartidas con otras entidades.

Una vez realizada la visita de campo y con la información necesaria para seleccionar y ubicar los sitios de monitoreo, se construyó un borrador de la matriz de posibles sitios de monitoreo.

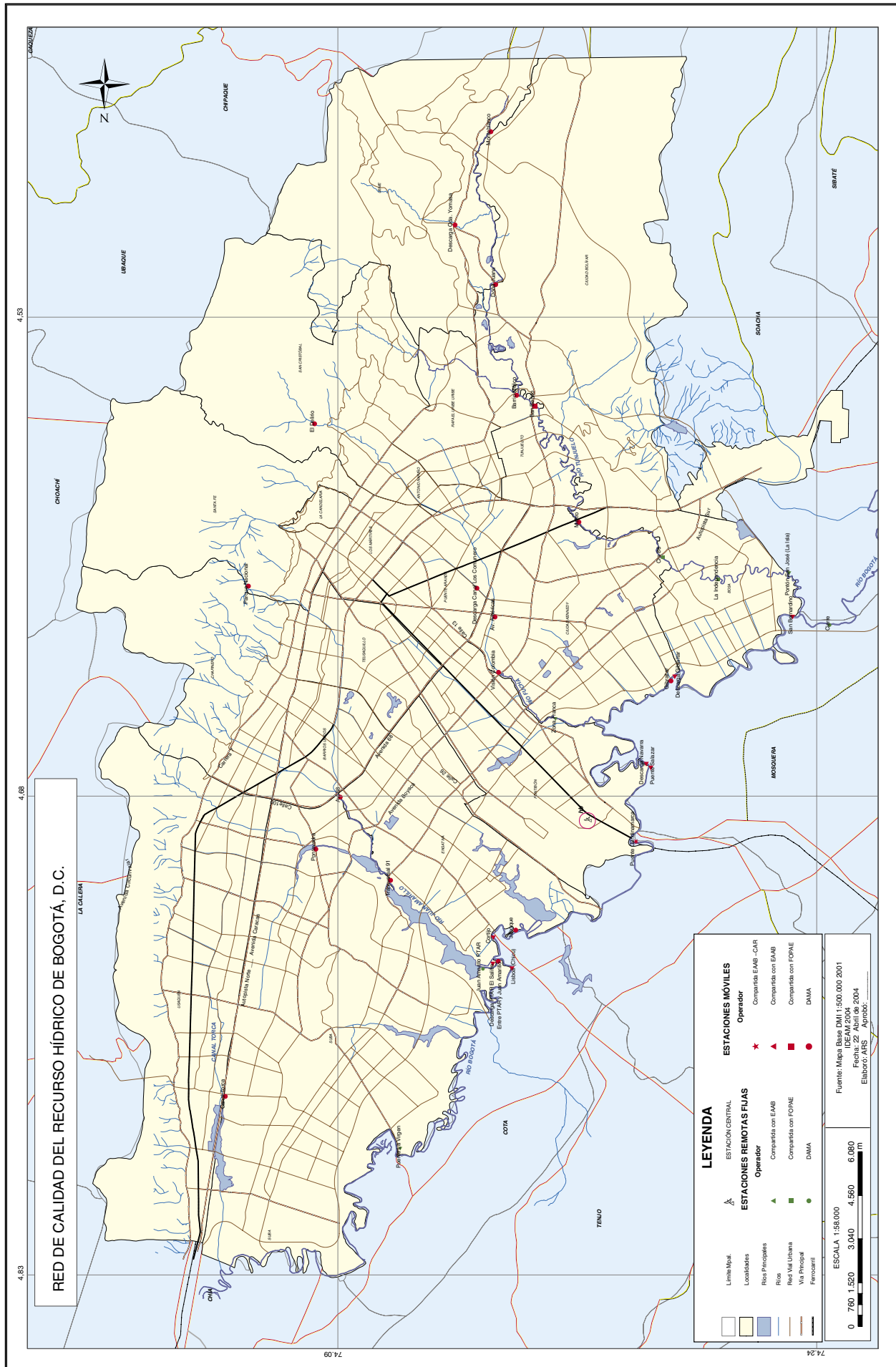
Adicionalmente, para la validación del modelo de emplazamiento de la red se contó con la asesoría del experto internacional, Ing. José Eliseo Lobos del Instituto Nacional del Agua de Argentina (INA), con quien se realizó una nueva visita de campo, complementando la matriz de validación e identificando nuevos sitios de monitoreo. Igualmente, en compañía del experto internacional, se definió la función para cada uno de los sitios de monitoreo. De esta manera se logró concretar la matriz de validación, en la cual se encuentran identificados los sitios de monitoreo con los cuales cuenta actualmente la red (Ver Anexo 1).

En el Mapa 1 se presenta el diseño definitivo de la Red de Calidad del Recurso Hídrico de Bogotá.

Tabla 1. Factores y criterios para la selección y ubicación de los sitios de monitoreo

FACTORES FUNDAMENTALES	FACTORES CONDICIONANTES	FACTORES LIMITANTES
Diseño existente de la Red	Dificultad de acceso al sitio	Número de estaciones disponibles
Estaciones compartidas con otras entidades	Seguridad de los equipos	Tipo de estaciones y equipos que la conforman
Localización dentro del perímetro urbano de Bogotá	Infraestructura existente	Requerimientos para la instalación de las estaciones
Monitoreo de principales fuentes superficiales	Voluntad de los propietarios	Radioenlace para la transmisión de datos
* Río Bogotá	Disponibilidad de observador	Requerimientos de mantenimiento y operación de los equipos
* Río Juan Amarillo	Características hidráulicas y de calidad de la sección y tramo	
* Canal Salitre	* Altura de la lámina de agua (máximo y mínimo)	
* Río Fucha	* Caudal	
* Río Tunjuelo	* Sección transversal	
* Canal Torca	* Flujo laminar	
Principales vertimientos de la ciudad	* Estabilidad de las orillas	
* Identificados por el DAMA	Cercanía a estaciones hidrológicas existentes (LM - LG)	
* Identificados por la EAAB	Facilidades para realizar actividades hidrométricas	
* Identificados por el Ideam	* Requerimiento de Tarabita	
Confluencia al río Bogotá	Facilidades para la recolección de muestras	
Condiciones de referencia sobre la calidad del recurso hídrico		
Uso del suelo (POT)		
* Tramos representativos		
* Usos potenciales del recurso hídrico		
* Proyectos futuros públicos y/o privados		
Políticas relacionadas con el recurso hídrico y las fuentes superficiales urbanas		

Mapa 1. Diseño definitivo de la Red de Calidad del Recurso Hídrico de Bogotá, D.C.



3. Estaciones de monitoreo de calidad del agua

La Red de Calidad del Recurso Hídrico de Bogotá, D.C., está conformada por (1) estación central y treinta y tres (33) estaciones de monitoreo; de estas últimas, siete (7) son estaciones remotas fijas y veintiséis (26) son móviles. A continuación se hace una breve descripción de las diferentes estaciones.

3.1 ESTACIONES REMOTAS FIJAS

Como resultado de la validación del diseño de la red, se instalaron siete (7) estaciones remotas fijas, en los siguientes sitios:

- Estación Puente La Virgen, sobre el río Bogotá a la entrada del perímetro urbano, frente al club Pueblo Viejo.
- Estación Cierre, sobre el río Bogotá a la salida del perímetro urbano, en la vereda Bosatama, en la finca Triviño.
- Estación Juan Amarillo PTAR, sobre el río Juan Amarillo 100 m antes de la desembocadura al río Bogotá, al costado norte de la PTAR El Salitre.
- Estación Zona Franca, sobre el río Fucha 150 m antes de la desembocadura al río Bogotá, en los predios de la EAAB.
- Estación Carrera 86, sobre el río Tunjuelo en el cruce del río con la Carrera 86, vía a Corabastos.
- Estación La Independencia, sobre el río Tunjuelo, en la localidad de Bosa, aguas arriba de la estación de Puente La Isla.

- Pontón San José, sobre el río Tunjuelo, 500 m antes de la desembocadura al río Bogotá en la entrada a la finca La Isla.

Las estaciones remotas fijas están conformadas por un grupo de elementos, tanto estructurales como electrónicos, que permiten obtener información fisicoquímica del recurso hídrico de Bogotá, D.C., la cual puede ser almacenada y transmitida por medio de un radio transmisor a una estación central³, localizada temporalmente en el Laboratorio Ambiental del Ideam. En la Tabla 2 se presentan las principales características de las estaciones remotas fijas.

Las estaciones remotas fijas miden a través de cinco sensores pH, Temperatura, Conductividad, Oxígeno Disuelto y Turbidez, los cuales se encuentran en el portasensores que forma parte de la estación remota fija.

En las Fotos 1 y 2 se presenta la caseta y la estructura metálica móvil instaladas en las estaciones remotas fijas Puente La Virgen, Juan Amarillo PTAR, Zona Franca, Pontón San José y Cierre; y en la Foto 3, el detalle de la estructura instalada en las estaciones localizadas debajo de los puentes (Carrera 86 y La Independencia).

■■■

³ La capacidad de almacenamiento es de 12.826 registros.

Tabla 2. Principales características de las estaciones remotas fijas

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Caseta	
Altura	2 metros
Área	2,25 m ²
Muros	Mampostería impermeabilizada
Accesorios Internos	Unidad de adquisición de datos, escalera y tomamuestras automático
Mástil de Comunicación	
Altura	12 metros
Accesorios	Panel solar, antena y pararrayos
Estructura Metálica Movable	
Fijación	Al suelo con concreto
Movimiento	Rodamiento, malacate, guayas y poleas
Materiales	Tubería metálica reforzado con riel
Portasensores	
Material	Fibra de vidrio reforzado
Seguridad	Guayas
Sensores	pH, Turbidez, Temperatura, Oxígeno Disuelto y Conductividad



Fotografía: Rodrigo Suárez.

Foto 1. Caseta en mampostería de las estaciones remotas fijas.



Fotografía: Rodrigo Suárez.

Foto 2. Estructura metálica de las estaciones remotas fijas.



Fotografía: Rodrigo Suárez.

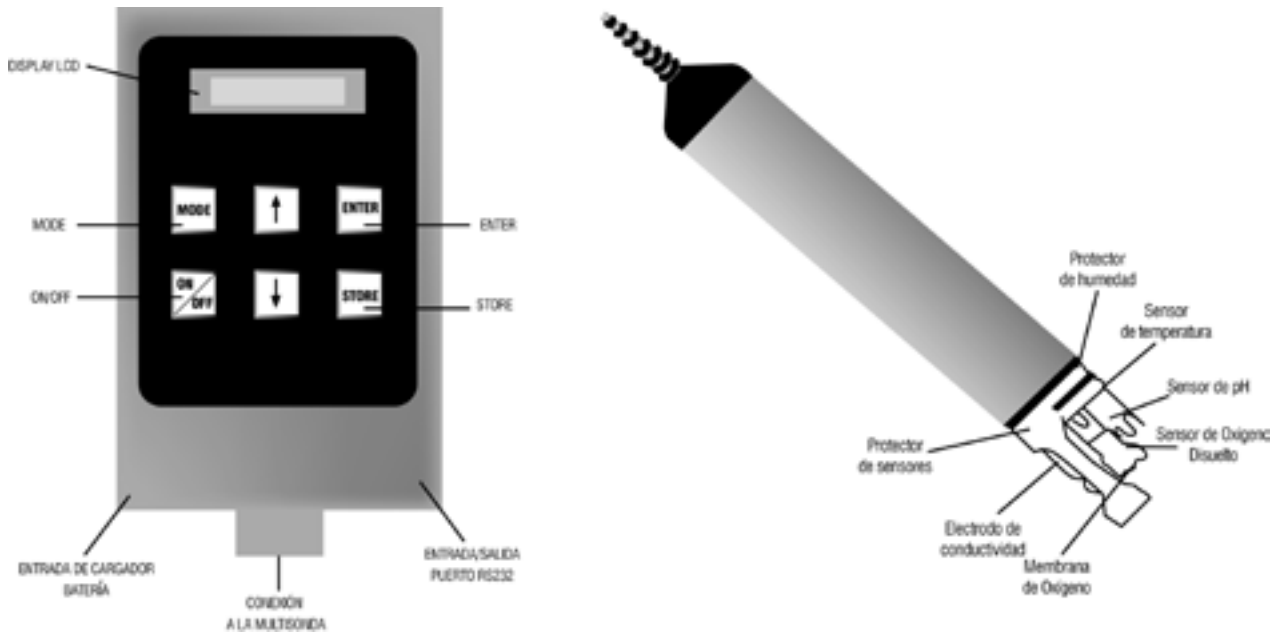
Foto 3. Estructuras metálicas de las estaciones remotas fijas localizadas en puentes.

3.2 ESTACIONES MÓVILES

Como resultado de la validación del diseño de la red, fueron establecidas veintiséis (26) estaciones móviles, en los siguientes sitios:

- Estación Vuelta Grande Lisboa, sobre el río Bogotá aguas abajo de la descarga del río Chicú.
- Estación Puente Cundinamarca, sobre el río Bogotá con autopista Medellín.
- Estación Puente Salazar, sobre el río Bogotá aguas arriba de la desembocadura del río Fucha.
- Estación Gibraltar, sobre el río Bogotá aguas arriba de la descarga de la Estación Gibraltar, en Patio Bonito.
- Estación San Bernardino, sobre el río Bogotá, aproximadamente 600 m aguas arriba de la desembocadura del río Tunjuelo al Bogotá.
- Estación Torca, sobre el Canal Torca detrás de Makro Norte.
- Estación PTAR El Salitre, sobre la descarga de la PTAR El Salitre.
- Estación Descarga Navarra, sobre la descarga de la planta de bombeo Navarra, que vierte al río Bogotá.
- Estación Descarga Gibraltar, sobre la descarga de la planta de bombeo Gibraltar, que vierte al río Bogotá.
- Estación Transversal 91, sobre el río Juan Amarillo, 300 metros aguas arriba del humedal Juan Amarillo.
- Estación Avenida 68, sobre el río Juan Amarillo detrás de Carrefour de la Calle 80.
- Estación Parque Nacional, sobre el río Juan Amarillo aguas arriba de la avenida Circunvalar.
- Estación Canal Córdoba, sobre el canal Córdoba en la avenida Boyacá al norte del lago del club Choquenzá.
- Estación Visión Colombia, sobre el río Fucha a 20 metros del puente vehicular localizado en la avenida 78 con calle 16.
- Estación Avenida Américas, sobre el río Fucha en el puente de las Américas, cerca al Éxito.
- Estación El Delirio, sobre el río Fucha en la reserva natural El Delirio.
- Estación Canal Los Comuneros, sobre el canal Los Comuneros en la Carrera 68 bis con Calle 6.
- Estación Makro, sobre el río Tunjuelo detrás del Makro sur, en un puente de ferrocarril.
- Estación San Benito, sobre el río Tunjuelo aguas arriba de la descarga de San Benito de la EAAB.
- Estación Barrio Méjico, sobre el río Tunjuelo aguas abajo de Cemex en el barrio Méjico.
- Estación Doña Juana, sobre el río Tunjuelo aguas abajo de la descarga de la planta de lixiviados.
- Estación Monteblanco, sobre el río Tunjuelo en el barrio Monteblanco.
- Estación Quebrada Yomasa, sobre la Quebrada Yomasa antes de su desembocadura al río Tunjuelo.
- Estación entre Juan Amarillo y PTAR, sobre el río Bogotá, aguas abajo de la confluencia del río Juan Amarillo al río Bogotá y aguas arriba de la descarga de la PTAR El Salitre.
- Estación El Cortijo, sobre el río Bogotá 500 metros abajo de la descarga de la PTAR El Salitre.
- Estación Canal Jaboque, sobre la descarga del Canal Jaboque, antes de su desembocadura al río Bogotá, a la entrada del Parque La Florida.

Figura 1. Conformación de la unidad móvil de monitoreo



• 20 •

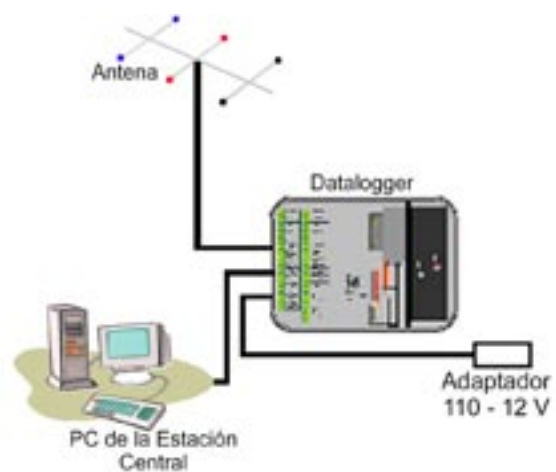
Este sistema está configurado para realizar mediciones haciendo uso de una sonda de propósito múltiple. Está conformado por una unidad central de almacenamiento, una sonda multiparamétrica que mide Temperatura, Conductividad, pH y Oxígeno Disuelto; un cable de puerto serial y un adaptador AC; además, cuenta con un software de comunicaciones específico (Ver Figura 1), entre la unidad central de almacenamiento y un computador.

3.3 ESTACIÓN CENTRAL

La estación central está conformada por un equipo de radio, una unidad de adquisición de datos (Datalogger) y una computadora PS compatible (Ver Figura 2). Esta combinación de equipos permite la recepción vía radio del conjunto de datos que se transmite desde las estaciones remotas

fijas. Los datos son almacenados en un esquema de base de datos sobre una plataforma de sistema operativo QNX.

Figura 2. Conformación de la estación central



4. Operación de la Red

En la Figura 3 se presenta el flujograma de operación de la Red de Calidad del Recurso Hídrico de Bogotá, D.C.

Durante el período agosto de 2003 – abril de 2004, se desarrolló la operación de la Red de Calidad del Recurso Hídrico de Bogotá, D.C. En total fueron realizadas 10 jornadas por cada sitio de monitoreo, exceptuando tres (3) sitios de monitoreo incluidos posteriormente en el diseño de la red (Estación entre PTAR y Juan Amarillo, sobre el río Bogotá, aguas abajo de la confluencia del río Juan Amarillo al río Bogotá y aguas arriba de la descarga de la PTAR El Salitre; Estación El Cortijo, sobre el río Bogotá 500 metros abajo de la descarga de la PTAR El Salitre, y Estación Canal Jaboque, sobre la descarga del Canal Jaboque, antes de su desembocadura al río Bogotá, a la entrada del Parque La Florida).

A continuación, se presenta en detalle las principales actividades realizadas en campo:

- De acuerdo con las recomendaciones del experto internacional que apoyó al Ideam en la formulación del programa de monitoreo y con lo aprobado por el Comité Coordinador del Convenio, y a fin de establecer el comportamiento típico durante el día y durante la semana de la calidad del recurso hídrico de la ciudad, se realizó la calibración diaria y semanal de nueve (9) de los sitios de monitoreo, los cuales fueron seleccionados por su importancia o representatividad dentro de la red.

Durante la calibración diaria, se adelantó la toma de muestras de agua cada hora hasta completar las 24

horas del día; cada muestreo fue complementado con el respectivo aforo. Adicionalmente, fue realizada una calibración semanal, en la que durante los siete días, se realizaba un muestreo diario a diferentes horas.

- Durante cada visita se realizó la medición in situ de pH, Conductividad, Oxígeno Disuelto y Temperatura, utilizando una sonda multiparámetrica. La información capturada era anotada en los formatos de captura de datos de campo y almacenada en la unidad central de almacenamiento del equipo, la cual era posteriormente descargada al sistema de información.
- Los aforos fueron realizados mediante la utilización de equipos como molinetes y micromolinetes; sin embargo, en sitios de monitoreo en donde los caudales eran bajos, el aforo fue realizado mediante el método volumétrico. Detalles específicos sobre el tipo de aforo pueden ser consultados en la “Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas”, elaborada por el Ideam (Ver <http://www.ideam.gov.co/publica/index4.htm>).

Estaciones de monitoreo como las descargas de las estaciones de bombeo Gibraltar y Navarra, no fueron aforadas, ya que estos datos están disponibles en las bitácoras de operación de dichos sistemas. Sin embargo, al momento de esta publicación, tales datos no habían sido suministrados por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB, operador de estos sistemas.

- Las muestras de agua fueron tomadas de acuerdo con el procedimiento establecido por el Ideam. Detalles específicos sobre la toma de muestras en cada uno de los sitios que conforman la Red de Calidad del Recurso Hídrico de Bogotá, fueron incluidos en el “Protocolo de Monitoreo” específico para la red.
- En aquellas estaciones existentes que no contaban con medidores de nivel (estaciones de la CAR, EAAB o Fopae), fueron instaladas durante la fase de operación de la red miras, cuya lectura es tomada por un observador todos los días a las 6:00 a.m. y a las 6:00 p.m.
- Durante los meses de abril a junio de 2004, se realizó la calibración de los sensores instalados en las diferentes estaciones remotas fijas. Esta calibración tenía como principal objetivo la estandarización de un procedimiento que permitiera de una u otra manera mantener una estabilidad en el registro de los datos, así como una comunicación permanente entre las estaciones remotas fijas y la estación central.

• 22 •

De este proceso es importante destacar, que después de múltiples inconvenientes de comunicación, estabilidad de los sensores, software y exposición de algunos elementos al público, fue posible la operación de la Red, logrando

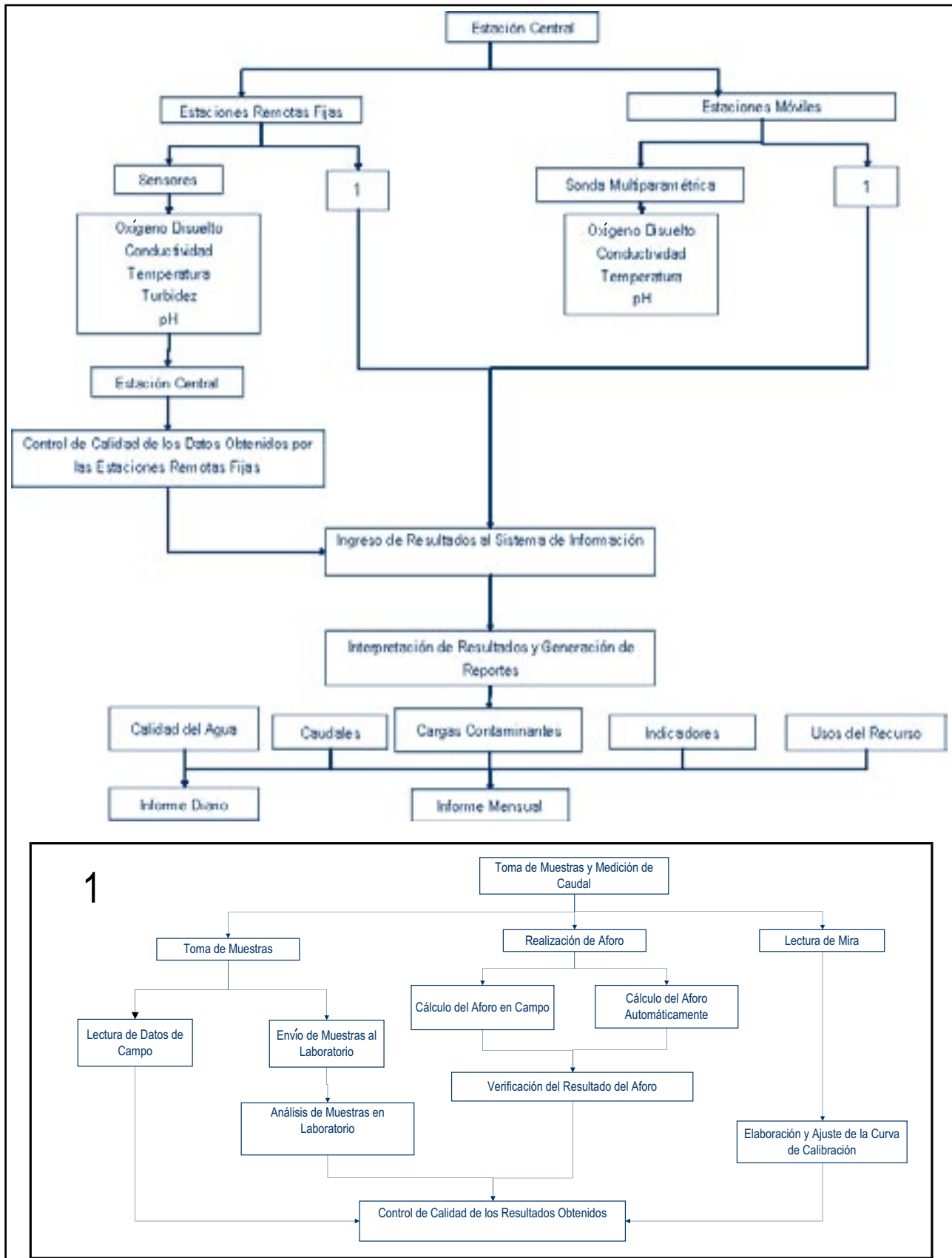
una transmisión en tiempo real, con una estabilidad de los sensores, los cuales en la actualidad reportan diariamente las condiciones físicas del río.

Adicionalmente a las actividades realizadas en campo, la operación de la Red requería de una serie de actividades que se realizaban en laboratorio, dentro de las cuales se destaca la realización de los respectivos análisis fisicoquímicos y microbiológicos, siguiendo los procedimientos de control de calidad y los estándares de operación (Procedimiento Estándar de Operación –PEOS-; por sus siglas en inglés) definidos para cada variable analizada.

A cada muestra de agua les fueron analizados los siguientes parámetros físico-químicos y microbiológicos: Turbiedad, Oxígeno Disuelto, DQO, Cloruros, Cianuros, Cobre, Cadmio, Cromo, Plomo, Zinc, Coliformes Totales, Coliformes Fecales, Amonio, Dureza, Alcalinidad, Grasas y Aceites, Nitrato, Nitrito, Fenoles, DBO, Fósforo Total, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Suspendidos Disueltos, Temperatura, Ortofosfatos, Níquel, pH, Conductividad, Color, NKT, Sulfuros y SAAM.

Adicionalmente, era realizado un control de calidad a los resultados obtenidos de las muestras, el cual está acorde al Manual de Calidad del Laboratorio Ambiental del Ideam.

Figura 3. Flujoograma de operación de la Red de Calidad del Recurso Hídrico de Bogotá, D.C.



5. Análisis de resultados

Los resultados de concentración y cargas obtenidos para los treinta y dos (32) parámetros se presentan por cuencas, determinando para cada sitio las medidas estadísticas de promedio⁴, mediana⁵, primer cuartil⁶ y tercer cuartil⁷.

Con base en dicha información, se realizó análisis de concentración y cargas para cada uno de los ríos y desacargas directas al río Bogotá, utilizando los valores de la MEDIANA obtenidos a partir del análisis estadístico de los datos registrados en cada una de las estaciones de monitoreo (Ver numerales 5.1 a 5.3).

Es importante tener en cuenta que las estaciones de monitoreo Pontevedra, Canal Los Comuneros y quebrada Yomasa son afluentes de los ríos Juan Amarillo, Fucha y Tunjuelo, respectivamente.

Por otro lado, se definieron y calcularon algunos indicadores que permiten tener una idea del comportamiento del recurso hídrico y de la localización de los principales problemas de contaminación del recurso. A continuación se hace una breve descripción de los indicadores calculados:

■ ■ ■

⁴ Corresponde al promedio aritmético, empleando los datos de la respectiva variable analizada.

⁵ Corresponde a un valor de la variable analizada, de tal forma que el 50% de los datos son menores o iguales a dicho valor.

⁶ Corresponde a un valor de la variable analizada, de tal forma que el 25% de los datos son menores o iguales a dicho valor.

⁷ Corresponde a un valor de la variable analizada, de tal forma que el 75% de los datos son menores o iguales a dicho valor.

• Relación DQO/DBO

La relación DQO/DBO indica la biodegradabilidad del cuerpo de agua; dicha relación debe ser superior a 1, ya que la DQO involucra tanto el contenido de materia orgánica como de materia inorgánica, mientras que la DBO solamente involucra el contenido de materia orgánica. Cuando la concentración de DQO es bastante mayor, indica que el contenido de las concentraciones del cuerpo de agua es mayoritariamente inorgánico.

• Unidad de Contaminación Hídrica por el Uso del Recurso

Siguiendo la metodología establecida en la Resolución 339 de 1999 del DAMA, para la determinación de Unidades de Contaminación Hídrica –UCH-, y de acuerdo con el Decreto 1594 de 1984, en lo relativo a parámetros y concentraciones para los diferentes usos del recurso, se llevó a cabo un análisis a partir de los parámetros medidos, estableciendo Unidades de Contaminación Hídrica para cada uso.

En la Tabla 3 se muestran los parámetros que fueron tenidos en cuenta para el cálculo de la UCH para los diferentes usos, de acuerdo con los parámetros monitoreados. A manera de ejemplo se presenta el cálculo de la UCH para contacto primario.

UCH Contacto Primario

$$UCH_{\text{Contacto Primario}} = \frac{CF_{\text{Fenólos}} - C_{\text{Fenólos}}}{C_{\text{Fenólos}}} + \frac{CSAAM - C_{\text{SAAM}}}{C_{\text{SAAM}}} + \frac{C_{\text{pH}} - C_{\text{pH}}}{C_{\text{pH}}}$$

Tabla 3. Parámetros analizados en la operación de la red que permiten establecer el uso del recurso hídrico

USO	PARÁMETROS
Tratamiento Convencional	Nitrógeno Amoniacal, Cadmio, Cianuro, Zinc, Cloruro, Cobre, Fenoles, pH, Nitratos, Nitritos, Plomo y SAAM
Desinfección	Nitrógeno Amoniacal, Cadmio, Cianuro, Fenoles, Zinc, Cloruros, Cobre, Nitratos, Nitritos, Plomo y SAAM
Agrícola	Cadmio, Zinc, Cobre, Cromo, pH, Níquel y Plomo
Pecuario	Cadmio, Zinc, Cobre, Nitratos, Nitritos y Plomo
Recreativo Contacto Primario	Fenoles, SAAM y pH
Recreativo Contacto Secundario	SAAM y pH

Donde:

C: Concentración promedio obtenida durante el monitoreo realizado.

- **26** • Cn: Concentración máxima permitida en el recurso hídrico, según el Decreto 1594/84, teniendo en cuenta los usos del mismo.

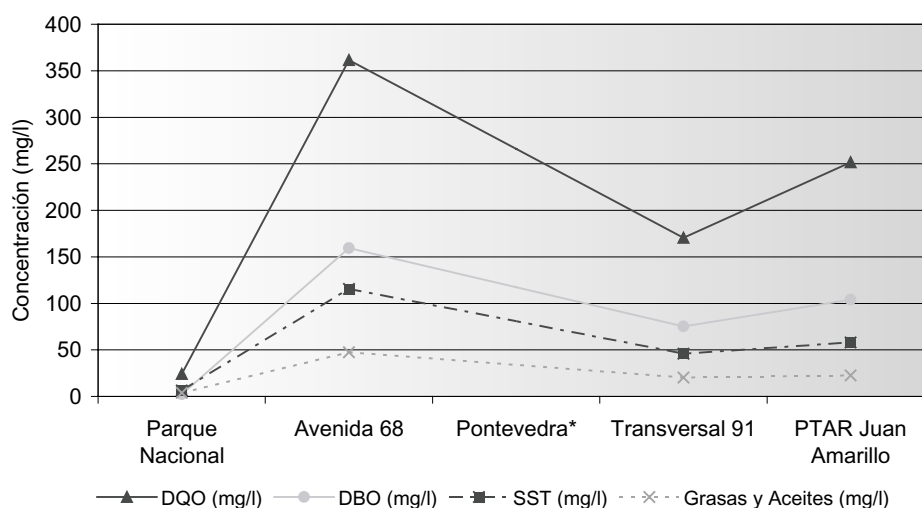
5.1 CONCENTRACIONES

En la Tabla 4, se presentan los resultados de las concentraciones para cada una de las estaciones que conforman la Red de Calidad del Recurso Hídrico de Bogotá (promedio, mediana, primer cuartil y tercer cuartil).

5.1.1 Río Juan Amarillo

En la Figura 4 se presentan los resultados de las concentraciones de DQO, DBO, SST y Grasas y Aceites a lo largo del río Juan Amarillo, en donde se observan las altas concentraciones en la estación Avenida 68; situación que se debe fundamentalmente a las bajas velocidades y a la gran sección que tiene el curso de agua en ese punto y a las descargas de los canales Entrerriños y Rionegro. Por otra parte, en el Mapa 2 se presentan, para cada una de las estaciones localizadas en la cuenca del río Juan Amarillo, los resultados obtenidos para los parámetros OD, DQO, DBO y SST.

Figura 4. Concentraciones de DQO, DBO, SST y Grasas y Aceites en el río Juan Amarillo



Nota: La estación Pontevedra es un afluente del río Juan Amarillo. Los resultados de las concentraciones de algunos de los parámetros se presentan más adelante.

Tabla 4. Concentración y medidas estadísticas de los 32 parámetros monitoreados en los 33 sitios de monitoreo

Cuenca	ESTACIÓN	Temperatura (°C)				pH				Conductividad Eléctrica (µs/cm)			
		Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil
Río Juan Amarillo	Parque Nacional	11,80	11,80	11,03	12,38	6,95	6,95	6,78	7,19	70,59	12,65	9,43	39,70
	Avenida 68	19,44	18,90	17,90	19,78	7,49	7,55	7,06	7,69	525,80	540,00	438,75	611,50
	Pontevedra	18,11	18,00	17,50	19,05	7,14	7,17	6,97	7,37	343,60	358,50	329,50	385,50
	Transversal 91	17,69	17,90	16,68	18,28	7,08	7,24	6,93	7,67	411,42	430,00	397,50	486,50
	PTAR Juan Amarillo	18,06	17,95	17,13	19,18	7,47	7,47	7,12	7,80	526,49	575,00	494,25	599,00
Río Fucha	Delirio	12,07	12,20	11,83	12,48	7,19	7,19	6,81	7,60	134,29	30,65	17,83	49,50
	Canal Los Comuneros	17,98	18,45	17,00	19,18	7,86	7,86	7,53	8,16	612,70	612,00	597,00	639,00
	Avenida de Las Américas	18,54	18,55	16,15	20,90	7,88	7,88	7,46	8,08	472,54	487,50	419,50	564,75
	Visión Colombia	18,98	19,00	17,95	20,00	8,08	8,08	7,71	8,27	720,27	709,00	632,50	853,00
	Zona Franca	18,79	18,70	18,10	19,38	7,72	7,72	7,49	7,86	1.052,80	792,00	697,00	876,00
Río Tunjuelo	Monteblanco	13,28	13,15	12,53	13,78	6,84	6,84	6,49	7,08	162,03	114,15	54,58	177,60
	Quebrada Yomasa	14,04	13,45	12,63	14,28	7,24	7,24	6,93	7,65	224,46	198,75	115,35	233,00
	Doña Juana	15,65	15,40	14,60	16,13	7,83	7,83	7,57	8,00	550,60	550,00	390,75	728,25
	Méjico	17,63	17,65	16,38	18,50	7,53	7,53	7,32	7,70	429,60	353,50	283,00	406,75
	San Benito	18,48	18,25	17,13	19,95	9,22	9,22	8,61	9,81	552,80	465,00	413,25	593,25
Río Bogotá	Makro	18,69	18,80	16,35	19,65	7,79	7,79	7,51	7,99	507,10	503,00	336,25	605,75
	Transversal 86	18,14	18,10	17,38	19,33	8,47	8,47	8,04	8,94	529,97	562,50	390,50	676,00
	La Independencia	17,83	17,35	17,03	18,45	8,12	8,12	7,85	8,50	713,20	713,00	684,25	832,50
	Isia Pontón San José	16,99	17,00	16,00	17,90	7,94	7,94	7,52	8,33	575,45	489,00	422,00	650,00
	Puente La Virgen	16,73	16,60	16,40	17,40	7,14	7,14	6,88	7,32	349,03	284,00	226,00	317,00
Río Bogotá	Vuelta Grande Lisboa	18,08	18,10	17,00	19,20	6,93	6,93	6,73	7,14	301,56	309,00	286,00	335,00
	Entre Juan Amarillo y PTAR	19,50	19,50	18,88	20,05	6,89	6,89	6,81	6,82	571,00	578,80	329,25	616,25
	El Cortijo	19,08	18,90	18,60	19,20	6,60	6,60	6,22	6,88	417,83	349,00	327,00	524,00
	Puente Cundinamarca	18,44	18,49	17,60	19,00	7,08	7,08	6,77	6,95	490,27	522,00	452,50	573,00
	Puente Salazar	17,87	18,00	17,00	18,50	6,93	6,93	6,71	7,09	425,66	383,00	370,00	473,00
Río Bogotá (Descargas)	Gibraltar	18,49	18,60	18,15	18,93	7,17	7,17	6,89	7,40	482,91	553,00	432,75	591,50
	San Bernardino	17,69	17,65	16,85	18,35	6,92	6,92	6,78	7,06	570,38	576,00	455,50	685,50
	Cierre	17,63	17,90	16,90	19,10	7,06	7,06	6,90	7,00	573,64	574,00	522,50	635,50
	Torca	18,10	17,50	15,90	19,90	7,58	7,58	7,42	7,89	499,66	492,00	458,00	532,00
	PTAR El Salitre	18,93	18,60	17,63	20,43	7,09	7,09	6,98	7,07	714,33	739,00	720,25	768,50
Río Bogotá (Descargas)	Parque La Florida	19,01	18,90	18,60	19,70	7,54	7,54	7,11	8,40	777,18	792,50	705,75	864,75
	Descarga Navarra	22,06	23,55	19,28	24,45	6,71	6,71	6,41	7,14	1.183,20	1.286,00	914,25	1.693,75
	Descarga Planta Gibraltar	18,09	17,75	17,50	18,53	6,97	6,97	7,25	7,91	661,54	717,50	556,00	846,25

Tabla 4. Concentración y medidas estadísticas de los 32 parámetros monitoreados en los 33 sitios de monitoreo

Cuenca	ESTACIÓN		Oxígeno Disuelto (mg/l)				Turbidez (UNT)				Nitrito (mg/l)			
	Sitio de monitoreo		Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil
Río Juan Amarillo	Parque Nacional		6,64	7,50	5,23	8,60	6,28	3,31	2,69	6,02	0,15	0,13	0,11	0,19
	Avenida 68		0,40	0,45	0,33	0,50	121,25	112,00	86,15	141,13	1,34	1,12	1,00	1,62
	Pontevedra		0,67	0,80	0,53	0,80	34,80	33,65	27,10	39,28	0,74	0,68	0,60	0,82
	Transversal 91		0,68	0,40	0,40	0,80	60,63	53,15	48,70	55,20	0,77	0,76	0,66	0,93
Río Fucha	PTAR Juan Amarillo		0,67	0,45	0,30	0,58	69,21	69,85	59,05	78,75	1,29	1,23	0,99	1,42
	Delirio		6,30	7,15	4,58	8,60	5,96	5,67	5,02	7,37	0,27	0,23	0,13	0,43
	Canal Los Comuneros		0,59	0,55	0,40	0,78	176,28	181,00	142,50	207,50	1,36	1,13	1,09	1,47
	Avenida de Las Américas		0,96	0,50	0,50	0,58	119,16	109,50	82,78	158,00	1,19	0,95	0,89	1,33
Río Tunjuelo	Visión Colombia		0,39	0,40	0,35	0,50	141,65	148,00	119,50	177,00	1,59	1,55	1,31	1,77
	Zona Franca		0,40	0,40	0,30	0,50	122,15	109,50	82,85	147,00	1,54	1,50	1,31	1,70
	Monteblanco		4,54	4,05	2,75	6,45	79,59	28,95	18,85	74,40	1,31	1,13	0,81	1,59
	Quebrada Yomasa		4,11	4,75	1,88	6,05	151,78	32,55	14,53	93,25	1,24	1,00	0,87	1,35
Río Tunjuelo	Doña Juana		2,46	1,50	0,63	4,18	629,26	311,00	260,75	1,160,00	2,59	2,12	1,78	3,12
	Méjico		0,39	0,40	0,40	0,40	215,32	149,50	109,25	170,00	0,70	0,58	0,53	0,89
	San Benito		0,36	0,40	0,30	0,40	274,02	315,00	145,75	331,25	1,21	1,30	1,08	1,40
	Makro		0,67	0,45	0,40	0,70	141,65	143,00	98,15	172,25	0,83	0,79	0,55	1,06
Río Bogotá	Transversal 86		0,42	0,40	0,33	0,48	194,68	220,00	154,50	242,00	1,99	1,71	1,43	2,14
	La Independencia		0,51	0,40	0,40	0,48	176,62	171,00	153,50	214,50	1,64	1,60	1,41	1,96
	Isla Pontón San José		0,43	0,40	0,30	0,40	258,60	187,00	151,00	380,00	1,09	0,88	0,67	1,36
	Puente La Virgen		1,37	0,90	0,80	2,00	36,16	24,20	17,10	36,40	0,56	0,42	0,38	0,78
Río Bogotá	Vuelta Grande Lisboa		0,63	0,50	0,50	0,80	18,62	14,30	13,20	23,60	0,34	0,32	0,30	0,40
	Entre Juan Amarillo y PTAR		0,40	0,40	0,40	0,48	84,00	85,40	74,73	92,83	1,10	1,07	0,99	1,22
	El Corfijo		0,53	0,50	0,40	0,60	48,78	51,95	40,85	56,00	0,84	0,80	0,70	1,03
	Puente Cundinamarca		1,05	0,40	0,35	0,40	84,67	60,70	38,65	50,25	0,98	0,95	0,80	1,20
Río Bogotá	Puente Salazar		0,42	0,40	0,40	0,50	51,74	52,50	41,40	59,60	0,72	0,64	0,59	0,75
	Gibraltar		1,23	0,45	0,40	0,53	99,36	70,60	60,70	86,15	0,96	0,91	0,78	1,00
	San Bernardino		0,51	0,45	0,40	0,63	94,83	72,75	63,20	84,45	0,81	0,77	0,69	0,86
	Cierre		0,43	0,40	0,40	0,40	100,64	88,40	74,35	98,15	0,95	0,83	0,75	0,94
Río Bogotá (Descargas)	Torca		0,48	0,40	0,30	0,50	79,56	67,00	56,10	82,20	1,01	0,86	0,77	1,10
	PTAR El Salitre		1,79	0,80	0,78	1,65	98,82	82,60	71,15	90,68	1,66	1,73	1,45	1,81
	Parque La Florida		0,59	0,60	0,50	0,70	140,51	146,00	84,95	175,75	1,60	1,51	1,34	1,83
	Descarga Navarra		0,73	0,45	0,23	0,88	162,27	98,75	67,68	237,50	4,29	3,93	3,33	5,23
Descarga Planta Gibraltar		2,39	1,40	0,40	4,93	170,69	122,00	97,05	223,00	1,35	1,32	0,95	1,65	

Tabla 4. Concentración y medidas estadísticas de los 32 parámetros monitoreados en los 33 sitios de monitoreo

Cuenca	ESTACIÓN	Nitrito (mg/l)				Nitrógeno Amoniaco (mg/l)				SSd (ml/l-h)			
		Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil
Río Juan Amarillo	Parque Nacional	0,30	0,30	0,15	0,45	0,29	0,25	0,20	0,30	0,40	0,40	0,40	0,40
	Avenida 68	0,13	0,01	0,01	0,01	28,72	32,75	20,63	35,63	2,23	1,90	0,70	3,25
	Pontevedra	0,04	0,01	0,01	0,05	12,32	12,80	11,05	13,88	0,30	0,30	0,25	0,35
	Transversal 91	0,01	0,01	0,01	0,01	21,22	22,10	16,95	27,95	0,46	0,20	0,10	0,40
	PTAR Juan Amarillo	0,02	0,01	0,01	0,01	24,61	26,90	21,98	30,20	0,50	0,50	0,40	0,60
Río Fucha	Delirio	0,01	0,01	0,01	0,01	0,59	0,55	0,52	0,72	0,40	0,40	0,40	0,40
	Canal Los Comuneros	0,01	0,01	0,01	0,01	32,33	33,95	28,03	35,55	2,87	2,20	0,60	3,50
	Avenida de Las Américas	0,06	0,02	0,02	0,06	25,55	29,20	14,25	31,90	2,13	2,10	2,00	2,50
	Visión Colombia	0,03	0,01	0,01	0,01	36,45	34,90	29,85	37,75	2,04	1,75	1,08	2,73
	Zona Franca	0,02	0,02	0,01	0,02	31,97	31,40	24,78	36,98	2,03	1,25	0,55	1,93
Río Tunjuelo	Monteblanco	0,04	0,03	0,02	0,06	2,47	1,60	0,97	3,92	0,35	0,35	0,33	0,38
	Quebrada Yomasa	0,08	0,08	0,05	0,09	8,55	2,96	2,31	7,38	2,35	2,35	1,28	3,43
	Doña Juana	0,07	0,02	0,01	0,12	22,21	25,80	12,65	29,43	3,08	3,00	0,50	5,40
	Méjico	0,02	0,02	0,01	0,02	12,87	12,55	8,15	16,38	1,30	0,50	0,43	1,38
	San Benito	0,04	0,04	0,04	0,06	23,43	19,10	16,40	32,00	1,35	1,50	0,98	1,73
Río Bogotá	Makro	0,02	0,02	0,01	0,02	17,66	19,10	12,98	21,33	1,04	0,50	0,50	2,00
	Transversal 86	0,01	0,01	0,01	0,01	35,41	34,90	28,95	41,83	2,09	1,45	0,80	3,63
	La Independencia	0,01	0,01	0,01	0,01	36,82	37,85	31,78	41,85	1,49	1,20	1,00	2,00
	Isla Pontón San José	0,01	0,01	0,01	0,01	22,44	19,10	14,00	29,00	1,49	1,35	0,80	1,85
	Puente La Virgen	0,03	0,02	0,02	0,03	2,60	2,55	2,00	3,03	0,50	0,50	0,50	0,50
Río Bogotá (Descargas)	Vuelta Grande Lisboa	0,02	0,03	0,02	0,03	3,60	3,19	2,76	4,20	2,50	2,50	2,50	2,50
	Entre Juan Amarillo y PTAR	0,01	0,03	0,01	0,03	28,30	23,39	15,95	31,50	2,90	2,55	1,45	4,00
	El Cortijo	0,01	0,01	0,01	0,01	18,90	14,40	10,03	25,23	1,85	1,85	1,03	2,68
	Puente Cundinamarca	0,01	0,01	0,01	0,01	24,04	21,40	19,30	26,35	3,36	1,55	1,83	4,28
	Puente Salazar	0,01	0,01	0,01	0,01	18,47	16,40	14,50	20,80	0,29	0,30	0,20	0,35
Río Bogotá (Descargas)	Gibraltar	0,01	0,01	0,01	0,01	23,83	24,65	15,80	30,00	3,25	1,30	0,35	2,33
	San Bernardino	0,01	0,01	0,01	0,01	24,09	22,90	15,98	28,18	1,28	0,80	0,35	0,80
	Cierre	0,01	0,01	0,01	0,01	26,49	27,40	23,55	31,05	1,32	1,10	0,80	1,50
	Torca	0,05	0,03	0,01	0,03	22,35	19,30	17,60	26,30	4,63	0,75	0,50	3,98
	PTAR El Salitre	0,01	0,01	0,01	0,01	40,76	42,30	38,45	45,80	1,00	1,00	0,60	1,40
Río Bogotá (Descargas)	Parque La Florida	0,01	0,01	0,01	0,01	41,07	35,70	29,70	53,58	1,25	0,80	0,70	1,20
	Descarga Navarra	0,02	0,01	0,01	0,02	28,19	18,55	11,55	26,90	71,21	71,00	13,25	89,75
	Descarga Planta Gibraltar	0,01	0,01	0,01	0,02	34,85	35,80	27,90	42,35	4,14	2,50	1,65	5,55

Tabla 4. Concentración y medidas estadísticas de los 32 parámetros monitoreados en los 33 sitios de monitoreo

Cuenca	ESTACIÓN	Alcalinidad Total (mg/l)					Cloruro (mg/l)					Coliformes Fecales (UFC)				
		Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil			
Río Juan Amarillo	Parque Nacional	5,48	4,46	4,01	6,97	3,69	3,20	3,10	4,04	970.000.844,60	600,00	100,00	2.375,00			
	Avenida 68	162,40	181,00	130,00	189,25	31,91	31,65	29,10	36,33	19.890.000,00	12.500.000,00	7.950.000,00	33.000.000,00			
	Pontevedra	115,96	122,50	104,50	124,00	28,30	24,55	22,23	30,50	10.650.000,00	3.850.000,00	1.725.000,00	8.625.000,00			
	Transversal 91	134,75	140,00	127,00	149,50	29,65	30,40	23,60	36,80	14.110.000,00	12.000.000,00	4.050.000,00	18.000.000,00			
	PTAR Juan Amarillo	150,34	161,00	139,75	170,75	37,45	33,45	29,58	39,85	37.836.706,67	21.500.000,00	9.750.000,00	72.000.000,00			
Río Fucha	Delirio	13,45	13,40	9,94	16,70	3,95	3,95	3,81	4,08	2.191.548.830,00	71.000,00	15.000,00	11.325.000,00			
	Canal Los Comuneros	179,20	175,00	171,00	187,50	45,92	48,35	40,50	50,48	1.780.250.000,00	40.000.000,00	10.250.000,00	94.250.000,00			
	Avenida de Las Américas	145,07	153,50	130,75	174,25	38,73	35,40	34,93	45,43	33.030.000,00	22.500.000,00	8.500.000,00	61.500.000,00			
	Visión Colombia	180,86	184,00	165,50	214,50	58,77	58,90	50,95	68,50	41.636.363,64	41.000.000,00	9.000.000,00	62.000.000,00			
	Zona Franca	202,02	207,50	178,50	221,75	75,46	73,85	66,70	86,50	1.925.566.666,67	20.000.000,00	8.000.000,00	84.750.000,00			
Río Tunjuelo	Monteblanco	23,57	19,25	13,95	34,58	13,73	9,60	6,38	14,78	2.856.340,00	600.000,00	110.000,00	1.000.000,00			
	Quebrada Yomasa	64,69	48,80	25,03	79,05	17,99	17,05	8,10	19,60	12.912.670,00	3.500.000,00	35.500,00	21.250.000,00			
	Doña Juana	156,15	169,50	92,88	217,50	57,32	53,40	32,58	68,58	37.900.000,00	21.000.000,00	10.750.000,00	71.250.000,00			
	Méjico	113,40	105,20	82,85	145,25	26,98	23,40	16,43	39,13	16.320.000,00	2.500.000,00	1.000.000,00	20.250.000,00			
	San Benito	209,80	229,50	149,50	275,00	41,89	36,30	27,95	51,80	19.530.200,00	18.500.000,00	9.750.000,00	22.500.000,00			
Río Bogotá	Makro	139,27	135,00	97,90	180,00	45,07	41,50	26,35	48,15	32.800.000,00	16.500.000,00	7.250.000,00	55.000.000,00			
	Transversal 86	224,20	205,00	193,75	275,50	80,12	86,15	54,08	98,85	2.537.800.000,00	39.000.000,00	18.750.000,00	5.938.750.000,00			
	La Independencia	226,70	221,50	203,50	274,00	69,17	72,45	53,93	81,45	1.300.100.000,00	40.000.000,00	17.250.000,00	90.500.000,00			
	Isla Pontón San José	165,02	141,00	128,00	211,00	50,21	44,50	31,10	52,70	725.348.275,86	8.000.000,00	4.000.000,00	78.000.000,00			
	Puente La Virgen	46,58	45,00	41,20	51,90	45,03	42,10	35,90	48,40	2.440.258,62	100.000,00	1.800,00	700.000,00			
Río Bogotá	Vuelta Grande Lisboa	69,92	57,70	52,10	59,30	51,01	54,70	49,90	57,20	2.474.777,78	1.000.000,00	72.000,00	2.000.000,00			
	Entre Juan Amarillo y PTAR	171,00	145,97	109,18	187,75	37,50	33,07	21,43	41,35	17.500.000,00	30.833.333,33	11.750.000,00	33.000.000,00			
	El Cortijo	109,50	96,70	79,73	135,13	45,43	43,70	39,70	44,48	18.866.666,67	6.500.000,00	5.175.000,00	32.500.000,00			
	Puente Cundinamarca	148,37	153,00	114,50	159,00	57,62	59,70	54,15	59,95	817.464.285,71	15.500.000,00	5.500.000,00	35.000.000,00			
	Puente Salazar	116,14	110,00	96,80	130,00	47,05	43,60	40,90	51,80	137.621.951,22	12.000.000,00	6.000.000,00	19.000.000,00			
Río Bogotá	Gibraltar	153,85	162,00	137,75	176,50	58,89	62,80	48,85	68,60	1.002.750.000,00	15.500.000,00	10.000.000,00	31.500.000,00			
	San Bernardino	151,71	148,50	114,00	171,75	50,80	50,90	45,38	56,93	29.387.500,00	25.000.000,00	6.250.000,00	39.000.000,00			
	Cierre	162,35	167,00	158,00	178,00	58,12	57,50	52,35	65,70	465.958.974,36	23.000.000,00	11.500.000,00	44.500.000,00			
	Torca	164,83	157,00	152,00	167,00	39,79	38,40	37,00	40,80	452.256.314,63	35.000.000,00	13.000.000,00	62.000.000,00			
	PTAR El Salitre	184,03	189,00	179,50	201,00	74,68	77,45	73,58	79,50	23.550.000,00	6.550.000,00	5.600.000,00	31.750.000,00			
Río Bogotá (Descargas)	Parque La Florida	252,29	233,50	207,25	295,50	61,42	60,65	53,33	69,78	877.910.526,32	64.500.000,00	40.000.000,00	81.750.000,00			
	Descarga Navarra	241,60	239,00	171,00	281,00	164,57	112,00	89,60	140,08	27.700.000,00	23.000.000,00	9.250.000,00	35.750.000,00			
	Descarga Planta Gibraltar	225,88	212,50	178,75	282,75	62,70	62,00	54,73	70,03	1.268.875.000,00	29.000.000,00	16.250.000,00	90.500.000,00			

Tabla 4. Concentración y medidas estadísticas de los 32 parámetros monitoreados en los 33 sitios de monitoreo

Cuenca	ESTACIÓN	Coliformes Totales (UFC)					Color Aparente					Dureza Total (mg/l)		
		Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil
Río Juan Amarillo	Parque Nacional	1.850.019.255,80	4.600,00	2.200,00	6.725,00	34,00	30,00	30,00	37,50	11,13	8,65	6,98	12,55	
	Avenida 68	56.290.000,00	61.500.000,00	25.100.000,00	71.750.000,00	202,00	180,00	150,00	247,50	61,11	57,35	51,93	71,20	
	Pontevedra	27.390.000,00	18.500.000,00	8.125.000,00	24.750.000,00	127,00	90,00	72,50	137,50	66,30	64,40	56,60	75,88	
	Transversal 91	45.770.000,00	42.000.000,00	18.050.000,00	55.500.000,00	201,00	135,00	105,00	160,00	61,50	55,30	54,90	61,80	
	PTAR Juan Amarillo	101.743.416,67	81.500.000,00	64.250.000,00	153.500.000,00	184,67	160,00	120,00	200,00	65,22	67,30	60,30	70,45	
Río Fucha	Delirio	3.539.871.860,00	103.500,00	53.750,00	147.600.000,00	37,00	40,00	32,50	40,00	19,67	15,85	12,43	17,35	
	Canal Los Comuneros	3.600.450.000,00	135.000.000,00	70.250.000,00	188.250.000,00	292,00	300,00	225,00	380,00	60,16	57,05	53,30	62,73	
	Avenida de Las Américas	91.190.000,00	69.000.000,00	39.250.000,00	145.750.000,00	227,00	200,00	170,00	300,00	54,05	52,95	50,48	58,60	
	Visión Colombia	103.090.909,09	89.000.000,00	68.500.000,00	150.000.000,00	310,91	300,00	200,00	360,00	57,70	59,90	56,30	62,93	
	Zona Franca	4.399.300.000,00	85.500.000,00	51.000.000,00	187.000.000,00	288,33	220,00	200,00	300,00	61,53	59,90	56,30	62,93	
Río Turjuelo	Monteblanco	7.047.980,00	2.850.000,00	487.500,00	11.000.000,00	382,00	120,00	70,00	625,00	32,63	27,30	17,45	47,73	
	Quebrada Yomasa	43.348.000,00	14.100.000,00	1.398.500,00	67.750.000,00	334,00	90,00	72,50	157,50	35,63	30,65	23,40	40,88	
	Dofia Juana	93.100.000,00	69.000.000,00	61.250.000,00	145.750.000,00	915,00	550,00	350,00	1.400,00	40,75	30,85	30,85	81,78	
	Méjico	37.570.000,00	20.000.000,00	7.250.000,00	70.750.000,00	470,00	300,00	212,50	475,00	55,84	56,95	38,65	65,35	
	San Benito	49.921.200,00	53.000.000,00	45.750.000,00	65.500.000,00	470,00	300,00	282,50	600,00	159,19	166,40	90,20	215,25	
Río Bogotá	Makro	1.364.800.000,00	60.500.000,00	22.250.000,00	151.250.000,00	385,00	300,00	212,50	450,00	67,36	62,45	46,50	85,85	
	Transversal 86	4.457.900.000,00	76.500.000,00	60.250.000,00	9.782.750.000,00	450,00	400,00	300,00	550,00	96,65	94,50	75,03	119,75	
	La Independencia	3.475.600.000,00	111.000.000,00	59.750.000,00	175.000.000,00	490,00	400,00	325,00	550,00	94,97	94,35	73,53	112,50	
	Isla Pontón San José	1.820.313.793,10	63.000.000,00	25.000.000,00	170.000.000,00	570,69	600,00	400,00	800,00	88,88	79,80	67,20	102,30	
	Puente La Virgen	20.525.413,79	3.700.000,00	1.200.000,00	6.600.000,00	134,48	140,00	100,00	140,00	42,54	45,70	36,20	46,80	
Río Bogotá	Vuelta Grande Lisboa	16.210.555,56	7.000.000,00	145.000,00	13.000.000,00	88,89	80,00	70,00	100,00	43,71	45,30	35,00	45,40	
	Entre Juan Amarillo y PTAR	51.000.000,00	66.533.333,33	25.500.000,00	102.750.000,00	250,00	383,33	162,50	300,00	60,45	60,72	55,98	66,88	
	El Corfijo	64.366.666,67	51.500.000,00	10.000.000,00	94.500.000,00	223,33	160,00	152,50	190,00	50,53	52,10	45,18	54,08	
	Puente Cundinamarca	1.898.911.904,76	65.000.000,00	27.000.000,00	78.000.000,00	413,21	200,00	120,00	225,00	69,25	61,30	51,50	63,45	
	Puente Salazar	311.056.097,56	43.000.000,00	31.000.000,00	53.000.000,00	187,32	200,00	150,00	200,00	54,98	53,00	50,80	55,80	
Río Bogotá (Descargas)	Gibraltar	2.333.500.000,00	73.500.000,00	41.250.000,00	105.000.000,00	487,50	250,00	200,00	450,00	69,26	61,30	51,95	67,45	
	San Bernardino	82.325.000,00	80.000.000,00	32.750.000,00	113.000.000,00	312,50	250,00	200,00	400,00	59,29	54,35	51,53	64,83	
	Cierre	1.005.176.923,08	62.000.000,00	40.500.000,00	103.000.000,00	344,87	300,00	300,00	300,00	65,43	62,50	59,40	70,05	
	Torca	717.544.292,68	104.000.000,00	51.000.000,00	157.000.000,00	201,46	160,00	120,00	160,00	73,18	72,20	68,00	76,70	
	PTAR El Salitre	51.632.500,00	14.100.000,00	12.000.000,00	83.500.000,00	248,50	250,00	200,00	250,00	58,03	56,10	55,15	59,13	
Río Bogotá (Descargas)	Parque La Florida	1.764.257.894,74	142.000.000,00	92.000.000,00	187.500.000,00	396,32	400,00	300,00	400,00	75,33	73,80	68,90	81,75	
	Descarga Navarra	1.350.100.000,00	77.000.000,00	53.500.000,00	100.000.000,00	990,00	700,00	450,00	1.100,00	412,86	482,00	327,95	515,25	
	Descarga Planta Gibraltar	4.044.625.000,00	70.500.000,00	57.500.000,00	3.146.250.000,00	337,50	350,00	275,00	400,00	76,00	80,30	62,10	93,95	

Tabla 4. Concentración y medidas estadísticas de los 32 parámetros monitoreados en los 33 sitios de monitoreo

Cuenca	ESTACIÓN	Fenoles (mg/l)				Fósforo Disuelto (mg/l)				Fósforo Total (mg/l)			
		Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil
Río Juan Amarillo	Parque Nacional	0,12	0,12	0,12	0,12	0,08	0,08	0,04	0,13	0,11	0,11	0,07	0,13
	Avenida 68	0,22	0,15	0,15	0,23	1,96	1,85	1,33	1,90	5,71	5,77	4,24	7,41
	Pontevredra	0,18	0,18	0,18	0,18	1,26	1,25	0,76	1,50	2,61	2,99	1,86	3,41
	Transversal 91	0,16	0,12	0,12	0,17	1,29	1,35	1,23	1,50	3,53	3,43	3,03	4,48
	PTAR Juan Amarillo	0,17	0,14	0,12	0,21	1,68	1,95	1,33	2,18	4,65	5,01	3,42	5,63
Río Fucha	Delirio	0,10	0,10	0,10	0,10	0,17	0,17	0,11	0,21	0,26	0,23	0,17	0,34
	Canal Los Comuneros	0,19	0,18	0,15	0,23	2,00	1,90	1,74	1,98	6,57	7,00	5,56	7,80
	Avenida de Las Américas	0,18	0,15	0,13	0,21	1,48	1,55	1,40	1,80	5,15	5,20	4,23	5,77
	Visión Colombia	0,18	0,16	0,15	0,18	1,95	1,80	1,70	2,26	6,53	5,62	5,23	7,60
	Zona Franca	0,22	0,18	0,13	0,26	1,93	1,90	1,73	2,20	6,03	5,72	4,23	7,08
	Monteblanco	0,13	0,12	0,11	0,15	0,20	0,17	0,11	0,23	0,68	0,57	0,31	0,81
	Quebrada Yomasa	0,23	0,23	0,17	0,28	0,48	0,21	0,15	0,67	1,64	0,42	0,38	1,90
Río Tunjuelo	Doña Juana	0,17	0,16	0,16	0,17	0,79	0,95	0,77	1,00	5,82	4,75	3,44	8,13
	Mejico	0,10	0,10	0,10	0,11	0,80	0,91	0,44	1,06	2,01	1,85	1,39	2,18
	San Benito	0,16	0,11	0,10	0,23	0,71	0,70	0,44	0,96	3,39	3,02	2,65	3,48
	Makro	0,12	0,12	0,11	0,13	1,08	1,10	0,71	1,28	2,98	3,04	1,82	3,68
	Transversal 86	0,51	0,26	0,19	0,38	2,00	1,90	1,67	2,00	6,11	6,55	5,44	7,26
	La Independencia	0,35	0,25	0,18	0,55	1,81	1,80	1,70	1,90	5,70	6,05	4,56	7,06
	Isla Pontón San José	0,27	0,22	0,16	0,30	1,44	1,40	1,20	1,70	3,84	3,88	2,88	4,50
	Puente La Virgen	0,13	0,13	0,11	0,15	0,26	0,24	0,19	0,28	0,62	0,56	0,52	0,66
	Vuelta Grande Lisboa	0,17	0,17	0,17	0,17	0,39	0,32	0,28	0,44	0,81	0,79	0,68	0,92
	Entre Juan Amarillo y PTAR	0,29	0,36	0,22	0,46	1,85	1,65	1,28	1,98	5,70	5,17	3,15	7,28
Río Bogotá	El Cortijo	0,16	0,16	0,14	0,18	1,11	0,87	0,63	1,48	2,88	2,60	1,80	3,68
	Puente Cundinamarca	0,15	0,15	0,15	0,17	1,43	1,54	1,40	1,57	4,59	4,70	2,75	4,60
	Puente Salazar	0,14	0,13	0,11	0,15	1,46	1,40	1,30	1,60	3,03	2,60	2,20	3,25
	Gibraltar	0,15	0,15	0,12	0,18	1,39	1,60	1,42	1,70	4,96	5,00	2,90	5,52
	San Bernardino	0,20	0,15	0,14	0,24	1,54	1,50	1,30	1,80	4,36	4,10	2,76	4,99
	Cierre	0,18	0,13	0,11	0,20	1,82	1,90	1,70	2,10	4,70	4,90	4,45	5,30
	Torca	0,17	0,11	0,10	0,15	1,77	1,70	1,50	2,00	4,07	3,70	3,20	4,20
Río Bogotá (Descargas)	PTAR El Salitre	0,21	0,21	0,14	0,25	1,43	1,50	1,40	1,60	5,56	5,58	5,18	6,20
	Parque La Florida	0,20	0,18	0,15	0,23	2,16	2,20	1,93	2,50	8,38	8,40	7,43	9,85
	Descarga Navarra	0,46	0,41	0,29	0,48	0,76	0,69	0,47	1,09	4,93	4,41	3,29	6,80
	Descarga Planta Gibraltar	0,16	0,15	0,13	0,18	1,79	1,90	1,63	2,13	5,94	5,35	4,77	7,89

Tabla 4. Concentración y medidas estadísticas de los 32 parámetros monitoreados en los 33 sitios de monitoreo

Cuenca	ESTACIÓN	NKT (mg/l)				Sulfuro (mg/l)				SAAM (mg/l)			
		Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil
Río Juan Amarillo	Parque Nacional	3,70	2,45	1,91	2,54	0,35	0,38	0,30	0,40	0,31	0,32	0,31	0,32
	Avenida 68	43,33	44,35	37,30	54,20	2,46	2,40	2,00	2,58	4,70	4,34	2,90	5,65
	Pontevedra	16,41	14,95	13,08	17,88	1,77	1,82	0,86	2,18	4,28	4,66	3,43	5,11
	Transversal 91	27,43	29,05	22,25	31,38	2,11	1,55	0,90	2,83	3,78	3,75	3,56	4,28
	PTAR Juan Amarillo	32,56	35,05	27,58	39,33	2,62	2,60	1,57	3,53	6,72	6,84	3,36	9,35
Río Fucha	Deliño	4,14	2,93	2,20	4,32	0,54	0,30	0,29	0,53	0,41	0,36	0,31	0,45
	Canal Los Comuneros	59,66	57,95	51,58	62,50	2,74	2,50	2,23	3,30	5,37	5,34	4,90	6,31
	Avenida de Las Américas	43,48	43,05	36,60	54,25	2,12	2,15	1,38	2,48	3,58	3,36	2,81	4,68
	Visión Colombia	58,90	53,00	48,50	61,25	2,90	2,40	2,15	3,65	4,14	3,70	2,97	5,20
	Zona Franca	46,46	42,65	35,35	54,33	2,42	2,05	1,33	3,58	4,93	5,01	3,64	6,11
	Monteblanco	7,04	6,30	3,90	7,70	0,82	0,70	0,60	1,00	0,44	0,41	0,40	0,50
	Quebrada Yomasa	14,56	7,79	5,09	16,74	0,68	0,60	0,40	0,83	1,23	0,54	0,43	0,68
	Doña Juana	38,60	40,10	25,73	47,23	1,91	1,80	1,38	2,48	1,76	1,91	1,43	2,34
Río Tunjuelo	Méjico	19,16	20,05	15,70	21,80	2,78	2,85	2,05	3,73	1,37	1,41	0,99	1,67
	San Benito	34,93	31,15	26,95	44,73	2,69	2,50	1,83	3,78	2,39	2,35	1,99	2,74
	Makro	26,56	21,00	18,15	35,38	2,86	2,25	1,35	3,28	2,97	2,46	1,73	3,96
	Transversal 86	62,23	62,10	51,08	76,53	4,82	4,55	4,00	5,43	3,99	4,04	3,12	4,69
	La Independencia	61,23	57,10	42,33	77,00	5,13	5,20	3,98	6,65	3,70	3,69	3,10	4,59
	Isla Pontón San José	36,65	30,90	26,10	44,30	3,78	3,30	2,10	4,60	2,72	2,48	1,93	2,91
	Puente La Virgen	4,95	4,68	4,05	5,84	0,69	0,63	0,40	0,71	0,96	0,69	0,62	0,91
	Vuelta Grande Lisboa	7,02	5,50	4,62	6,43	0,65	0,60	0,55	0,80	0,95	0,98	0,86	1,04
Río Bogotá	Entre Juan Amarillo y PTAR	35,25	29,56	21,13	38,43	4,10	4,10	2,08	6,20	7,30	6,58	4,48	8,51
	El Cortijo	24,50	18,35	11,55	39,18	3,20	1,90	1,83	4,90	4,47	4,20	2,71	5,36
	Puente Cundinamarca	33,65	31,70	23,30	36,05	5,96	4,85	3,03	4,13	4,36	4,33	4,23	5,73
	Puente Salazar	22,69	20,00	18,00	24,40	3,09	2,90	2,70	3,70	3,99	3,74	3,44	4,33
	Gibraltar	34,46	31,85	28,78	39,98	6,65	6,50	4,20	8,60	4,09	4,19	3,29	5,26
	San Bernardino	30,51	27,55	19,48	34,88	5,45	4,70	3,55	5,88	4,91	5,00	4,28	5,73
	Cierre	33,26	33,60	27,55	40,50	7,88	8,30	6,20	9,70	4,73	4,93	4,08	5,24
	Torca	31,63	28,20	23,30	34,50	1,57	1,50	1,00	1,90	4,36	4,37	3,90	4,74
Río Bogotá (Descargas)	PTAR El Salitre	55,72	51,00	47,73	61,30	2,37	2,40	1,73	2,93	11,26	12,23	8,87	14,44
	Parque La Florida	68,57	63,75	52,38	83,50	4,21	3,60	2,70	5,50	8,33	8,19	5,25	10,90
	Descarga Navarra	51,02	39,35	24,90	54,98	10,60	8,70	7,70	12,50	2,80	2,67	2,25	2,79
	Descarga Planta Gibraltar	56,44	53,90	34,20	77,93	4,47	2,45	1,57	4,83	4,05	4,21	3,56	4,91

Tabla 4. Concentración y medidas estadísticas de los 32 parámetros monitoreados en los 33 sitios de monitoreo

Cuenca	ESTACIÓN	Cadmio Total (mg/l)				Cobre Total (mg/l)				Cromo Total (mg/l)			
		Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil
Río Juan Amarillo	Parque Nacional	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
	Avenida 68	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,14	0,14	0,14	0,14	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
	Pontevedra	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
	Transversal 91	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
	PTAR Juan Amarillo	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
Río Fucha	Delirio	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
	Canal Los Comuneros	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,16	0,15	0,13	0,18	0,10	0,10	0,10	0,10
	Avenida de Las Américas	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,10	0,10	0,10	0,10	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
	Visión Colombia	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,11
	Zona Franca	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,15	0,13	0,13	0,17	0,10	0,10	0,10	0,10
Río Tunjuelo	Monteblanco	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,10	0,10	0,10	0,10	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
	Quebrada Yomasa	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	0,15	0,15	0,15	0,15
	Doña Juana	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
	Méjico	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
	San Benito	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
Río Bogotá	Makro	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
	Transversal 86	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,21	0,21	0,21	0,21	0,43	0,36	0,15	0,68
	La Independencia	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	0,35	0,25	0,19	0,45
	Isla Pontón San José	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	0,29	0,17	0,14	0,33
	Puente La Virgen	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
Río Bogotá (Descargas)	Vuelta Grande Lisboa	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
	Entre Juan Amarillo y PTAR	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
	El Cortijo	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
	Puente Cundinamarca	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
	Puente Salazar	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,17	0,17	<0,09	0,17	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
Río Bogotá (Descargas)	Gibraltar	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,17	0,17	0,17	0,17	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
	San Bernardino	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,11	0,11	0,11	0,11	0,14	0,14	0,12	0,16
	Cierre	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	0,21	0,20	0,16	0,26
	Torca	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
	PTAR El Salitre	0,01	0,01	0,01	0,01	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
Río Bogotá (Descargas)	Parque La Florida	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	1,95	1,95	1,06	2,83	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
	Descarga Navarra	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,72	0,18	0,14	1,03	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
	Descarga Planta Gibraltar	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09

Tabla 4. Concentración y medidas estadísticas de los 32 parámetros monitoreados en los 33 sitios de monitoreo

Cuenca	ESTACIÓN	Níquel Total (mg/l)					Plomo Total (mg/l)					Zinc Total (mg/l)					
		Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil
Río Juan Amarillo	Parque Nacional	<0,18	<0,18	<0,18	<0,18	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,13	0,13	0,10	0,16	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Avenida 68	<0,18	<0,18	<0,18	<0,18	0,02	0,02	0,01	0,02	0,19	0,14	0,09	0,26	0,02	0,01	0,02	0,02
	Pontevedra	<0,18	<0,18	<0,18	<0,18	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,06	0,06	0,06	0,07	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Transversal 91	<0,18	<0,18	<0,18	<0,18	0,06	0,06	0,06	0,06	0,10	0,09	0,08	0,11	0,06	0,06	0,06	0,06
	PTAR Juan Amarillo	<0,18	<0,18	<0,18	<0,18	0,02	0,02	0,02	0,02	0,11	0,09	0,08	0,12	0,02	0,02	0,02	0,02
Río Fucha	Delirio	<0,18	<0,18	<0,18	<0,18	0,02	0,02	0,02	0,02	0,08	0,07	0,07	0,09	0,02	0,02	0,02	0,02
	Canal Los Comuneros	0,21	0,21	0,21	0,21	0,02	0,02	0,02	0,02	0,39	0,29	0,18	0,43	0,02	0,02	0,02	0,02
	Avenida de Las Américas	<0,18	<0,18	<0,18	<0,18	0,03	0,02	0,01	0,03	0,18	0,19	0,12	0,22	0,03	0,03	0,01	0,03
	Visión Colombia	<0,18	<0,18	<0,18	<0,18	0,17	0,03	0,02	0,18	0,36	0,31	0,23	0,51	0,17	0,03	0,02	0,18
	Zona Franca	0,21	0,21	0,21	0,21	0,03	0,02	0,01	0,03	0,40	0,29	0,21	0,40	0,03	0,02	0,01	0,03
Río Tunjuelo	Monteblanco	<0,18	<0,18	<0,18	<0,18	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,20	0,18	0,11	0,27	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Quebrada Yomasa	<0,18	<0,18	<0,18	<0,18	0,01	0,01	0,01	0,02	0,20	0,18	0,11	0,19	0,01	0,01	0,01	0,01
	Doña Juana	<0,18	<0,18	<0,18	<0,18	0,03	0,03	0,03	0,03	0,12	0,10	0,07	0,15	0,03	0,03	0,03	0,03
	Méjico	<0,18	<0,18	<0,18	<0,18	0,01	0,01	0,01	0,01	0,11	0,11	0,08	0,14	0,01	0,01	0,01	0,01
	San Benito	<0,18	<0,18	<0,18	<0,18	0,02	0,01	0,01	0,02	0,11	0,08	0,07	0,16	0,02	0,01	0,01	0,02
Río Bogotá	Maikro	<0,18	<0,18	<0,18	<0,18	0,01	0,01	0,01	0,02	0,16	0,10	0,07	0,19	0,01	0,01	0,01	0,01
	Transversal 86	<0,18	<0,18	<0,18	<0,18	0,02	0,02	0,01	0,02	0,17	0,16	0,12	0,19	0,02	0,01	0,02	0,02
	La Independencia	<0,18	<0,18	<0,18	<0,18	0,01	0,01	0,01	0,01	0,17	0,15	0,11	0,20	0,01	0,01	0,01	0,01
	Isla Pontón San José	<0,18	<0,18	<0,18	<0,18	0,03	0,03	0,01	0,04	0,30	0,25	0,15	0,43	0,03	0,03	0,01	0,04
	Puente La Virgen	<0,18	<0,18	<0,18	<0,18	0,05	0,01	0,01	0,04	0,07	0,07	0,06	0,08	0,05	0,01	0,01	0,01
Río Bogotá (Descargas)	Vuelta Grande Lisboa	<0,18	<0,18	<0,18	<0,18	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,09	0,07	0,06	0,09	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Entre Juan Amarillo y PTAR	<0,18	<0,18	<0,18	<0,18	0,02	0,02	0,02	0,02	0,12	0,19	0,10	0,25	0,02	0,02	0,02	0,02
	El Cortijo	<0,18	<0,18	<0,18	<0,18	0,01	0,01	0,01	0,01	0,09	0,08	0,08	0,09	0,01	0,01	0,01	0,01
	Puente Cundinamarca	<0,18	<0,18	<0,18	<0,18	0,02	0,02	0,01	0,01	0,21	0,12	0,09	0,19	0,02	0,01	0,01	0,01
	Puente Salazar	<0,18	<0,18	<0,18	<0,18	0,01	0,01	0,01	0,02	0,10	0,08	0,08	0,09	0,01	0,01	0,01	0,01
Río Bogotá (Descargas)	Gibraltar	<0,18	<0,18	<0,18	<0,18	0,02	0,02	0,01	0,02	0,22	0,12	0,10	0,17	0,02	0,01	0,02	0,02
	San Bernardino	<0,18	<0,18	<0,18	<0,18	0,02	0,02	0,02	0,02	0,21	0,14	0,10	0,19	0,02	0,02	0,02	0,02
	Cierre	<0,18	<0,18	<0,18	<0,18	0,02	0,01	0,01	0,02	0,22	0,19	0,16	0,23	0,02	0,01	0,01	0,02
	Torca	<0,18	<0,18	<0,18	<0,18	0,02	0,02	0,02	0,02	0,09	0,08	0,07	0,10	0,02	0,02	0,02	0,02
	PTAR El Salitre	<0,18	<0,18	<0,18	<0,18	0,01	0,01	0,01	0,01	0,10	0,10	0,08	0,12	0,01	0,01	0,01	0,01
Río Bogotá (Descargas)	Parque La Florida	0,76	0,40	0,22	1,43	0,04	0,02	0,01	0,05	0,21	0,20	0,17	0,24	0,04	0,01	0,01	0,01
	Descarga Navarra	1,28	1,28	1,28	1,28	0,03	0,03	0,03	0,03	0,88	0,76	0,36	1,44	0,03	0,03	0,03	0,03
	Descarga Planta Gibraltar	<0,18	<0,18	<0,18	<0,18	0,01	0,01	0,01	0,02	0,13	0,13	0,12	0,14	0,01	0,01	0,01	0,01

Tabla 4. Concentración y medidas estadísticas de los 32 parámetros monitoreados en los 33 sitios de monitoreo

Cuenca	ESTACIÓN		Cianuro (mg/l)				DQO (mg/l)				DBO 5 (mg/l)			
	Sitio de monitoreo		Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil
Río Juan Amarillo	Parque Nacional		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	26,25	24,10	19,78	30,58	2,79	2,40	2,07	3,18
	Avenida 68		0,54	0,57	0,52	0,59	358,20	361,50	256,50	427,00	147,12	159,50	100,90	171,75
	Ponteviedra		0,82	0,66	0,35	0,85	110,66	118,50	91,13	141,00	32,82	34,60	21,25	42,08
	Transversal 91		0,45	0,39	0,13	0,49	187,00	170,50	151,50	248,75	74,09	75,15	49,28	96,10
Río Fucha	PTAR Juan Amarillo		0,80	0,50	0,27	1,16	229,38	251,50	167,00	279,50	99,38	104,00	55,25	127,75
	Delirio		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	24,56	20,00	20,00	21,43	3,20	3,11	2,76	3,42
	Canal Los Comuneros		0,14	0,14	0,13	0,15	505,80	519,50	485,25	545,50	211,80	213,50	182,75	245,75
	Avenida de Las Américas		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	343,60	329,00	233,75	427,00	133,22	144,00	80,88	167,25
Río Tunjuelo	Visión Colombia		0,25	0,21	0,17	0,33	502,45	494,00	428,50	531,50	223,36	216,00	167,00	250,00
	Zona Franca		1,00	0,34	0,24	0,77	452,93	392,00	305,00	460,00	208,94	190,00	139,00	211,00
	Monteblanco		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	72,54	42,20	28,00	61,55	7,75	6,75	4,93	9,24
	Quebrada Yomasa		0,12	0,12	0,12	0,12	174,96	65,00	24,95	217,00	35,38	6,65	3,98	30,30
Río Bogotá	Doña Juana		0,11	0,11	0,11	0,11	266,00	267,50	183,00	309,00	92,97	74,70	64,13	122,00
	Méjico		1,11	0,75	0,52	1,35	93,34	69,10	54,75	116,75	26,49	20,75	11,34	29,95
	San Benito		0,61	0,45	0,28	1,01	222,20	203,00	193,25	275,25	73,37	85,90	44,43	93,23
	Makro		0,35	0,29	0,17	0,54	183,97	182,00	88,50	238,75	85,39	81,15	32,40	115,75
Río Bogotá (Descargas)	Transversal 86		1,84	1,53	0,51	2,66	467,70	482,00	366,75	552,25	235,39	206,00	152,75	275,75
	La Independencia		1,95	1,67	0,85	2,51	442,20	449,00	347,50	566,25	193,37	207,50	171,25	242,00
	Isla Pontón San José		2,29	0,96	0,55	1,83	314,66	284,00	226,00	396,00	103,74	87,15	52,80	134,75
	Puente La Virgen		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	39,62	31,10	28,00	37,00	5,06	4,29	3,04	6,18
Río Bogotá	Vuelta Grande Lisboa		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	50,71	38,00	35,30	38,60	7,54	5,90	4,80	11,00
	Entre Juan Amarillo y PTAR		1,10	1,16	0,71	1,12	277,00	297,50	192,25	365,50	136,50	135,15	65,63	213,75
	El Cortijo		0,82	0,27	0,21	0,30	145,55	162,50	93,73	181,25	61,03	47,05	30,03	97,83
	Puente Cundinamarca		2,64	0,90	0,77	1,62	261,95	247,00	159,00	246,50	94,42	95,79	71,05	116,00
Río Bogotá	Puente Salazar		1,36	0,63	0,27	1,71	150,60	147,00	125,00	176,00	53,22	45,60	37,20	63,40
	Gibraltar		2,71	0,77	0,35	2,68	276,88	255,50	177,50	291,00	95,79	97,90	62,10	130,75
	San Bernardino		4,91	2,41	1,44	4,81	249,25	208,00	147,75	248,25	123,59	96,30	62,10	145,50
	Cierre		4,69	4,40	2,75	5,75	295,87	311,00	271,50	340,50	138,04	135,00	122,50	146,75
Río Bogotá (Descargas)	Torca		0,36	0,25	0,17	0,33	249,05	207,00	181,00	255,00	98,62	88,20	74,60	101,00
	PTAR El Salitre		0,45	0,46	0,25	0,69	352,94	352,00	321,25	376,00	153,40	162,00	144,00	184,00
	Parque La Florida		0,57	0,48	0,35	0,74	577,82	602,00	451,50	733,00	293,71	294,00	229,00	345,00
	Descarga Navarra		4,43	4,63	3,32	5,45	2,082,20	1,713,00	1,523,25	3,146,50	861,10	910,50	546,00	1,069,75
Descarga Planta Gibraltar		2,07	1,26	0,68	3,06	402,88	428,50	302,50	504,75	179,51	188,00	109,28	261,00	

Tabla 4. Concentración y medidas estadísticas de los 32 parámetros monitoreados en los 33 sitios de monitoreo

Cuenca	ESTACIÓN	SST (mg/l)					Grasas y Aceites (mg/l)					Caudal (m3/s)				
		Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil		Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil		Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	
Río Juan Amarillo	Parque Nacional	15,65	6,50	5,03	15,78	4,11	3,90	3,50	4,05	0,05	0,04	0,02	0,07			
	Avenida 68	172,08	115,50	95,25	226,25	54,28	47,50	41,00	53,95	1,33	1,29	1,21	1,40			
	Pontevedra	18,05	16,85	12,50	24,33	10,84	11,55	9,28	13,05	0,61	0,38	0,31	0,51			
	Transversal 91	54,78	46,00	37,00	66,38	23,61	20,40	19,15	27,73	2,28	1,89	1,40	2,04			
Río Fucha	PTAR Juan Amarillo	60,36	57,90	51,73	63,88	22,69	22,70	14,63	31,28	2,48	1,86	1,50	2,63			
	Delirio	10,27	8,00	7,70	13,35	4,92	4,10	3,60	4,90	0,47	0,46	0,37	0,57			
	Canal Los Comuneros	179,10	180,00	151,50	215,50	67,25	70,70	63,43	73,03	0,52	0,50	0,41	0,59			
	Avenida de Las Américas	139,20	127,00	102,00	172,25	45,36	45,00	43,20	55,70	1,68	1,26	0,90	1,31			
Río Tunjuelo	Visión Colombia	177,52	168,00	160,00	201,00	64,86	51,90	43,68	86,95	5,42	5,47	5,22	6,39			
	Zona Franca	143,52	97,50	64,25	131,50	41,92	38,45	30,33	46,90	7,22	7,21	5,90	8,85			
	Monteblanco	94,11	32,00	17,50	114,00	7,46	4,50	4,25	5,05	0,94	0,73	0,50	1,34			
	Quebrada Yomasa	117,38	24,75	8,63	69,55	12,43	4,75	3,65	11,15	0,18	0,08	0,06	0,11			
Río Bogotá	Doña Juana	493,77	291,50	208,00	796,50	9,75	7,55	5,15	12,40	1,41	1,25	0,85	1,88			
	Méjico	198,32	106,50	92,50	146,25	7,83	6,80	6,08	7,58	2,16	1,34	1,22	3,54			
	San Benito	329,07	382,00	252,75	417,50	22,31	17,65	13,88	32,98	2,14	1,96	1,62	2,33			
	Makro	157,40	115,50	102,50	186,75	16,35	16,40	9,75	19,83	2,60	1,25	0,93	3,34			
Río Bogotá	Transversal 86	260,80	260,50	199,25	307,75	60,15	55,20	39,80	91,70	3,83	3,72	2,46	4,43			
	La Independencia	281,00	266,50	222,25	304,50	50,73	51,75	40,20	63,23	4,88	3,04	2,55	4,49			
	Isla Pontón San José	349,97	251,00	212,00	465,00	26,64	17,40	10,80	34,20	8,37	8,59	5,83	11,05			
	Puente La Virgen	36,85	21,50	15,00	37,00	5,51	5,75	4,23	6,45	8,68	9,41	6,08	10,76			
Río Bogotá	Vuelta Grande Lisboa	18,54	20,50	11,50	22,70	4,94	4,20	3,68	4,58	4,78	4,24	3,99	4,45			
	Entre Juan Amarillo y PTAR	86,00	182,67	65,50	93,00	20,95	24,53	16,23	26,43	6,39	6,39	5,47	7,32			
	El Corfijo	51,95	47,85	45,20	55,00	13,52	12,60	9,18	15,00	12,51	15,26	8,76	15,92			
	Puente Cundinamarca	265,05	63,00	34,15	84,00	38,12	23,10	12,95	22,30	16,80	16,30	11,29	17,40			
Río Bogotá (Descargas)	Puente Salazar	54,50	56,00	38,00	69,00	16,05	13,55	11,10	16,23	15,48	15,79	12,69	18,20			
	Gibraltar	313,41	79,50	61,00	211,75	48,40	47,65	18,43	75,68	18,02	16,30	16,20	16,75			
	San Bernardino	106,00	67,50	65,75	106,00	38,98	26,30	19,05	55,88	21,75	18,57	14,62	30,90			
	Cierre	138,05	119,00	104,50	149,00	28,31	28,20	20,35	31,10	25,27	21,10	19,52	35,04			
Río Bogotá (Descargas)	Torca	74,63	43,30	30,00	85,00	30,49	22,70	19,30	28,90	0,18	0,12	0,10	0,13			
	PTAR El Salitre	80,42	79,00	69,00	90,50	33,08	32,65	28,98	39,50	5,06	4,47	3,55	5,22			
	Parque La Florida	182,74	170,00	131,25	230,25	82,46	92,95	45,75	106,80	0,29	0,21	0,16	0,26			
	Descarga Navarra	877,50	452,00	154,50	1.497,00	35,64	23,80	12,23	56,88	N.D	N.D	N.D	N.D			
Descarga Planta Gibraltar	178,09	163,00	84,43	218,75	40,00	45,10	20,85	61,00	N.D	N.D	N.D	N.D				

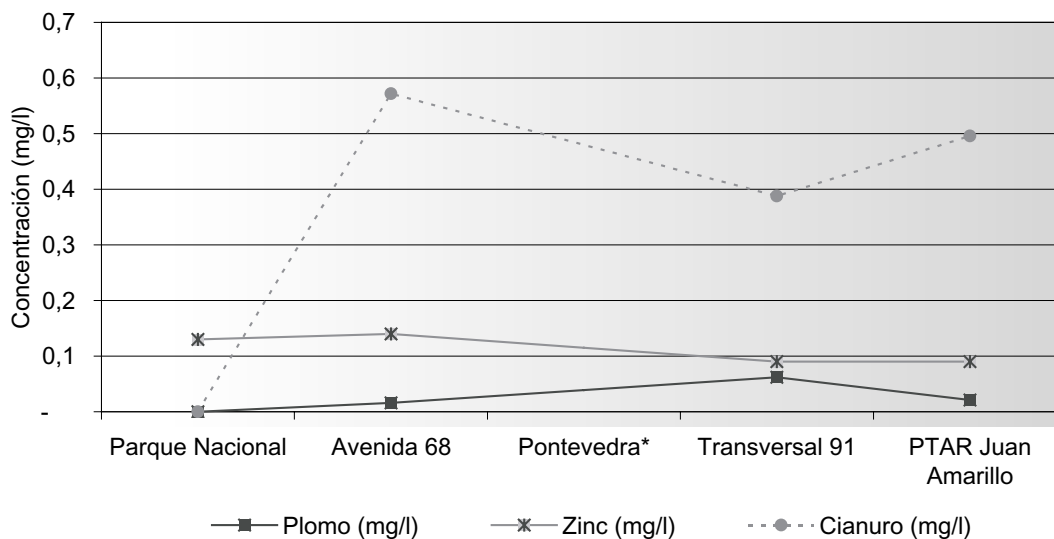
La Figura 5 muestra los resultados de las concentraciones de metales pesados (Plomo y Zinc) y cianuro a lo largo del río Juan Amarillo, en donde se observa una alta concentración de zinc en la estación Parque Nacional (Línea Base), la cual está por encima de las concentraciones de las otras estaciones localizadas sobre dicho río. Metales como Cromo Total y Níquel no fueron detectados en ninguna de las estaciones a la largo del río Juan Amarillo,

indicando que las concentraciones de metales pesados corresponden a contaminación por aguas residuales domésticas.

- Estación Pontevedra

En la Tabla 5 se presentan los resultados de las concentraciones de algunos de los parámetros analizados para la estación Pontevedra.

Figura 5. Concentraciones de metales pesados y cianuro en el río Juan Amarillo

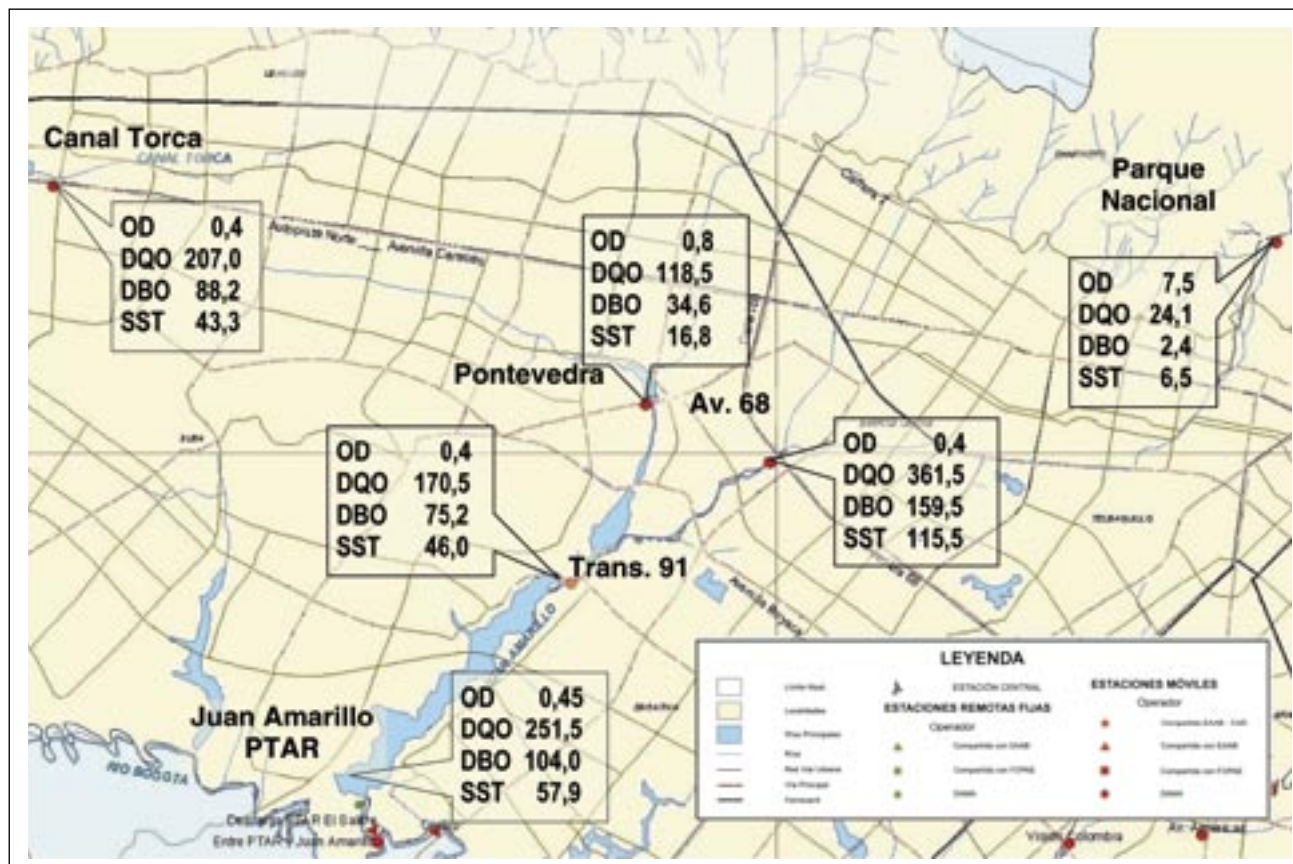


Nota: La estación Pontevedra es un afluente del río Juan Amarillo. Los resultados de las concentraciones de algunos de los parámetros se presentan más adelante.

Tabla 5. Concentraciones de los parámetros analizados en la estación Pontevedra

Parámetro	Pontevedra
Oxígeno Disuelto (mg/l)	0,80
Coliformes Fecales (UFC)	3.850.000
Coliformes Totales (UFC)	18.500.000
SAAM (mg/l)	4,66
Cromo Total (mg/l)	<0,09
Níquel Total (mg/l)	<0,18
Plomo Total (mg/l)	<0,01
Zinc Total (mg/l)	0,06
Cianuro (mg/l)	0,66
DQO (mg/l)	118,50
DBO (mg/l)	34,60
SST (mg/l)	16,85
Grasas y Aceites (mg/l)	11,55

Mapa 2. Concentraciones de OD, DQO, DBO y SST (mg/l) de las estaciones de monitoreo de la cuenca del río Juan Amarillo.



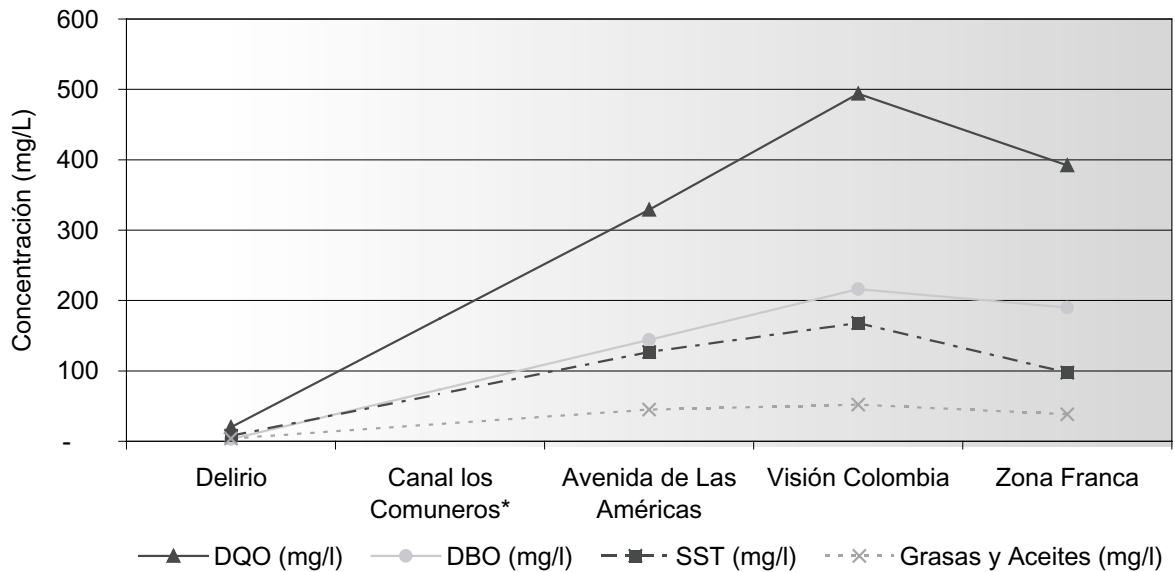
5.1.2 Río Fucha

En la Figura 6 se presentan los resultados de las concentraciones de DQO, DBO, SST y Grasas y Aceites medidos sobre el río Fucha y en la Figura 7 las concentraciones de metales pesados y cianuro.

De los resultados de la Figura 6 sobresale el incremento en las concentraciones de los diferentes parámetros, entre las estaciones de El Delirio (Línea Base) y Visión Colombia, re-

sultado de las descargas directas de sectores industriales y vertimientos domésticos. En la Figura 7 se puede observar que la concentración de plomo a lo largo del río Fucha no presenta una variación significativa, mientras que para el caso del cianuro se puede observar un fuerte incremento en la concentración de este parámetro, desde la Avenida de Las Américas hasta Zona Franca. Igualmente, resaltarse el incremento de las concentraciones de Níquel entre las estaciones Visión Colombia y Zona Franca.

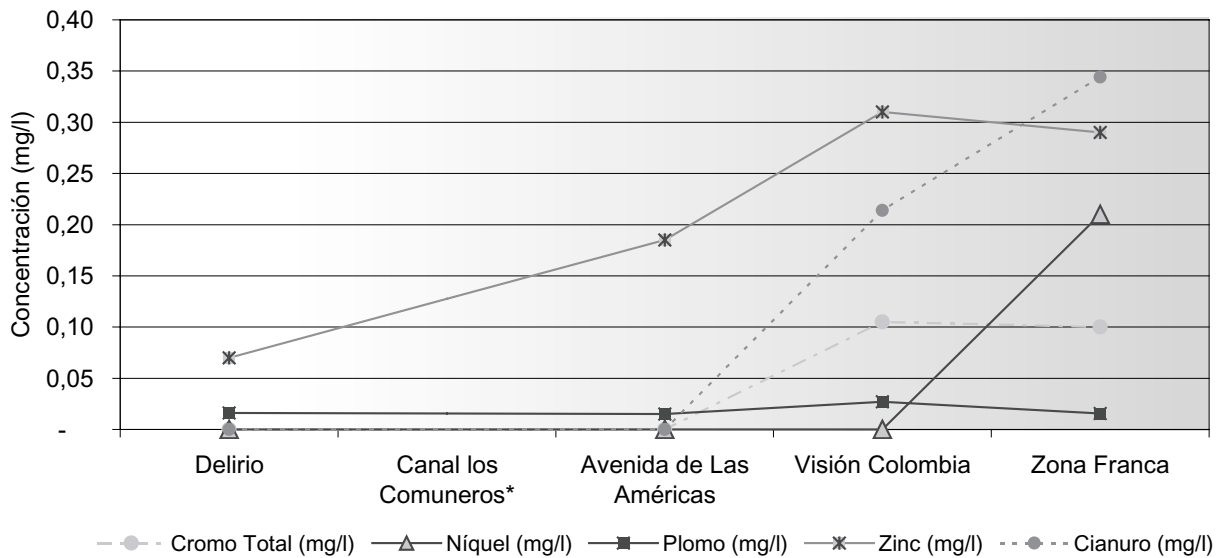
Figura 6. Concentraciones de DQO, DBO, SST y Grasas y Aceites en el río Fucha



Nota: La estación Canal Los Comuneros es un afluente del río Fucha. Los resultados de las concentraciones de algunos de los parámetros se presentan más adelante.

• 40 •

Figura 7. Concentraciones de metales pesados y cianuro en el río Fucha



Nota: La estación Canal Los Comuneros es un afluente del río Fucha. Los resultados de las concentraciones de algunos de los parámetros se presentan más adelante.

• La Estación Canal Los Comuneros

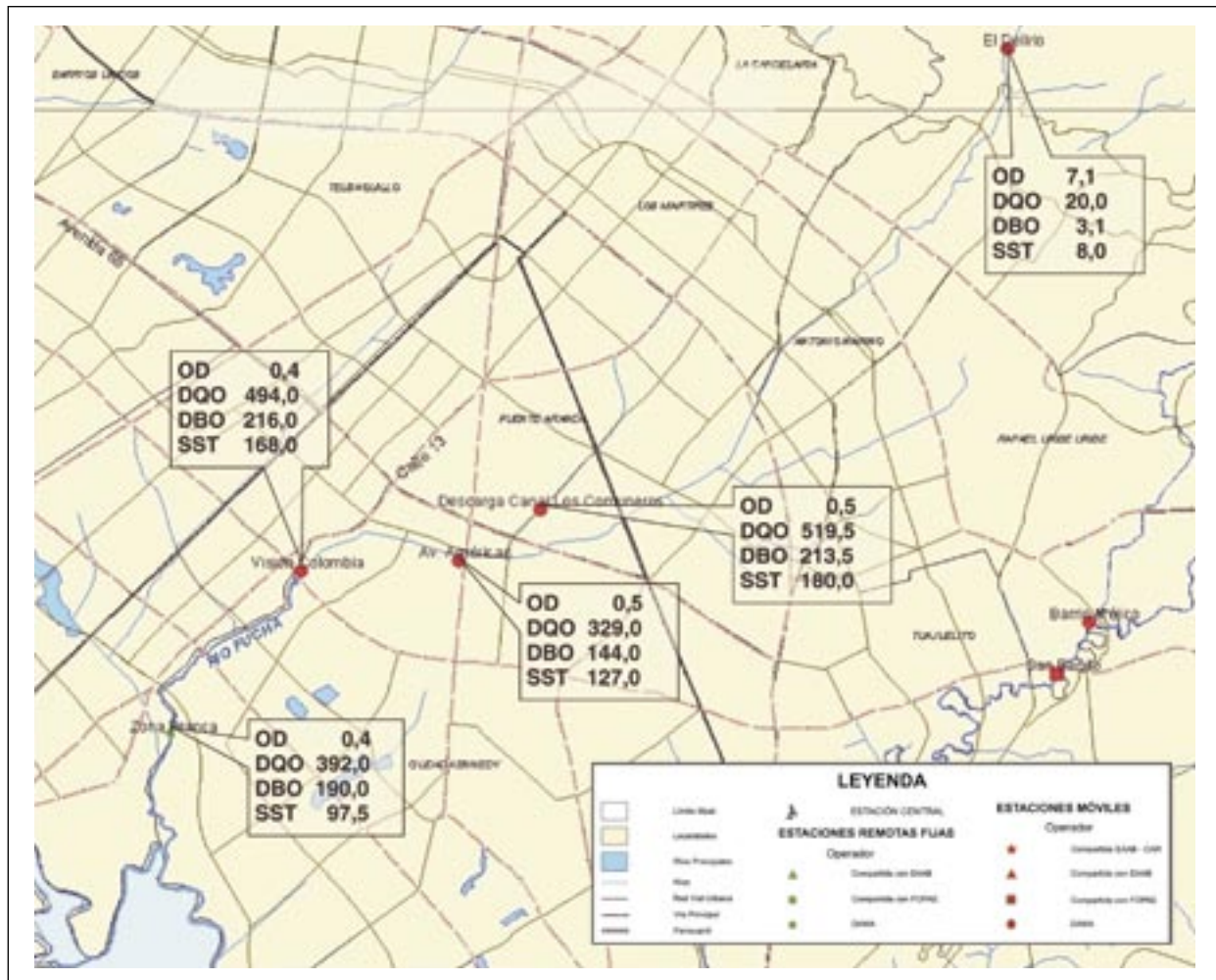
En el Canal Los Comuneros, las concentraciones de metales pesados, se encuentran por encima de las reportadas en algunas de las estaciones a lo largo del río

Fucha (Ver Tabla 6). En el Mapa 3 se presentan para cada una de las estaciones localizadas en la cuenca del río Fucha, los resultados obtenidos para los parámetros OD, DQO, DBO y SST.

Tabla 6. Concentraciones de los parámetros analizados en la estación Canal Los Comuneros

Parámetro	Valor
Oxígeno Disuelto (mg/l)	0,55
Coliformes Fecales (UFC)	40.000.000
Coliformes Totales (UFC)	135.000.000
SAAM (mg/l)	5,34
Cromo Total (mg/l)	0,10
Níquel Total (mg/l)	0,21
Plomo Total (mg/l)	0,02
Zinc Total (mg/l)	0,29
Cianuro (mg/l)	0,14
DQO (mg/l)	519,50
DBO (mg/l)	213,50
SST (mg/l)	180,00
Grasas y Aceites (mg/l)	70,70

Mapa 3. Concentraciones de OD, DQO, DBO y SST (mg/l) de las estaciones de monitoreo de la cuenca del río Fucha



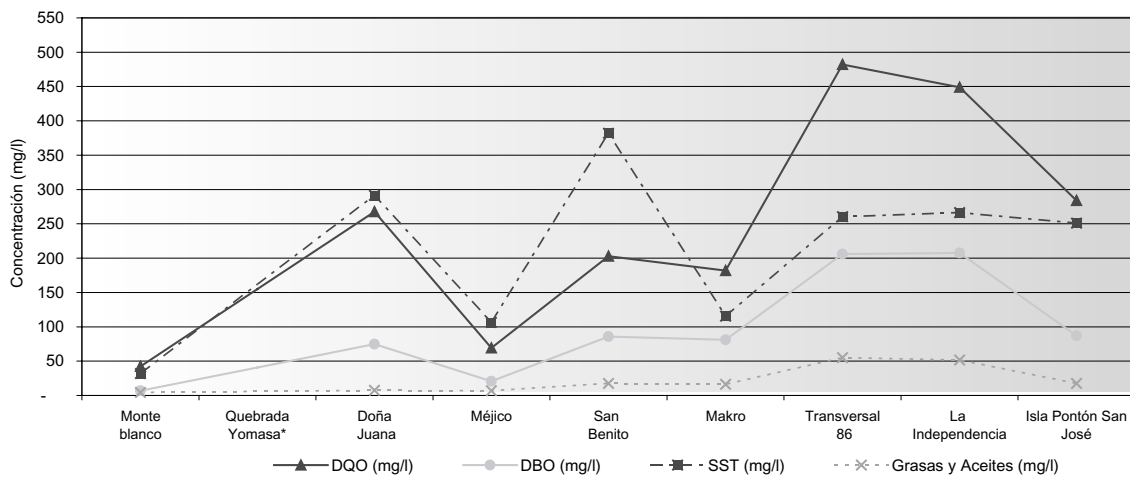
5.1.3 Río Tunjuelo

De acuerdo con la Figura 8, se observan incrementos en las concentraciones de todos los parámetros en las estaciones Doña Juana, San Benito y Transversal 86, los cuales pueden ser originados por la quebrada Yomasa y por el vertimiento del aliviadero de la planta de tratamiento de lixiviados del relleno sanitario; por la actividad extractiva e industrial de la zona, así como por el reciclaje de escombros; y por la descarga sobre el río Tunjuelo en inmediaciones del Cementerio del Apogeo, respectivamente.

En cuanto a los resultados de metales pesados y cianuro (Ver Figura 9), se observa que las concentraciones de Níquel a lo largo del río, se encuentran por debajo de los límites de detección.

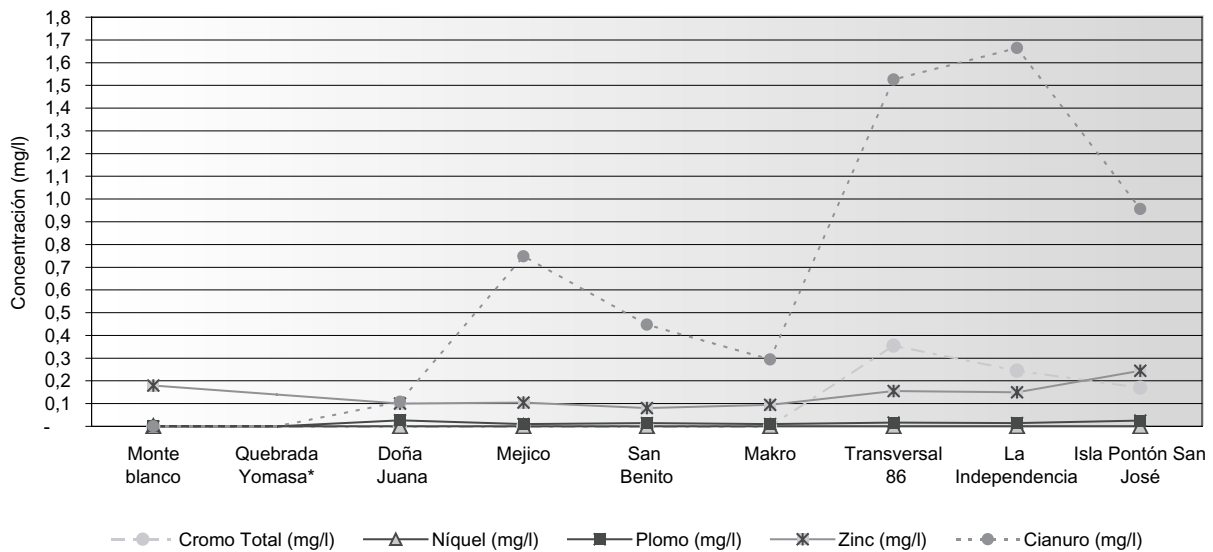
Las concentraciones de cromo se incrementan en la estación Makro y se maximizan en la estación Transversal 86, siendo esta la mayor concentración para este parámetro, resultado de la descarga al río Tunjuelo localizada en inmediaciones del Cementerio del Apogeo. Adicionalmente, las concentraciones de cianuro se in-

Figura 8. Concentraciones de DQO, DBO, SST y Grasas y Aceites en el río Tunjuelo



Nota: La estación quebrada Yomasa es un afluente del río Tunjuelo. Los resultados de las concentraciones de algunos de los parámetros se presentan más adelante.

Figura 9. Concentraciones de metales pesados y cianuro en el río Tunjuelo



Nota: La estación quebrada Yomasa es un afluente del río Tunjuelo. Los resultados de las concentraciones de algunos de los parámetros se presentan más adelante.

crementan en las estaciones Barrio Méjico, Transversal 86 y La Independencia, siendo este río el que presenta las más altas concentraciones de cianuro.

En el Mapa 4 se presentan para las estaciones localizadas en la cuenca del río Tunjuelo, los resultados obtenidos para los parámetros OD, DQO, DBO y SST.

- Estación Quebrada Yomasa

En la Tabla 7 se presentan los resultados de las concentraciones de algunos de los parámetros analizados para la estación quebrada Yomasa. La concentración de oxígeno disuelto permitiría la preservación de la flora y fauna acuática; sin embargo, llaman la atención las altas concentraciones de cromo medidas en dicha fuente.

Mapa 4. Concentraciones de OD, DQO, DBO y SST (mg/l) de las estaciones de monitoreo de la cuenca del río Tunjuelo

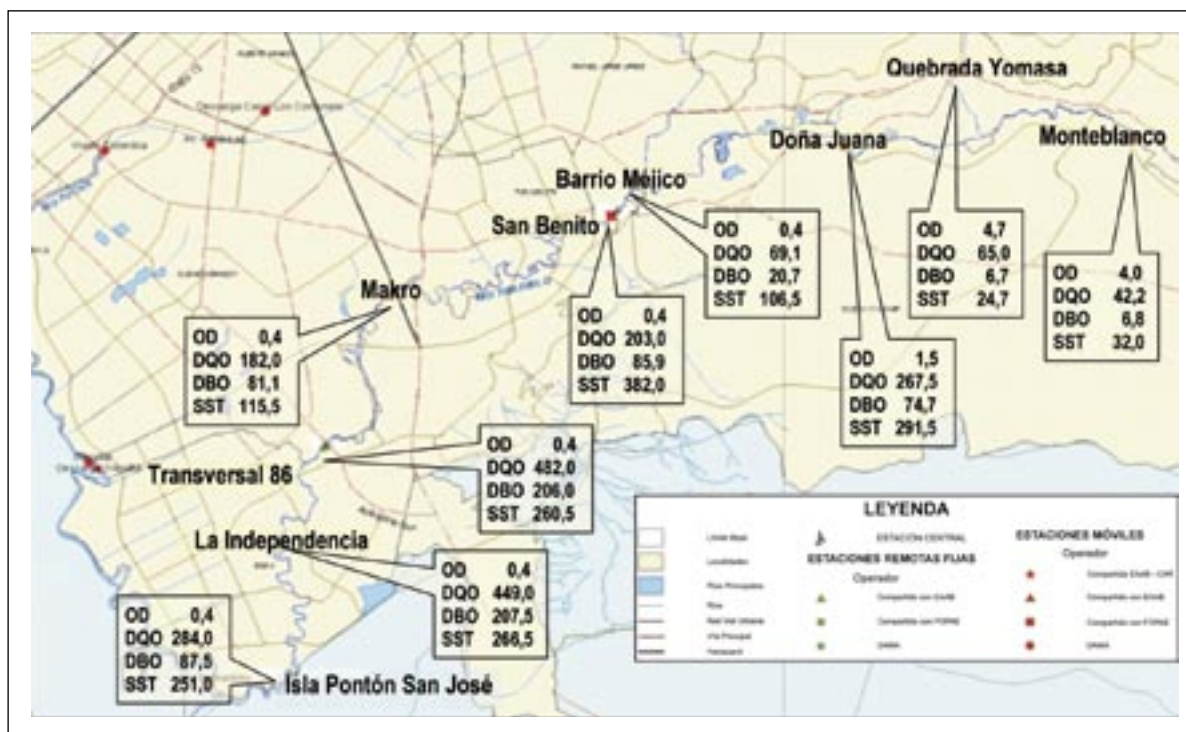


Tabla 7. Concentraciones de los parámetros analizados en la estación quebrada Yomasa

Parámetro	Valor
Oxígeno Disuelto (mg/l)	4,75
Coliformes Fecales (UFC)	3.500.000
Coliformes Totales (UFC)	14.100.000
SAAM (mg/l)	0,54
Cromo Total (mg/l)	0,15
Níquel Total (mg/l)	<0,18
Plomo Total (mg/l)	0,01
Zinc Total (mg/l)	0,18
Cianuro (mg/l)	0,12
DQO (mg/l)	65,00
DBO (mg/l)	6,65
SST (mg/l)	24,75
Grasas y Aceites (mg/l)	4,75

5.1.4 Río Bogotá

En la Figura 10 se presentan los resultados de las concentraciones de DQO, DBO, SST y Grasas y Aceites medidos sobre el río Bogotá y en la Figura 11 las concentraciones de metales pesados.

Los resultados de la Figura 10 muestran que, en la estación de monitoreo entre Juan Amarillo y PTAR, se presenta la más alta concentración de SST y la segunda concentración más alta de DQO, después del Cierre. Igualmente, se observan cuatro estaciones en donde las concentraciones

aumentan: entre Juan Amarillo y PTAR, Puente Cundinamarca, Gibraltar y Cierre; estaciones que miden las descargas de los ríos Juan Amarillo, Fucha y Tunjuelo.

Los resultados de la Figura 11 muestran que las concentraciones de Zinc aumentan a lo largo del río; sin embargo, se observa un aumento considerable en la estación entre Juan Amarillo y PTAR. Asimismo, hay variaciones en la concentración de cromo en el río Bogotá a partir de la estación Gibraltar, en donde aparece un aumento considerable hasta el Cierre.

Figura 10. Concentraciones de DQO, DBO, SST y Grasas y Aceites medidos sobre el río Bogotá

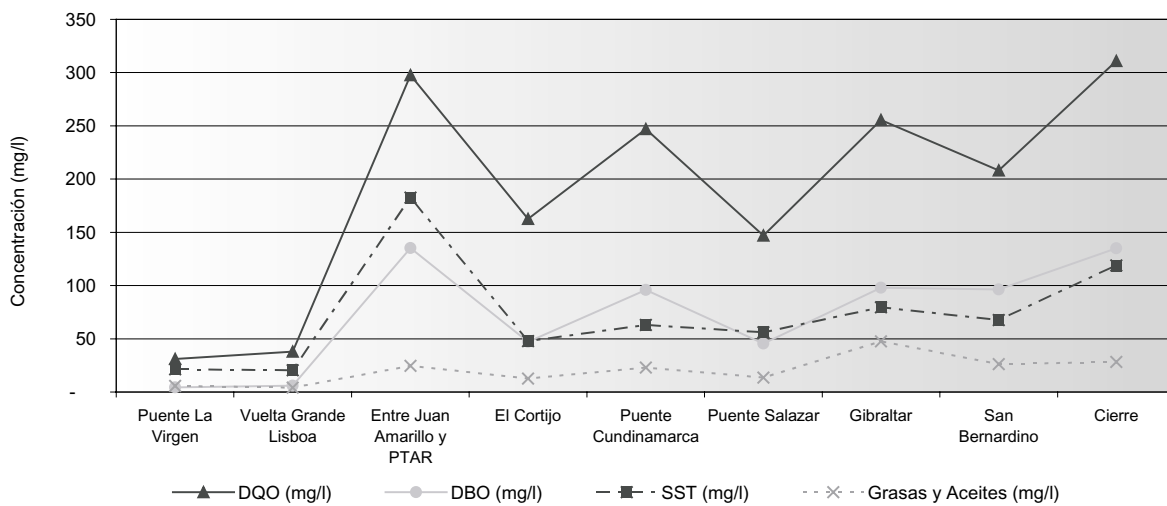


Figura 11. Concentraciones de metales pesados en el río Bogotá

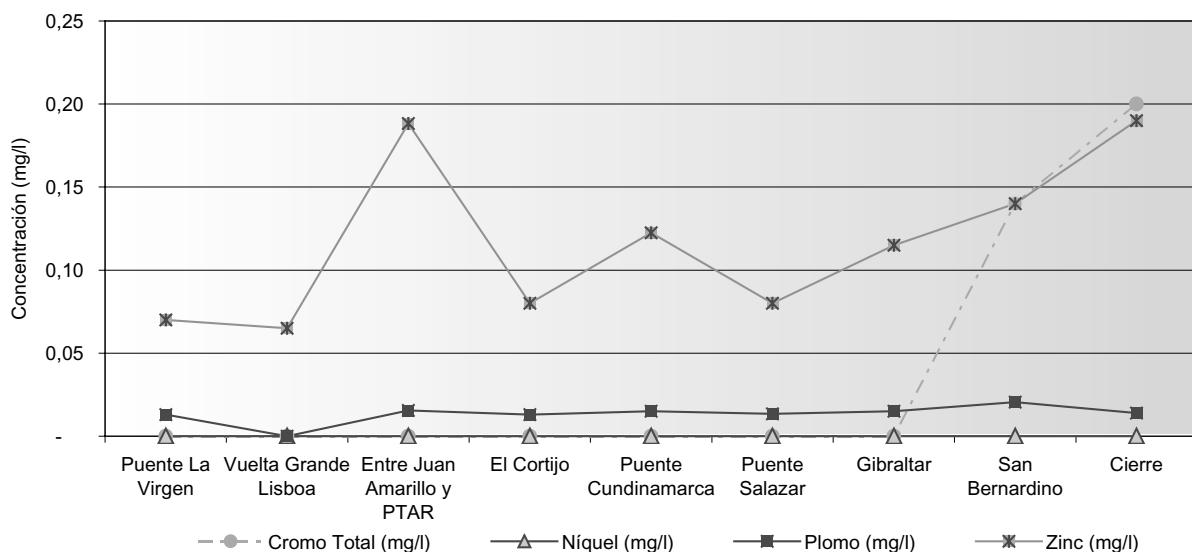


Tabla 8. Concentraciones de las descargas directas sobre el río Bogotá

Variable Analizada	Estación de Monitoreo				
	Torca	PTAR El Salitre	Parque La Florida	Descarga Navarra	Descarga Planta Gibraltar
Oxígeno Disuelto (mg/l)	0,40	0,80	0,60	0,45	1,40
Coliformes Fecales (UFC)	35.000.000	6.550.000	64.500.000	23.000.000	29.000.000
Coliformes Totales (UFC)	104.000.000	14.100.000	142.000.000	77.000.000	70.500.000
SAAM (mg/l)	4,37	12,23	8,19	2,67	4,21
Cromo Total (mg/l)	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
Níquel (mg/l)	<0,18	<0,18	0,40	1,28	<0,18
Plomo (mg/l)	0,02	0,01	0,02	0,03	0,01
Zinc (mg/l)	0,08	0,10	0,20	0,76	0,13
Cianuro (mg/l)	0,25	0,46	0,48	4,63	1,26
DQO (mg/l)	207,00	352,00	602,00	1.713,00	428,50
DBO (mg/l)	88,20	162,00	294,00	910,50	188,00
SST (mg/l)	43,30	79,00	170,00	452,00	163,00
Grasas y Aceites (mg/l)	22,70	32,65	92,95	23,80	45,10

5.1.5 Descargas Directas al río Bogotá

En la Tabla 8 se presentan los resultados de las concentraciones de las descargas directas sobre el río Bogotá.

5.2 CAUDALES

En la Tabla 9 se presentan las medidas estadísticas (máximo, mínimo, promedio y mediana) de los resultados de caudal obtenidos para los diferentes sitios de monitoreo. Es importante mencionar, que al momento de esta publicación, los datos de caudal de las estaciones de bombeo Gibraltar y Navarra no habían sido suministrados por la EAAB, operador de estos sistemas.

5.3 CARGAS CONTAMINANTES

Para el cálculo de la carga contaminante diaria de los parámetros DBO, SST, DQO, Cianuro, Grasas y Aceites y Metales⁸, se utilizó la expresión definida en el Decreto 3100 de 2003,

$$C_c = Q \times C \times 0,0864 \times (t/24)$$

■ ■ ■

⁸ Para el cálculo de la carga de metales pesados fueron tenidos en cuenta los siguientes parámetros: Cadmio, Cobre, Cromo, Níquel, Plomo y Zinc.

Donde:

Cc: Carga contaminante, en kilogramos por día (kg/día).

Q: Caudal en litros por segundo (l/s).

C: Concentración de la sustancia contaminante, en miligramos por litro (mg/l)

0,0864 Factor de conversión de unidades

t: Tiempo del vertimiento, en horas por día (h/día), que por tratarse de ríos corresponde a 24 horas.

En la Tabla 10 se presentan las cargas contaminantes y las medidas estadísticas (promedio, mediana, primer cuartil y tercer cuartil) para algunos de los parámetros monitoreados en los 33 sitios de monitoreo.

5.3.1 Río Juan Amarillo

En las Figuras 12 y 13, se presentan los resultados de las cargas contaminantes de DQO, DBO, SST y Grasas y Aceites y metales pesados (Cromo, Cobre, Zinc y Plomo), y en el Mapa 5 las cargas contaminantes de metales pesados, cianuro, DQO, DBO y SST de las estaciones de monitoreo localizadas en la cuenca del río Juan Amarillo.

Tabla 9. Caudales de los diferentes sitios de monitoreo

Cuenca	ESTACIÓN	Caudal (m ³ /s)			
	Sitio de monitoreo	Máximo	Mínimo	Promedio	Mediana
Río Juan Amarillo	Parque Nacional	0,12	0,01	0,05	0,04
	Avenida 68	3,48	0,34	1,33	1,29
	Pontevedra ⁹	2,04	0,19	0,61	0,38
	Transversal 91	7,08	0,83	2,28	1,89
	PTAR Juan Amarillo	10,35	0,69	2,48	1,86
Río Fucha	Delirio	0,98	0,27	0,47	0,46
	Canal Los Comuneros ¹⁰	0,87	0,31	0,52	0,50
	Avenida de Las Américas	6,75	0,83	1,68	1,26
	Visión Colombia	8,99	1,09	5,42	5,47
	Zona Franca	15,92	4,10	7,22	7,21
Río Tunjuelo	Monteblanco	2,07	0,19	0,94	0,73
	Quebrada Yomasa ¹¹	0,62	0,02	0,18	0,08
	Doña Juana	3,05	0,43	1,41	1,25
	Méjico	7,55	0,79	2,16	1,34
	San Benito	4,08	0,20	2,14	1,96
	Makro	10,80	0,07	2,60	1,25
	Transversal 86	25,73	1,50	3,83	3,72
	La Independencia	27,78	0,70	4,88	3,04
	Isla Pontón San José	16,0	2,51	8,37	8,59
Río Bogotá	Puente La Virgen	13,65	3,49	8,68	9,41
	Vuelta Grande Lisboa	7,90	3,92	4,78	4,24
	Entre Juan Amarillo y PTAR	8,24	4,54	6,39	6,39
	El Cortijo	16,83	5,78	12,51	15,26
	Puente Cundinamarca	26,18	10,17	16,84	16,30
	Puente Salazar	20,31	8,79	15,48	15,79
	Gibraltar	26,30	13,90	18,02	16,30
	San Bernardino	32,16	10,49	21,75	18,57
	Cierre	60,23	8,25	25,27	21,10
Río Bogotá (Descarga)	Torca	7,56	0,08	0,18	0,12
	PTAR El Salitre	17,58	1,73	5,06	4,47
	Parque La Florida	1,02	0,07	0,29	0,21
	Descarga Navarra	NA	NA	NA	NA
	Descarga Planta Gibraltar	NA	NA	NA	NA

■ ■ ■

⁹ La estación Pontevedra no se encuentra localizada sobre el río Juan Amarillo, corresponde a un afluente.

¹⁰ La estación Canal Los Comuneros no se encuentra localizada sobre el río Fucha, corresponde a un afluente.

¹¹ La estación Quebrada Yomasa no se encuentra localizada sobre el río Tunjuelo, corresponde a un afluente.

Tabla 10. Cargas contaminantes y medidas estadísticas de algunos de los parámetros monitoreados en los 33 sitios de monitoreo

Cuenca	ESTACIÓN	Nitrito (Tr/día)				Nitrito (Tr/día)				Nitrogeno Amoniacoal (Tr/día)					
		Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil		
Río Juan Amarillo	Parque Nacional	0,001	0,0005	0,0004	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
	Avenida 68	0,154	0,128	0,114	0,186	0,015	0,002	0,001	0,002	0,015	0,002	0,001	0,002	3,29	3,75
	Pontevedra	0,039	0,035	0,032	0,043	0,002	0,001	0,0004	0,002	0,002	0,001	0,0004	0,002	0,65	0,67
	Transversal 91	0,153	0,150	0,131	0,183	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	4,19	4,36
Río Fucha	PTAR Juan Amarillo	0,277	0,263	0,211	0,304	0,005	0,002	0,001	0,003	0,005	0,002	0,001	0,003	5,27	5,76
	Delirio	0,011	0,009	0,005	0,017	0,0005	0,0004	0,0004	0,0005	0,0005	0,0004	0,0003	0,0005	0,02	0,02
	Canal Los Comuneros	0,061	0,051	0,049	0,066	0,0005	0,0004	0,0003	0,0005	0,0005	0,0004	0,0003	0,0005	1,45	1,53
	Avenida de Las Américas	0,173	0,138	0,129	0,192	0,008	0,004	0,003	0,009	0,008	0,004	0,003	0,009	3,71	4,24
Río Tunjuelo	Visión Colombia	0,743	0,726	0,612	0,827	0,013	0,006	0,005	0,006	0,013	0,006	0,005	0,006	17,08	16,35
	Zona Franca	0,958	0,936	0,817	1,060	0,014	0,009	0,007	0,014	0,014	0,009	0,007	0,014	19,94	19,59
	Monteblanco	0,107	0,092	0,066	0,129	0,004	0,003	0,002	0,005	0,004	0,003	0,002	0,005	0,20	0,13
	Quebrada Yomasa	0,019	0,016	0,013	0,021	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,13	0,05
Río Bogotá	Doña Juana	0,315	0,258	0,216	0,380	0,008	0,003	0,001	0,015	0,008	0,003	0,001	0,015	2,70	3,14
	Méjico	0,131	0,108	0,099	0,166	0,004	0,003	0,002	0,004	0,004	0,003	0,002	0,004	2,40	2,34
	San Benito	0,224	0,240	0,200	0,259	0,008	0,007	0,007	0,011	0,008	0,007	0,007	0,011	4,33	3,53
	Makro	0,187	0,177	0,124	0,237	0,004	0,004	0,003	0,005	0,004	0,004	0,003	0,005	3,97	4,30
Río Bogotá (Descargas)	Transversal 86	0,659	0,566	0,471	0,709	0,005	0,003	0,002	0,004	0,005	0,003	0,002	0,004	11,71	11,55
	La Independencia	0,692	0,673	0,596	0,825	0,004	0,004	0,003	0,005	0,004	0,004	0,003	0,005	15,53	15,96
	Isia Pontón San José	0,790	0,636	0,484	0,983	0,007	0,005	0,005	0,007	0,007	0,005	0,005	0,007	16,22	13,81
	Puente La Virgen	0,421	0,315	0,285	0,585	0,020	0,018	0,014	0,023	0,020	0,018	0,014	0,023	1,95	1,91
Río Bogotá (Descargas)	Vuelta Grande Lisboa	0,140	0,132	0,124	0,165	0,009	0,011	0,007	0,011	0,009	0,011	0,007	0,011	1,49	1,32
	Entre Juan Amarillo y PTAR	0,607	0,588	0,547	0,672	0,006	0,016	0,005	0,017	0,006	0,016	0,005	0,017	15,62	12,92
	El Corfijo	0,904	0,865	0,759	1,116	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	20,43	15,56
	Puente Cundinamarca	1,430	1,379	1,154	1,735	0,018	0,014	0,010	0,015	0,018	0,014	0,010	0,015	34,89	31,06
Río Bogotá (Descargas)	Puente Salazar	0,960	0,856	0,789	1,003	0,009	0,009	0,009	0,010	0,009	0,009	0,008	0,010	24,70	21,94
	Gibraltar	1,491	1,417	1,215	1,561	0,021	0,016	0,011	0,016	0,021	0,016	0,011	0,016	37,10	38,39
	San Bernardino	1,517	1,437	1,292	1,621	0,024	0,023	0,020	0,026	0,024	0,023	0,020	0,026	45,26	43,03
	Cierre	2,064	1,812	1,626	2,052	0,023	0,022	0,018	0,028	0,023	0,022	0,018	0,028	57,82	59,81
Río Bogotá (Descargas)	Torca	0,015	0,013	0,012	0,017	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,34	0,29
	PTAR El Salitre	0,726	0,754	0,633	0,791	0,0063	0,0034	0,0031	0,0044	0,0063	0,0034	0,0031	0,0044	17,82	18,50
	Parque La Florida	0,040	0,037	0,033	0,045	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	1,02	0,88
	Descarga Navarra	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
Río Bogotá (Descargas)	Descarga Planta Gibraltar	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A

Tabla 10. Cargas contaminantes y medidas estadísticas de algunos de los parámetros monitoreados en los 33 sitios de monitoreo

Cuenca	ESTACIÓN	Alcalinidad Total (T/día)				Cloruro (T/día)				Fenoles (T/día)			
		Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil
Río Juan Amarillo	Parque Nacional	0,02	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,000	0,000	0,000	0,000
	Avenida 68	18,61	20,75	14,90	21,69	3,66	3,63	3,34	4,16	0,026	0,017	0,017	0,026
	Pontevecra	6,09	6,44	5,49	6,51	1,49	1,29	1,17	1,60	0,009	0,009	0,009	0,009
	Transversal 91	26,60	27,63	25,07	29,51	5,85	6,00	4,66	7,26	0,032	0,024	0,023	0,033
	PTAR Juan Amarillo	32,19	34,47	29,92	36,56	8,02	7,16	6,33	8,53	0,036	0,029	0,025	0,045
Río Fucha	Delirio	0,55	0,54	0,40	0,68	0,16	0,16	0,15	0,17	0,004	0,004	0,004	0,004
	Canal Los Comuneros	8,06	7,87	7,69	8,44	2,07	2,18	1,82	2,27	0,009	0,008	0,007	0,010
	Avenida de Las Américas	21,07	22,30	18,99	25,31	5,63	5,14	5,07	6,60	0,026	0,022	0,019	0,031
	Visión Colombia	84,75	86,22	77,55	100,52	27,54	27,60	23,88	32,10	0,085	0,075	0,070	0,084
	Zona Franca	126,01	129,43	111,34	138,32	47,07	46,06	41,60	53,95	0,135	0,112	0,081	0,162
Río Tunjuelo	Monteblanco	1,92	1,57	1,14	2,82	1,12	0,78	0,52	1,21	0,011	0,010	0,009	0,012
	Quebrada Yomasa	1,00	0,76	0,39	1,23	0,28	0,26	0,13	0,30	0,003	0,003	0,003	0,004
	Doña Juana	19,01	20,64	11,31	26,48	6,98	6,50	3,97	8,35	0,020	0,019	0,019	0,021
	Méjico	21,17	19,64	15,47	27,12	5,04	4,37	3,07	7,31	0,019	0,019	0,019	0,020
	San Benito	38,75	42,38	27,61	50,79	7,74	6,70	5,16	9,57	0,029	0,020	0,018	0,042
Río Bogotá	Makro	31,33	30,37	22,02	40,49	10,14	9,34	5,93	10,83	0,026	0,026	0,024	0,028
	Transversal 86	74,17	67,82	64,10	91,14	26,50	28,50	17,89	32,70	0,170	0,084	0,064	0,125
	La Independencia	95,59	93,40	85,81	115,54	29,17	30,55	22,74	34,35	0,148	0,103	0,075	0,231
	Isla Pontón San José	119,31	101,94	92,54	152,55	36,30	32,17	22,48	38,10	0,197	0,159	0,116	0,217
	Puente La Virgen	34,94	33,75	30,90	38,92	33,77	31,57	26,92	36,30	0,097	0,097	0,081	0,114
Río Bogotá	Vuelta Grande Lisboa	28,87	23,82	21,51	24,48	21,06	22,58	20,60	23,61	0,070	0,070	0,070	0,070
	Entre Juan Amarillo y PTAR	94,41	80,59	60,28	103,66	20,70	18,26	11,83	22,83	0,160	0,197	0,121	0,254
	El Cortijo	118,35	104,52	86,17	146,05	49,11	47,23	42,91	48,07	0,173	0,168	0,149	0,192
	Puente Cundinamarca	215,37	222,10	166,21	230,81	83,64	86,66	78,61	87,03	0,218	0,218	0,214	0,247
	Puente Salazar	155,35	147,14	129,48	173,89	62,94	58,32	54,71	69,29	0,187	0,174	0,147	0,201
Río Bogotá	Gibraltar	239,59	252,28	214,51	274,86	91,70	97,80	76,07	106,83	0,230	0,234	0,179	0,284
	San Bernardino	285,08	279,04	214,21	322,73	95,46	95,64	85,26	106,97	0,370	0,282	0,254	0,442
	Cierre	354,40	364,56	344,91	388,57	126,88	125,52	114,28	143,42	0,383	0,284	0,240	0,431
	Torca	2,50	2,38	2,31	2,53	0,60	0,58	0,56	0,62	0,003	0,002	0,002	0,002
	PTAR El Salitre	80,47	82,64	78,49	87,89	32,65	33,87	32,17	34,76	0,091	0,092	0,061	0,109
Río Bogotá (Descargas)	Parque La Florida	6,25	5,78	5,13	7,32	1,52	1,50	1,32	1,73	0,005	0,004	0,004	0,006
	Descarga Navarra	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
	Descarga Planta Gibraltar	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A

Tabla 10. Cargas contaminantes y medidas estadísticas de algunos de los parámetros monitoreados en los 33 sitios de monitoreo

Cuenca	ESTACIÓN	Fósforo Disuelto (T/día)				Fósforo Total (T/día)				NKT (T/día)			
		Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil
Río Juan Amarillo	Parque Nacional	0,0003	0,0003	0,0001	0,001	0,0004	0,0003	0,001	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Avenida 68	0,22	0,21	0,15	0,22	0,65	0,49	0,85	4,97	5,08	4,28	6,21	6,21
	Pontevedra	0,07	0,07	0,04	0,08	0,14	0,10	0,18	0,86	0,79	0,69	0,94	0,94
	Transversal 91	0,25	0,27	0,24	0,30	0,70	0,60	0,88	5,41	5,73	4,39	6,19	6,19
	PTAR Juan Amarillo	0,36	0,42	0,28	0,47	1,00	0,73	1,20	6,97	7,50	5,90	8,42	8,42
Río Fucha	Delirio	0,01	0,01	0,004	0,01	0,01	0,01	0,01	0,17	0,12	0,09	0,18	0,18
	Canal Los Comuneros	0,09	0,09	0,08	0,09	0,30	0,31	0,35	2,68	2,61	2,32	2,81	2,81
	Avenida de Las Américas	0,21	0,23	0,20	0,26	0,75	0,61	0,84	6,32	6,25	5,32	7,88	7,88
	Visión Colombia	0,91	0,84	0,80	1,06	3,06	2,63	3,56	27,60	24,84	22,73	28,70	28,70
	Zona Franca	1,20	1,19	1,08	1,37	3,76	3,57	4,41	28,98	26,60	22,05	33,89	33,89
Río Tunjuelo	Monteblanco	0,02	0,01	0,01	0,02	0,06	0,05	0,07	0,57	0,51	0,32	0,63	0,63
	Quebrada Yomasa	0,01	0,00	0,002	0,01	0,03	0,01	0,03	0,23	0,12	0,08	0,26	0,26
	Doña Juana	0,10	0,12	0,09	0,12	0,71	0,58	0,99	4,70	4,88	3,13	5,75	5,75
	Méjico	0,15	0,17	0,08	0,20	0,37	0,34	0,41	3,58	3,74	2,93	4,07	4,07
	San Benito	0,13	0,13	0,08	0,18	0,63	0,56	0,64	6,45	5,75	4,98	8,26	8,26
Río Bogotá	Makro	0,24	0,25	0,16	0,29	0,67	0,68	0,83	5,98	4,72	4,08	7,96	7,96
	Transversal 86	0,66	0,63	0,55	0,66	2,02	2,17	2,40	20,59	20,54	16,90	25,32	25,32
	La Independencia	0,76	0,76	0,72	0,80	2,40	2,55	2,98	25,82	24,08	17,85	32,47	32,47
	Isla Pontón San José	1,04	1,01	0,87	1,23	2,78	2,81	3,25	26,50	22,34	18,87	32,03	32,03
	Puente La Virgen	0,19	0,18	0,14	0,21	0,46	0,42	0,50	3,71	3,51	3,04	4,38	4,38
Río Bogotá (Descargas)	Vuelta Grande Lisboa	0,16	0,13	0,12	0,18	0,34	0,33	0,38	2,90	2,27	1,91	2,65	2,65
	Entre Juan Amarillo y PTAR	1,02	0,91	0,70	1,09	3,15	2,85	4,02	19,46	16,32	11,66	21,21	21,21
	El Cortijo	1,19	0,94	0,68	1,59	3,11	2,81	3,97	26,48	19,83	12,48	42,34	42,34
	Puente Cundinamarca	2,07	2,24	2,03	2,28	6,66	6,82	6,68	48,85	46,02	33,82	52,33	52,33
	Puente Salazar	1,96	1,87	1,74	2,14	4,06	3,48	4,35	30,35	26,75	24,08	32,64	32,64
Río Bogotá (Descargas)	Gibraltar	2,16	2,49	2,20	2,65	7,72	7,79	8,60	53,67	49,60	44,81	62,25	62,25
	San Bernardino	2,89	2,82	2,44	3,38	8,20	7,70	9,37	57,34	51,77	36,60	65,53	65,53
	Cierre	3,98	4,15	3,71	4,58	10,25	10,70	11,57	72,61	73,35	60,14	88,41	88,41
	Torca	0,03	0,03	0,02	0,03	0,06	0,06	0,06	0,48	0,43	0,35	0,52	0,52
	PTAR El Salitre	0,63	0,66	0,61	0,70	2,43	2,44	2,71	24,36	22,30	20,87	26,80	26,80
Río Bogotá (Descargas)	Parque La Florida	0,05	0,05	0,05	0,06	0,21	0,21	0,24	1,70	1,58	1,30	2,07	2,07
	Descarga Navarra	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
	Descarga Planta Gibraltar	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A

Tabla 10. Cargas contaminantes y medidas estadísticas de algunos de los parámetros monitoreados en los 33 sitios de monitoreo

Cuenca	ESTACIÓN	Sulfuro (T/día)				SAAM (T/día)				Cadmio Total (T/día)			
		Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil
Río Juan Amarillo	Parque Nacional	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	N.A	N.A	N.A	N.A
	Avenida 68	0,28	0,28	0,23	0,30	0,54	0,50	0,33	0,65	N.A	N.A	N.A	N.A
	Pontevedra	0,09	0,10	0,05	0,11	0,22	0,24	0,18	0,27	N.A	N.A	N.A	N.A
	Transversal 91	0,42	0,31	0,18	0,56	0,75	0,74	0,70	0,84	N.A	N.A	N.A	N.A
	PTAR Juan Amarillo	0,56	0,56	0,34	0,75	1,44	1,46	0,72	2,00	N.A	N.A	N.A	N.A
Río Fucha	Delirio	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	N.A	N.A	N.A	N.A
	Canal Los Comuneros	0,12	0,11	0,10	0,15	0,24	0,24	0,22	0,28	N.A	N.A	N.A	N.A
	Avenida de Las Américas	0,31	0,31	0,20	0,36	0,52	0,49	0,41	0,68	N.A	N.A	N.A	N.A
	Visión Colombia	1,36	1,12	1,01	1,71	1,94	1,73	1,39	2,44	N.A	N.A	N.A	N.A
	Zona Franca	1,51	1,28	0,83	2,23	3,08	3,12	2,27	3,81	N.A	N.A	N.A	N.A
Río Tunjuelo	Monteblanco	0,07	0,06	0,05	0,08	0,04	0,03	0,03	0,04	N.A	N.A	N.A	N.A
	Quebrada Yomasa	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	N.A	N.A	N.A	N.A
	Doña Juana	0,23	0,22	0,17	0,30	0,21	0,23	0,17	0,28	N.A	N.A	N.A	N.A
	Méjico	0,52	0,53	0,38	0,70	0,26	0,26	0,18	0,31	N.A	N.A	N.A	N.A
	San Benito	0,50	0,46	0,34	0,70	0,44	0,43	0,37	0,51	N.A	N.A	N.A	N.A
Río Bogotá	Makro	0,64	0,51	0,30	0,74	0,67	0,55	0,39	0,89	N.A	N.A	N.A	N.A
	Transversal 86	1,59	1,51	1,32	1,79	1,32	1,33	1,03	1,55	N.A	N.A	N.A	N.A
	La Independencia	2,16	2,19	1,68	2,80	1,56	1,56	1,31	1,93	N.A	N.A	N.A	N.A
	Isla Pontón San José	2,73	2,39	1,52	3,33	1,96	1,79	1,40	2,10	N.A	N.A	N.A	N.A
	Puente La Virgen	0,52	0,47	0,30	0,53	0,72	0,52	0,46	0,68	N.A	N.A	N.A	N.A
Río Bogotá	Vuelta Grande Lisboa	0,27	0,25	0,23	0,33	0,39	0,40	0,36	0,43	N.A	N.A	N.A	N.A
	Entre Juan Amarillo y PTAR	2,26	2,26	1,15	3,42	4,03	3,63	2,47	4,70	N.A	N.A	N.A	N.A
	El Cortijo	3,46	2,05	1,97	5,30	4,83	4,54	2,93	5,79	N.A	N.A	N.A	N.A
	Puente Cundinamarca	8,66	7,04	4,39	5,99	6,32	6,29	6,14	8,31	N.A	N.A	N.A	N.A
	Puente Salazar	4,14	3,88	3,61	4,95	5,33	5,00	4,60	5,79	N.A	N.A	N.A	N.A
Río Bogotá (Descargas)	Gibraltar	10,36	10,12	6,54	13,39	6,36	6,52	5,12	8,20	N.A	N.A	N.A	N.A
	San Bernardino	10,24	8,83	6,67	11,04	9,22	9,40	8,04	10,77	N.A	N.A	N.A	N.A
	Cierre	17,21	18,12	13,53	21,17	10,32	10,76	8,91	11,43	N.A	N.A	N.A	N.A
	Torca	0,02	0,02	0,02	0,03	0,07	0,07	0,06	0,07	N.A	N.A	N.A	N.A
	PTAR El Salitre	1,04	1,05	0,76	1,28	4,92	5,35	3,88	6,31	0,002	0,002	0,002	0,002
Río Bogotá (Descargas)	Parque La Florida	0,10	0,09	0,07	0,14	0,21	0,20	0,13	0,27	N.A	N.A	N.A	N.A
	Descarga Navarra	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
	Descarga Planta Gibraltar	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A

Tabla 10. Cargas contaminantes y medidas estadísticas de algunos de los parámetros monitoreados en los 33 sitios de monitoreo

Cuenca	ESTACIÓN	Cobre Total (T/día)				Cromo Total (T/día)				Níquel Total (T/día)			
		Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil
Río Juan Amarillo	Parque Nacional	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
	Avenida 68	0,02	0,02	0,02	0,02	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
	Pontevedra	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
	Transversal 91	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
	PTAR Juan Amarillo	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
Río Fucha	Delirio	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
	Canal Los Comuneros	0,01	0,01	0,01	0,01	0,004	0,004	0,004	0,004	0,01	0,01	0,01	0,01
	Avenida de Las Américas	0,01	0,01	0,01	0,01	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
	Visión Colombia	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	N.A	N.A	N.A	N.A
	Zona Franca	0,10	0,08	0,08	0,11	0,06	0,06	0,06	0,06	0,13	0,13	0,13	0,13
Río Tunjuelo	Monteblanco	0,01	0,01	0,01	0,01	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
	Quebrada Yomasa	N.A	N.A	N.A	N.A	0,002	0,002	0,002	0,002	N.A	N.A	N.A	N.A
	Doña Juana	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
	Méjico	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
	San Benito	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
	Makro	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
	Transversal 86	0,07	0,07	0,07	0,07	0,14	0,12	0,05	0,22	N.A	N.A	N.A	N.A
	La Independencia	N.A	N.A	N.A	N.A	0,15	0,10	0,08	0,19	N.A	N.A	N.A	N.A
	Isla Pontón San José	N.A	N.A	N.A	N.A	0,21	0,12	0,10	0,24	N.A	N.A	N.A	N.A
	Puente La Virgen	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
Río Bogotá	Vuelta Grande Lisboa	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
	Entre Juan Amarillo y PTAR	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
	El Cortijo	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
	Puente Cundinamarca	0,25	0,25	N.A	0,25	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
	Puente Salazar	0,13	0,13	0,13	0,13	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
Río Bogotá (Descargas)	Gibraltar	0,26	0,26	0,26	0,26	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
	San Bernardino	0,21	0,21	0,21	0,21	0,26	0,26	0,23	0,30	N.A	N.A	N.A	N.A
	Cierre	N.A	N.A	N.A	N.A	0,46	0,44	0,35	0,56	N.A	N.A	N.A	N.A
	Torca	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
	PTAR El Salitre	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A

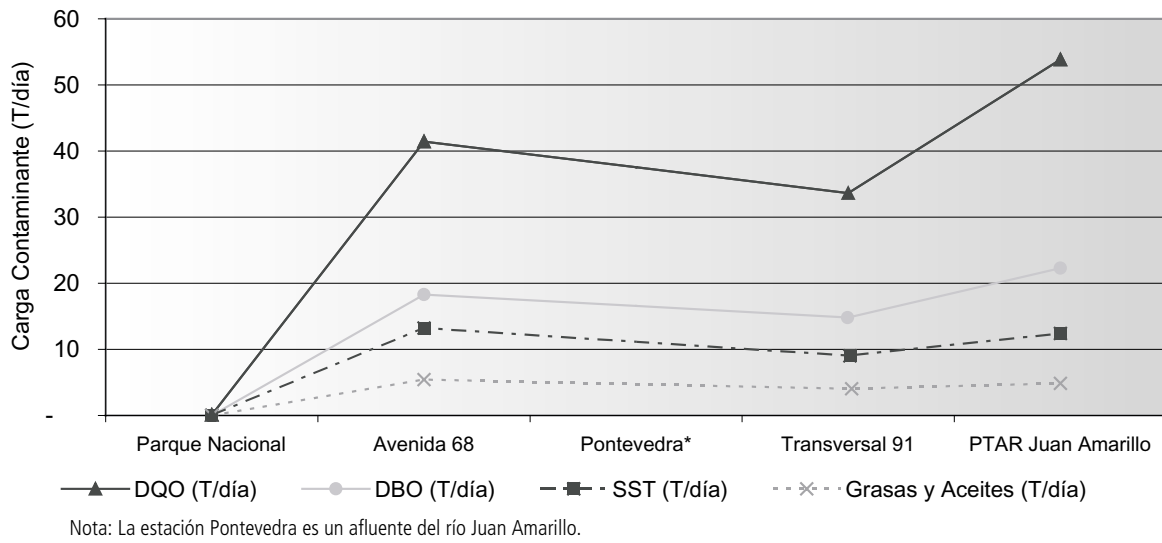
Tabla 10. Cargas contaminantes y medidas estadísticas de algunos de los parámetros monitoreados en los 33 sitios de monitoreo

Cuenca	ESTACIÓN	Plomo Total (T/día)					Zinc Total (T/día)					Cianuro (T/día)					
		Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil
Río Juan Amarillo	Parque Nacional	N.A	N.A	N.A	N.A	0,001	0,001	0,0004	0,001	N.A	0,001	0,001	0,001	N.A	N.A	N.A	N.A
	Avenida 68	0,002	0,002	0,001	0,002	0,022	0,016	0,010	0,029	0,06	0,07	0,06	0,07	0,06	0,07	0,06	0,07
	Pontevedra	N.A	N.A	N.A	N.A	0,003	0,003	0,003	0,003	0,04	0,03	0,02	0,04	0,03	0,02	0,04	0,04
	Transversal 91	0,012	0,012	0,012	0,012	0,020	0,018	0,016	0,021	0,09	0,08	0,03	0,09	0,08	0,03	0,10	0,10
	PTAR Juan Amarillo	0,005	0,004	0,004	0,005	0,023	0,019	0,017	0,026	0,17	0,11	0,06	0,17	0,11	0,06	0,25	0,25
	Delirio	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003	0,003	0,003	0,004	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
Río Fucha	Canal Los Comuneros	0,001	0,001	0,001	0,001	0,018	0,013	0,008	0,019	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Avenida de Las Américas	0,004	0,002	0,001	0,005	0,026	0,027	0,018	0,032	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
	Visión Colombia	0,081	0,013	0,007	0,086	0,168	0,145	0,105	0,239	0,12	0,10	0,08	0,12	0,10	0,08	0,15	0,15
	Zona Franca	0,016	0,010	0,008	0,019	0,247	0,181	0,131	0,251	0,62	0,21	0,15	0,62	0,21	0,15	0,48	0,48
	Monteblanco	N.A	N.A	N.A	N.A	0,016	0,015	0,009	0,022	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
	Quebrada Yomasa	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Río Tunjuelo	Doña Juana	0,003	0,003	0,003	0,003	0,014	0,012	0,009	0,018	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Méjico	0,002	0,002	0,002	0,002	0,021	0,020	0,015	0,025	0,21	0,14	0,10	0,21	0,14	0,10	0,25	0,25
	San Benito	0,003	0,003	0,002	0,004	0,021	0,015	0,013	0,030	0,11	0,08	0,05	0,11	0,08	0,05	0,19	0,19
	Makro	0,003	0,002	0,002	0,003	0,035	0,021	0,016	0,042	0,08	0,07	0,04	0,08	0,07	0,04	0,12	0,12
	Transversal 86	0,005	0,005	0,004	0,006	0,055	0,051	0,041	0,062	0,61	0,50	0,17	0,61	0,50	0,17	0,88	0,88
	La Independencia	0,006	0,006	0,006	0,006	0,070	0,063	0,046	0,084	0,82	0,70	0,36	0,82	0,70	0,36	1,06	1,06
Río Bogotá	Isla Pontón San José	0,022	0,018	0,009	0,025	0,220	0,177	0,108	0,311	1,65	0,69	0,40	1,65	0,69	0,40	1,32	1,32
	Puente La Virgen	0,034	0,010	0,009	0,032	0,054	0,052	0,045	0,056	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
	Vuelta Grande Lisboa	N.A	N.A	N.A	N.A	0,036	0,027	0,025	0,038	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
	Entre Juan Amarillo y PTAR	0,009	0,009	0,008	0,009	0,066	0,104	0,054	0,137	0,61	0,64	0,39	0,61	0,64	0,39	0,62	0,62
	El Cortijo	0,014	0,014	0,012	0,016	0,092	0,086	0,084	0,095	0,88	0,29	0,22	0,88	0,29	0,22	0,32	0,32
	Puente Cundinamarca	0,027	0,022	0,015	0,015	0,306	0,178	0,127	0,279	3,83	1,31	1,11	3,83	1,31	1,11	2,35	2,35
Río Bogotá (Descargas)	Puente Salazar	0,020	0,018	0,014	0,024	0,134	0,107	0,100	0,120	1,81	0,84	0,36	1,81	0,84	0,36	2,29	2,29
	Gibraltar	0,031	0,023	0,021	0,037	0,335	0,179	0,152	0,265	4,22	1,20	0,54	4,22	1,20	0,54	4,17	4,17
	San Bernardino	0,039	0,039	0,035	0,042	0,390	0,263	0,188	0,357	9,23	4,52	2,70	9,23	4,52	2,70	9,03	9,03
	Cierre	0,038	0,031	0,025	0,036	0,475	0,415	0,349	0,502	10,23	9,61	5,99	10,23	9,61	5,99	12,55	12,55
	Torca	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,002	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01
	PTAR El Salitre	0,006	0,005	0,005	0,006	0,046	0,044	0,035	0,051	0,20	0,20	0,11	0,20	0,20	0,11	0,30	0,30
Río Bogotá (Descargas)	Parque La Florida	0,001	0,0004	0,0003	0,001	0,005	0,005	0,004	0,006	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
	Descarga Navarra	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
	Descarga Planta Gibraltar	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A

Tabla 10. Cargas contaminantes y medidas estadísticas de algunos de los parámetros monitoreados en los 33 sitios de monitoreo

Cuenca	ESTACIÓN	DQO (T/día)				DBO 5 (T/día)				SST (T/día)				Grasas y Aceites (T/día)			
		Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil	Promedio	Mediana	Primer cuartil	Tercer cuartil
Río Juan Amarillo	Parque Nacional	0,10	0,10	0,08	0,12	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06	0,03	0,02	0,06	0,02	0,02	0,01	0,02
	Avenida 68	41,06	41,43	29,40	48,94	16,86	18,28	11,56	19,69	19,72	13,24	10,92	25,93	6,22	5,44	4,70	6,18
	Pontevedra	5,81	6,22	4,79	7,41	1,72	1,82	1,12	2,21	0,95	0,89	0,66	1,28	0,57	0,61	0,49	0,69
	Transversal 91	36,91	33,65	29,90	49,09	14,62	14,83	9,73	18,97	10,81	9,08	7,30	13,10	4,66	4,03	3,78	5,47
	PTAR Juan Amarillo	49,11	53,85	35,76	59,84	21,28	22,27	11,83	27,35	12,92	12,40	11,07	13,68	4,86	4,86	3,13	6,70
	Delirio	1,00	0,81	0,81	0,87	0,13	0,13	0,11	0,14	0,42	0,32	0,31	0,54	0,20	0,17	0,15	0,20
	Canal Los Comuneros	22,76	23,37	21,83	24,54	9,53	9,61	8,22	11,06	8,06	8,10	6,82	9,70	3,03	3,18	2,85	3,29
	Avenida de Las Américas	49,91	47,79	33,95	62,02	19,35	20,92	11,75	24,29	20,22	18,45	14,82	25,02	6,59	6,54	6,28	8,09
	Visión Colombia	235,45	231,49	200,80	249,06	104,67	101,22	78,26	117,15	83,19	78,73	74,96	94,19	30,39	24,32	20,47	40,74
	Zona Franca	282,52	244,51	190,24	286,93	130,33	118,51	86,70	131,61	89,52	60,82	40,08	82,02	26,15	23,98	18,92	29,25
Río Fucha	Monteblanco	5,92	3,44	2,29	5,02	0,63	0,55	0,40	0,75	7,68	2,61	1,43	9,30	0,61	0,37	0,35	0,41
	Quebrada Yomasa	2,71	1,01	0,39	3,37	0,55	0,10	0,06	0,47	1,82	0,38	0,13	1,08	0,19	0,07	0,06	0,17
	Doña Juana	32,39	32,57	22,28	37,63	11,32	9,10	7,81	14,86	60,12	35,49	25,33	96,99	1,19	0,92	0,63	1,51
	Méjico	17,43	12,90	10,22	21,80	4,95	3,87	2,12	5,59	37,03	19,89	17,27	27,31	1,46	1,27	1,13	1,41
	San Benito	41,04	37,49	35,69	50,83	13,55	15,86	8,20	17,22	60,77	70,55	46,68	77,10	4,12	3,26	2,56	6,09
	Makro	41,39	40,94	19,91	53,71	19,21	18,26	7,29	26,04	35,41	25,98	23,06	42,01	3,68	3,69	2,19	4,46
	Transversal 86	154,72	159,45	121,33	182,69	77,87	68,15	50,53	91,22	86,28	86,18	65,92	101,81	19,90	18,26	13,17	30,34
	La Independencia	186,47	189,33	146,53	238,76	81,54	87,50	72,21	102,05	118,49	112,38	93,72	128,40	21,39	21,82	16,95	26,66
	Isla Pontón San José	227,49	205,33	163,39	286,30	75,00	63,01	38,17	97,42	253,02	181,47	153,27	336,19	19,26	12,58	7,81	24,73
	Puente La Virgen	29,71	23,32	21,00	27,75	3,79	3,22	2,28	4,63	27,64	16,12	11,25	27,75	4,13	4,31	3,17	4,84
Río Bogotá	Vuelta Grande Lisboa	20,94	15,69	14,57	15,94	3,11	2,44	1,98	4,54	7,66	8,46	4,75	9,37	2,04	1,73	1,52	1,89
	Entre Juan Amarillo y PTAR	152,93	164,25	106,14	201,79	75,36	74,62	36,23	118,01	47,48	100,85	36,16	51,34	11,57	13,54	8,96	14,59
	El Corfijo	157,32	175,64	101,30	195,91	65,97	50,85	32,45	105,74	56,15	51,72	48,86	59,45	14,61	13,62	9,92	6,21
	Puente Cundinamarca	380,25	358,55	230,81	357,83	137,06	139,05	103,14	168,39	384,76	91,45	49,57	121,94	55,33	33,53	18,80	32,37
	Puente Salazar	201,44	196,63	167,20	235,42	71,19	60,99	49,76	84,80	72,90	74,91	50,83	92,29	21,47	18,12	14,85	21,70
	Gibraltar	431,17	397,88	276,42	453,17	149,17	152,46	96,71	203,61	488,07	123,80	94,99	329,75	75,37	74,20	28,69	117,85
	San Bernardino	468,36	390,85	277,63	466,48	232,23	180,96	116,69	273,41	199,18	126,84	123,55	199,18	73,24	49,42	35,80	104,99
	Cierre	645,88	678,90	592,68	743,30	301,35	294,70	267,41	320,35	301,36	259,77	228,12	325,26	61,79	61,56	44,42	67,89
	Torca	3,78	3,14	2,75	3,87	1,50	1,34	1,13	1,53	1,13	0,66	0,46	1,29	0,46	0,34	0,29	0,44
	PTAR El Saillire	154,32	153,91	140,47	164,41	67,08	70,83	62,96	80,45	35,16	34,54	30,17	39,57	14,46	14,28	12,67	17,27
Río Bogotá (Descargas)	Parque La Florida	14,31	14,91	11,18	18,15	7,27	7,28	5,67	8,54	4,53	4,21	3,25	5,70	2,04	2,30	1,13	2,65
	Descarga Navarra	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
	Descarga Planta Gibraltar	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
		N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A

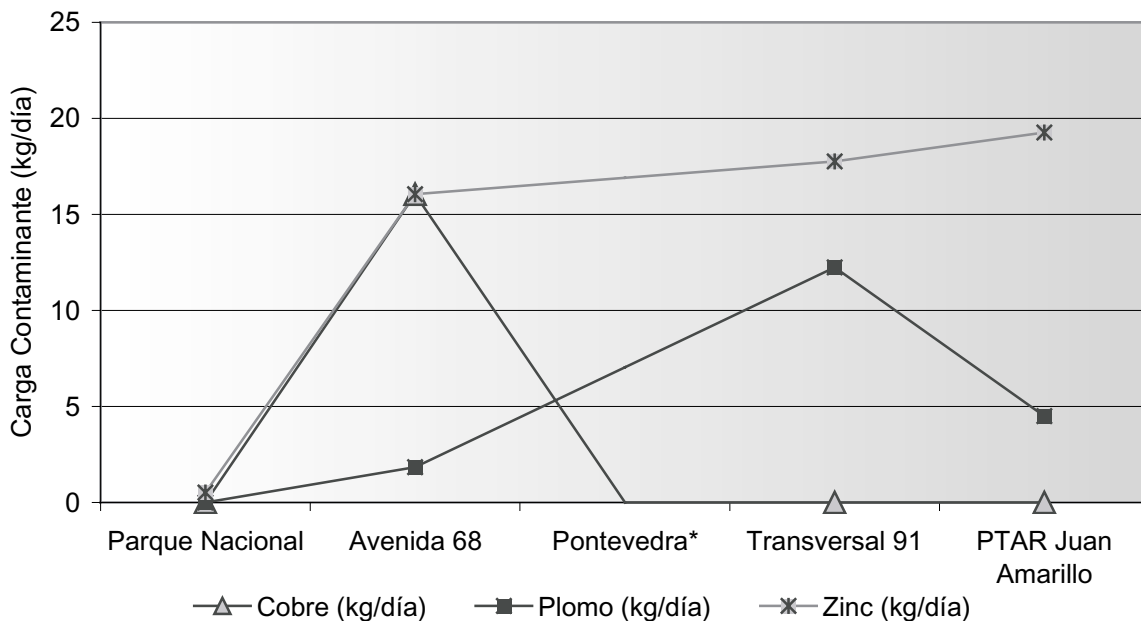
Figura 12. Cargas Contaminantes de DQO, DBO, SST y Grasas y Aceites sobre el río Juan Amarillo



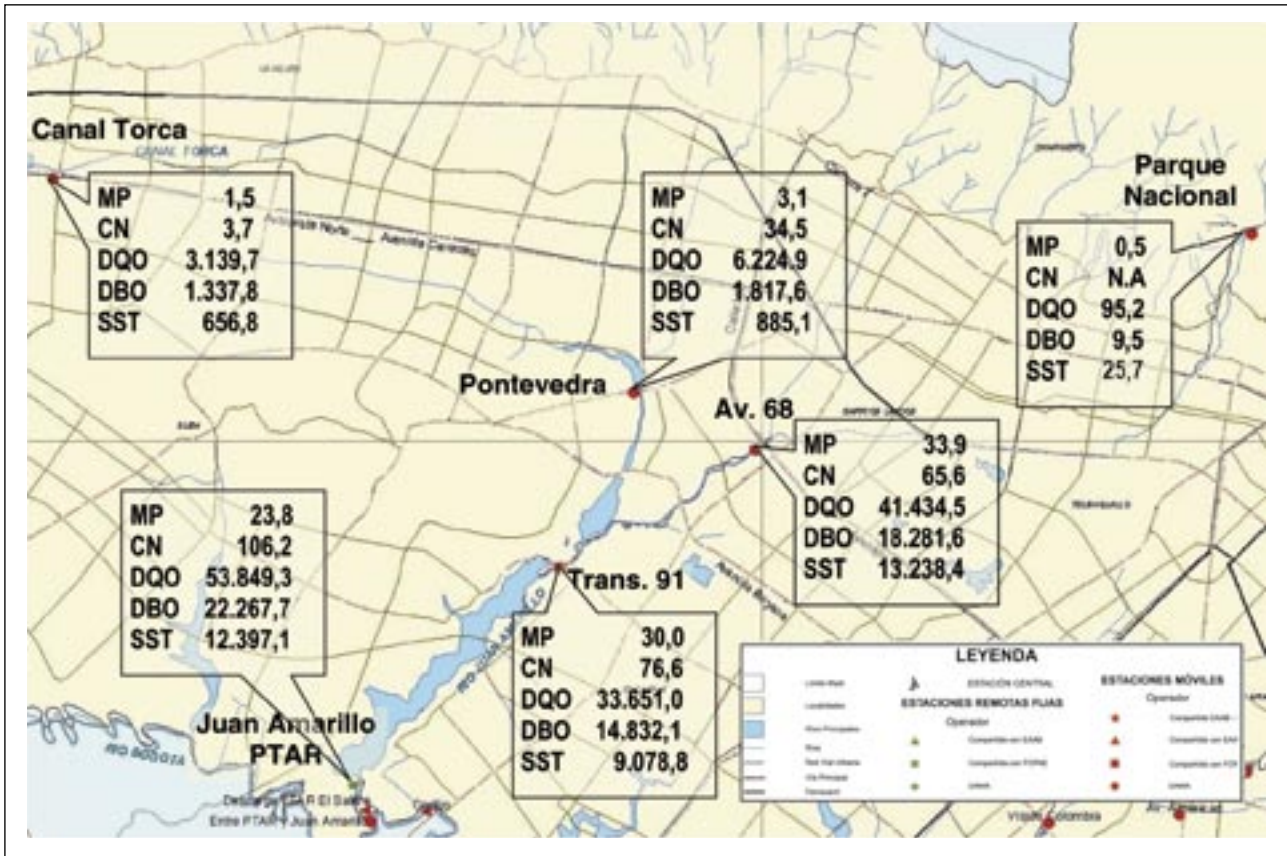
De acuerdo con la Figura 12, se observa un aumento de la carga en la estación Avenida 68 originada por los vertimientos de los canales Entreríos y Rionegro, siendo incluso mayor a la carga medida en Transversal 91 y muy cercana a la medida en PTAR Juan Amarillo. En promedio el río Juan Amarillo vierte diariamente 22,3 toneladas de DBO al río Bogotá.

De la Figura 13 es interesante resaltar los datos obtenidos en la Estación Avenida 68 en donde se registra la carga más alta de Cobre y una carga importante de Zinc, respecto a la estación PTAR Juan Amarillo que indican procesos de sedimentación a lo largo del río.

Figura 13. Cargas contaminantes de metales pesados sobre el río Juan Amarillo



Mapa 5. Cargas contaminantes de metales pesados, cianuro, DQO, DBO y SST (kg/día) en las estaciones de monitoreo de la cuenca del río Juan Amarillo

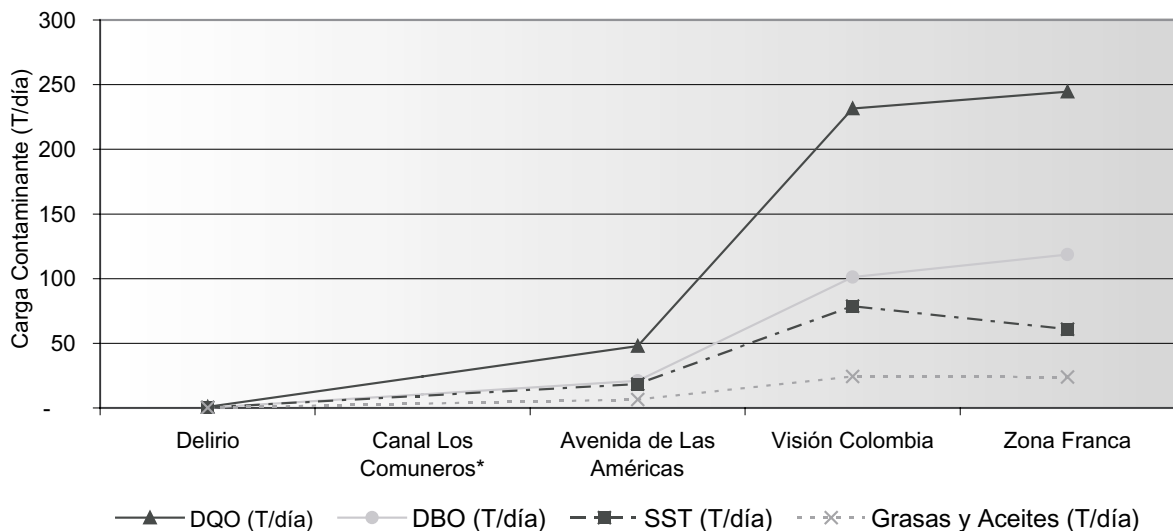


5.3.2 Río Fucha

En las Figuras 14 y 15 se presentan los resultados de las cargas contaminantes de DQO, DBO, SST y Grasas y Acei-

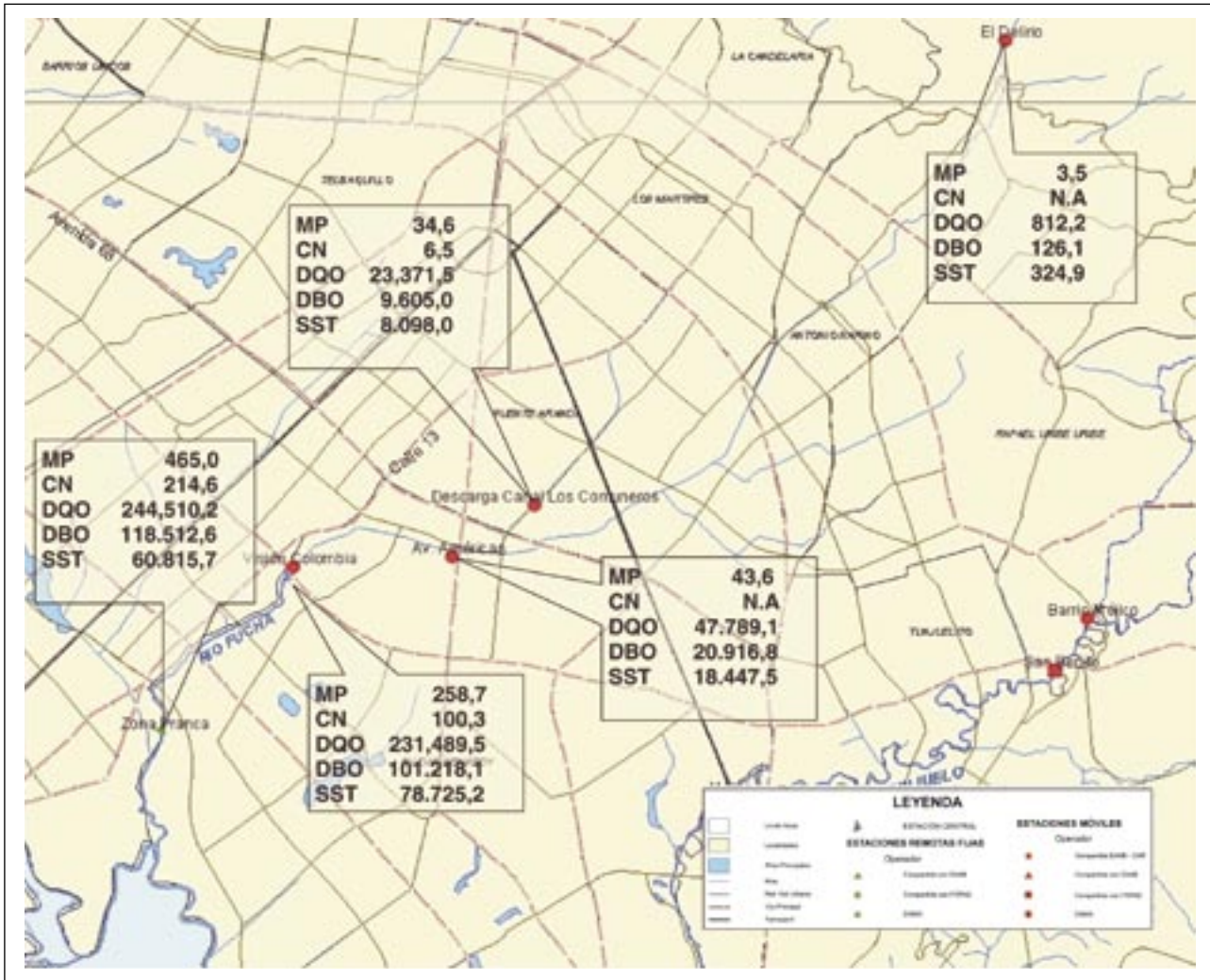
tes y de metales pesados (Cromo, Cobre, Zinc, Plomo y Cianuro) y en el Mapa 6 se presentan las cargas contaminantes de metales pesados, cianuro, DQO, DBO y SST de las estaciones de monitoreo de la cuenca del río Fucha.

Figura 14. Cargas Contaminantes de DQO, DBO, SST y Grasas y Aceites sobre el río Fucha



Nota: La estación Canal Los Comuneros es un afluente del río Fucha.

Mapa 6. Cargas contaminantes de metales pesados, cianuro, DQO, DBO y SST (kg/día) en las estaciones de monitoreo de la cuenca del río Fucha.

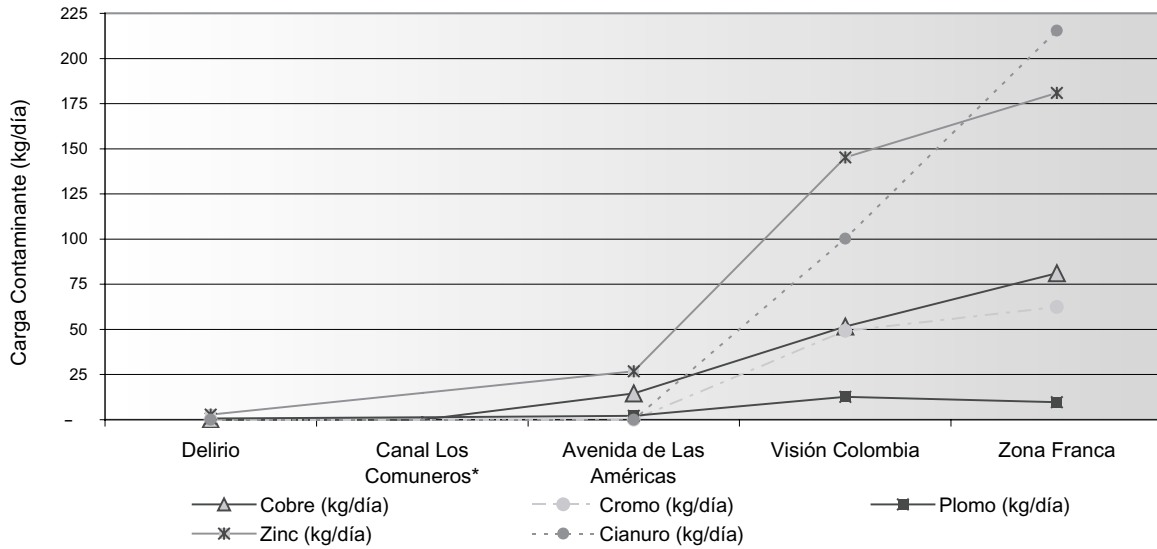


56

En la Figura 14 se puede observar cómo las cargas contaminantes (DQO y SST) aumentan a partir de la estación Avenida de Las Américas, en especial el tramo entre la Avenida de Las Américas y Visión Colombia, en donde se observa el mayor aporte de contaminantes hacia el río Fucha.

A diferencia de los resultados obtenidos en el río Juan Amarillo, a lo largo del río Fucha fueron determinadas cargas para los diferentes metales monitoreados. Es importante tener en cuenta y prestar atención a las cargas de cobre y cromo, las cuales indican contaminación por vertimientos industriales, sumando entre los dos cerca de 150 kg/día.

Figura 15. Cargas contaminantes de metales pesados y cianuro sobre el río Fucha



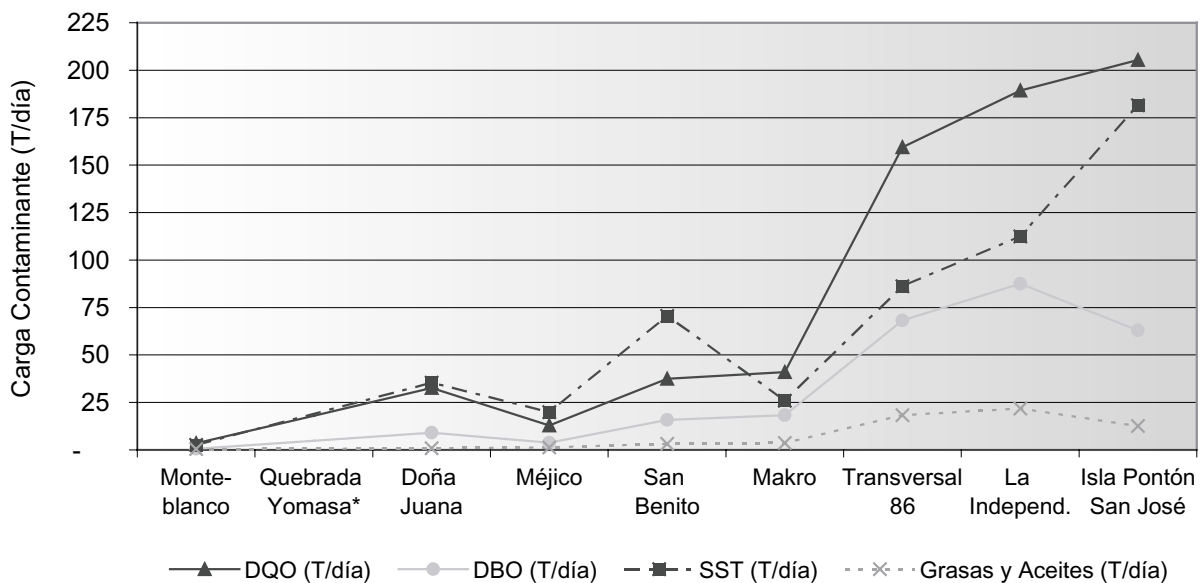
Nota: La estación Canal Los Comuneros es un afluente del río Fucha.

5.3.3 Río Tunjuelo

En las Figuras 16 y 17 se presentan las cargas contaminantes de DQO, DBO, SST y Grasas y Aceites y de metales

pesados (Cobre, Plomo, Zinc y Cromo), y en el Mapa 7, las cargas contaminantes de metales pesados, cianuro, DQO, DBO y SST de las estaciones de monitoreo de la cuenca del río Tunjuelo.

Figura 16. Cargas Contaminantes de DQO, DBO, SST y Grasas y Aceites sobre el río Tunjuelo



Nota: La estación Quebrada Yomasa es un afluente del río Tunjuelo.

De la Figura 16 vale destacar el aumento de la carga contaminante de los diferentes parámetros en los tramos Monteblanco – Doña Juana, Méjico – San Benito y Makro – Isla Pontón San José. En este mismo sentido los tramos Doña Juana – Méjico y San Benito – Makro fueron los únicos tramos en donde se observó una disminución del aporte de carga contaminante.

En el río Tunjuelo se observa que el sitio de monitoreo Pontón San José vierte menos carga contaminante de DBO que la que se registra en las estaciones Transversal 86 y La Independencia, donde se midieron aproximadamente 60 T/día de este contaminante, 10 T/día más que las medidas en Pontón San José. El tramo del río Tunjuelo donde se presenta un mayor aporte de carga contaminante corresponde al comprendido entre la estación Makro y la estación Transversal 86.

La carga contaminante de metales pesados tiene un comportamiento similar a lo largo de la cuenca alta y media, observándose un incremento considerable a partir del sitio de monitoreo Makro hasta Isla Pontón San José, siendo importantes los aportes de Zinc y Cromo con 177 y 120 kilos/día respectivamente. Igualmente, son significativos los aportes de Cobre medidos

en la Transversal 86, con un carga de aproximadamente 70 kilos/día.

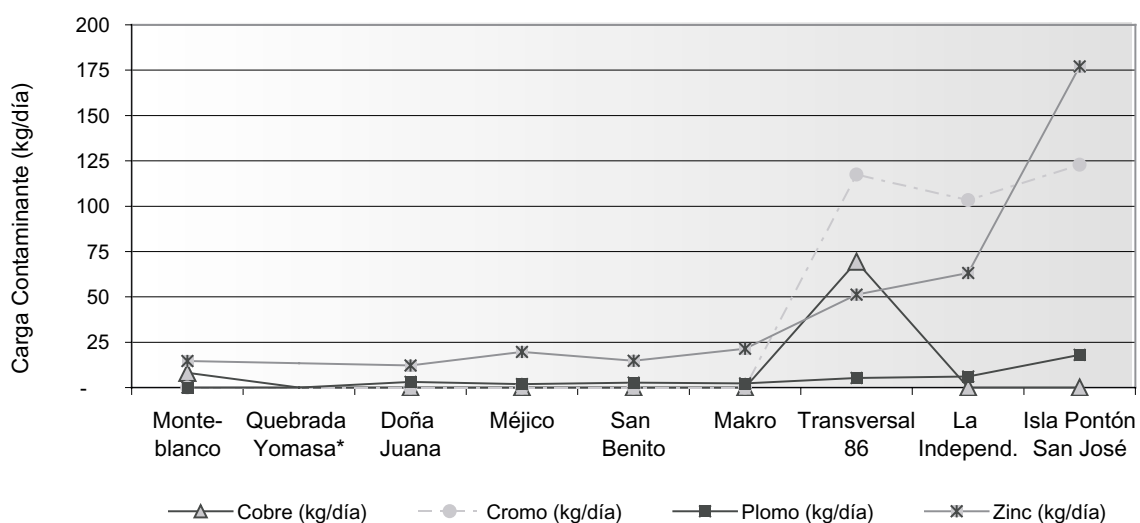
5.3.4 Río Bogotá

A lo largo del río Bogotá, se observan aumentos en la carga de DQO, DBO, SST y Grasas y Aceites en las estaciones entre Juan Amarillo y PTAR, Puente Cundinamarca, Gibraltar y Cierre, estaciones localizadas aguas abajo de la confluencia del río Juan Amarillo, río Fucha y río Tunjuelo con el río Bogotá respectivamente (Ver Figura 18), cuyo aporte total excede las 200 T/día. De estas, cerca de la mitad es vertida por el río Fucha y el restante 50%, por las descargas del río Juan Amarillo y del río Tunjuelo.

Los resultados de la Figura 18 muestran unos valores de DQO muy elevados para las estaciones de Gibraltar, San Bernardino y Cierre, con 397, 390 y 678 T/día respectivamente.

En la Figura 18 se nota el aumento de la carga contaminante medida en Puente Cundinamarca, Gibraltar y Cierre, puntos en donde se registra la confluencia de los ríos Juan Amarillo, Fucha y Tunjuelo respectivamente. En el tramo comprendido entre Puente Cundinamarca y Puente Salazar, se reduce la carga, la concentración y el caudal.

Figura 17. Cargas contaminantes de metales pesados sobre el río Tunjuelo



Nota: La estación Quebrada Yomasa es un afluente del río Tunjuelo.

Mapa 7. Cargas contaminantes de metales pesados, Cianuro, DQO, DBO y SST (kg/día) en las estaciones de monitoreo de la Cuenca del río Tunjuelo

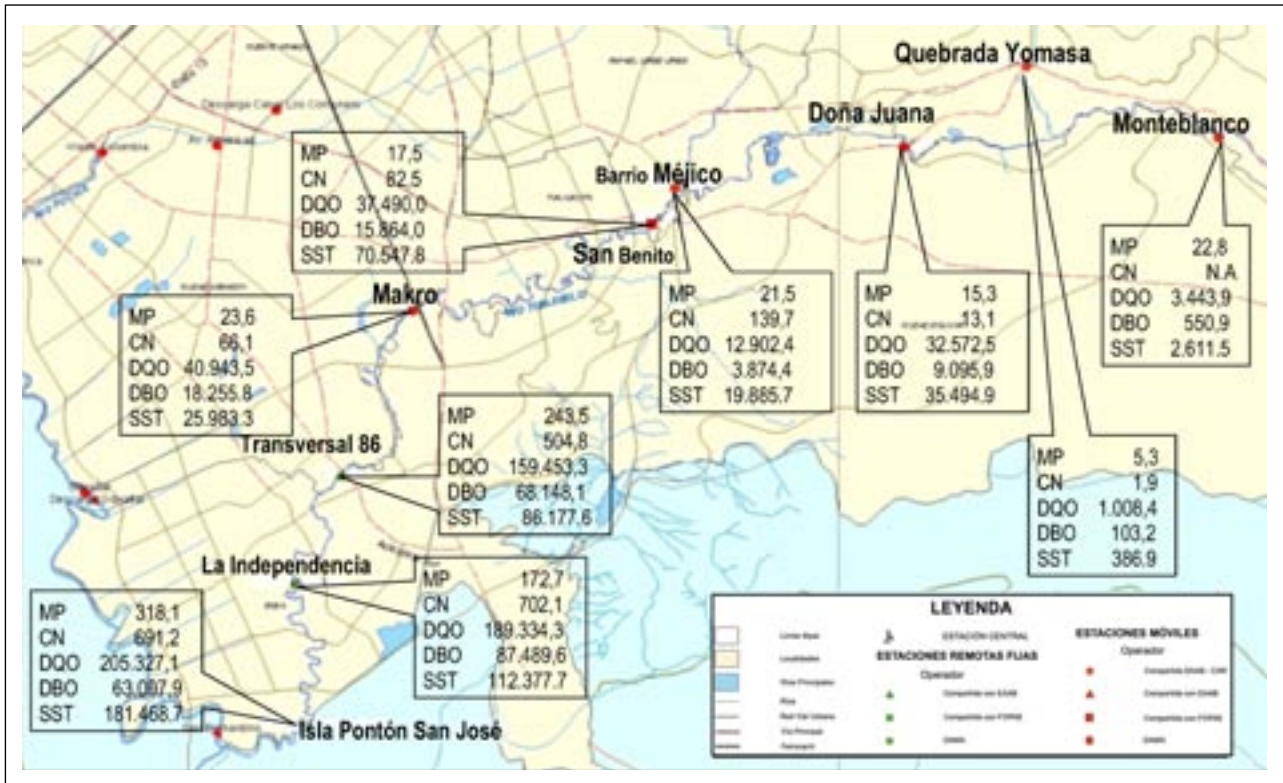


Figura 18. Cargas Contaminantes de DQO, DBO, SST y Grasas y Aceites sobre el río Bogotá

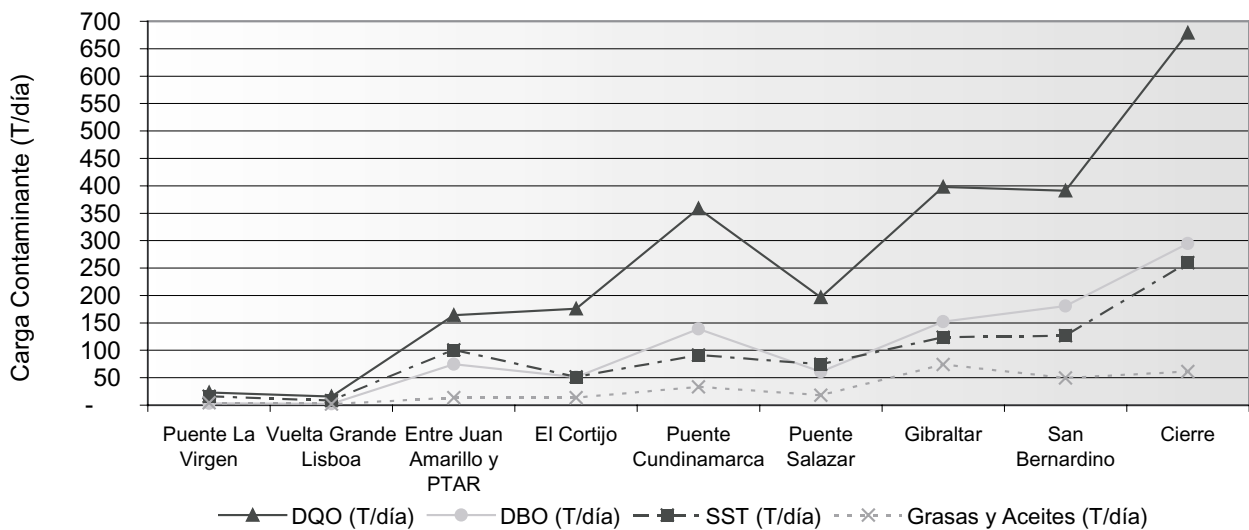
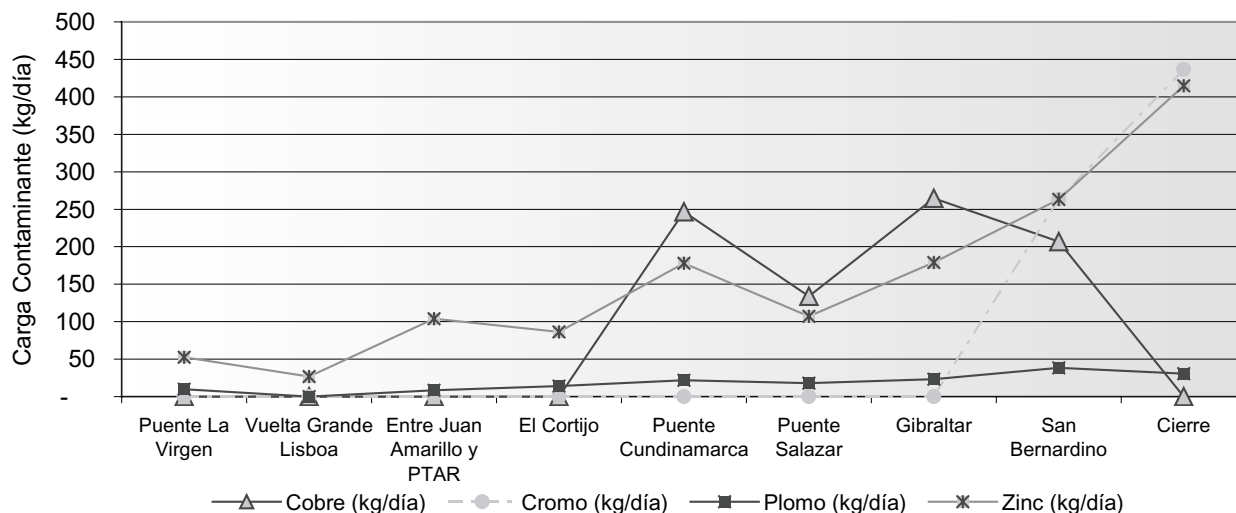


Figura 19. Cargas contaminantes de metales pesados sobre el río Bogotá



Los resultados de las cargas contaminantes de metales pesados (Ver Figura 19) sobre el río Bogotá muestran un fuerte incremento de Cobre en los sitios de monitoreo Puente Cundinamarca y Gibraltar (250 y 260 kg/día respectivamente); desde donde desciende incluso a niveles de concentración no detectables en Cierre, indicando procesos de sedimentación en ese tramo.

Las cargas diarias de Zinc y Cromo se encuentran en 415 y 440 kg/día en la estación de monitoreo Cierre, siendo de especial interés el tramo comprendido entre Gibraltar y Cierre. Allí se registraron los mayores incrementos de Cromo, indicando que los ríos Fucha y Tunjuelo son los que más aportan dicho metal.

5.3.5 Análisis comparativo de cargas contaminantes

A continuación se presenta un análisis comparativo de las cargas contaminantes de DQO, DBO, SST, Grasas y Aceites y Metales Pesados registrados en las estaciones Juan Amarillo PTAR, Zona Franca y Pontón San José, las cuales representan la carga vertida por los ríos Juan Amarillo, Fucha y Tunjuelo respectivamente, al río Bogotá (Ver Figuras 20 y 21).

En la Figura 20 se observa que el río Fucha recibe el mayor aporte de aguas residuales de la ciudad, con cargas cercanas a los 250 de DQO y 120 T/día de DBO

respectivamente; y que el río Tunjuelo aporta altas cargas de SST al río Bogotá.

Los resultados de SST muestran que, para el caso del río Juan Amarillo, el sitio que registra mayor aporte de carga contaminante es la estación Avenida 68, con un 10% más a lo medido en PTAR Juan Amarillo. En el río Fucha sobre el sitio de monitoreo Visión Colombia se midieron alrededor de 80 T/día y sobre Zona Franca 60 T/día, indicando nuevamente un proceso de depuración del río, el cual puede ser generado por procesos de sedimentación en el tramo comprendido entre las estaciones Visión Colombia y Zona Franca.

Sobre las descargas realizadas al río Bogotá se observan tres sitios donde la carga contaminante de SST aumenta considerablemente: descarga de la PTAR El Salitre, río Fucha en la estación Zona Franca y río Tunjuelo en la estación Pontón San José; sin embargo, la carga vertida por el río Tunjuelo es tres (3) veces mayor a la vertida por el río Fucha y doce (12) veces mayor a la de la PTAR El Salitre.

Como se puede observar en la Figura 21 la carga de metales pesados sobre el río Juan Amarillo es mucho menor a la presentada en los ríos Fucha y Tunjuelo.

La cuenca del río Juan Amarillo vierte al río Bogotá aproximadamente 24 kg/día de metales pesados; sin embargo,

Figura 20. Cargas contaminantes de DQO, DBO, SST y Grasas y Aceites vertidas al río Bogotá

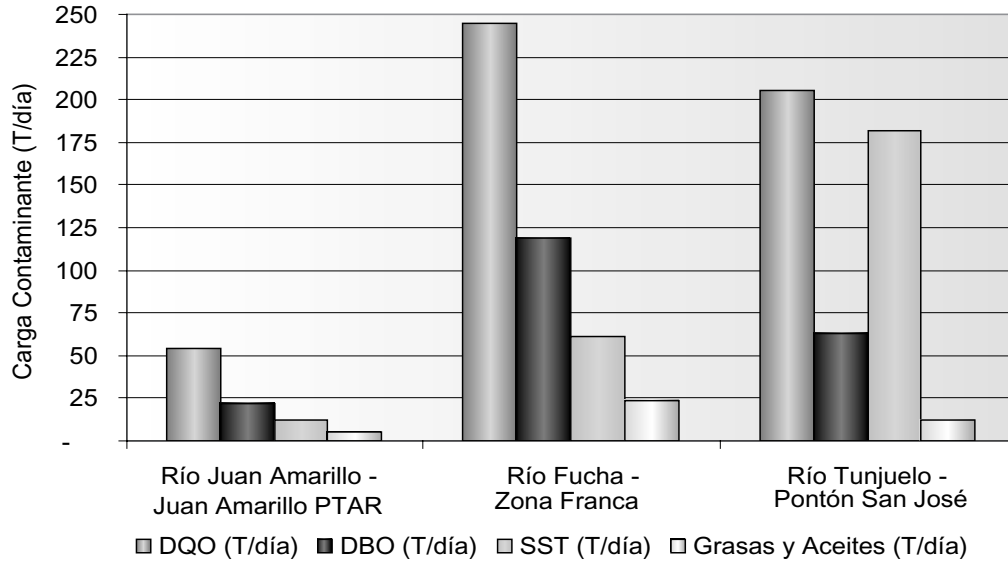
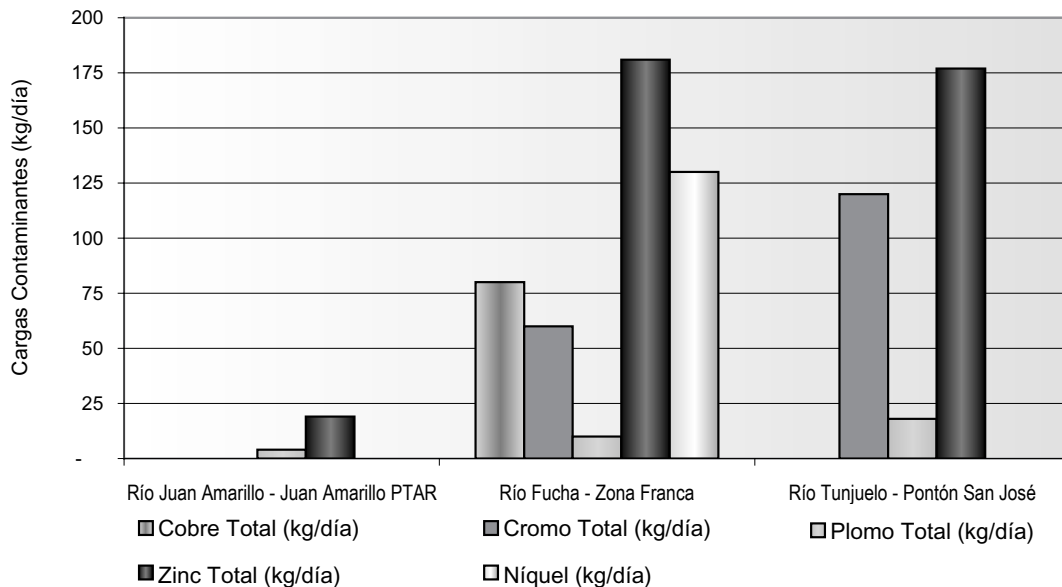


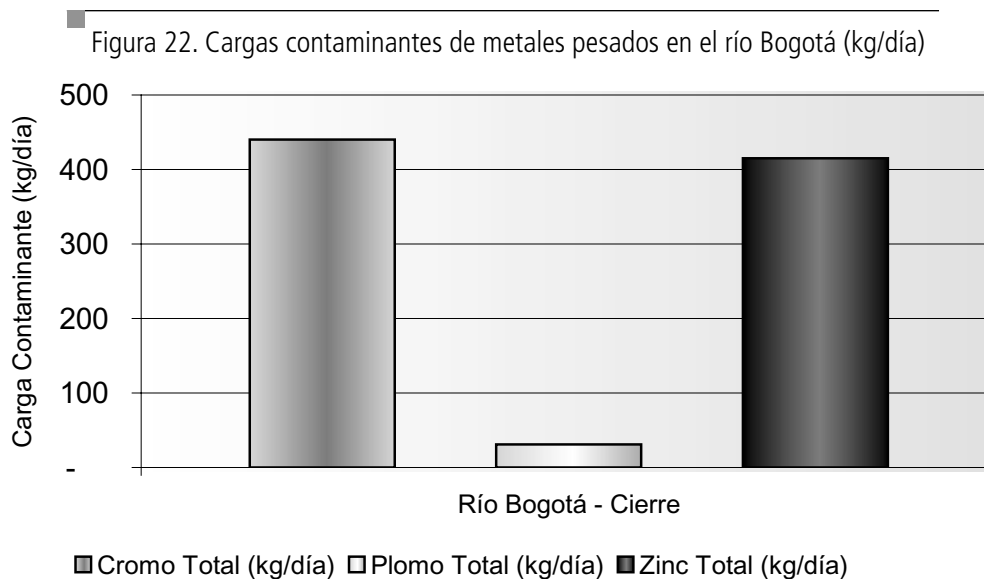
Figura 21. Cargas contaminantes de metales pesados por río (kg/día)



este río nuevamente presenta un comportamiento, en donde la carga contaminante de metales pesados medida en la estación Avenida 68 (34 kg/día) es mayor a la registrada en la estación Juan Amarillo PTAR (24 kg/día), cuyas concentraciones de metales pesados se deben básicamente a zinc y en más baja proporción, a cobre.

En el río Fucha hay dos tramos en donde aumentaron las cargas contaminantes: el primero comprendido entre Ave-

nida de Las Américas y Visión Colombia y el segundo entre la estación Visión Colombia y la estación Zona Franca. En la Avenida de Las Américas se registraron en promedio 45 kg/día de metales (cobre, plomo y zinc) y en la estación Visión Colombia se observaron cargas en promedio de 260 kg/día, mostrando un incremento de seis (6) veces respecto al sitio anterior (Avenida de Las Américas). Adicionalmente, el sitio de monitoreo Visión Colombia presentó una carga contaminante de metales pesados (cromo, níquel y zinc)



160 kg/día, midiéndose un aumento de 35 kg/día respecto al sitio de monitoreo anterior (Avenida de Las Américas) revelando la presencia de vertimientos industriales.

- **62** • Para el segundo tramo se midió un aumento de la carga de metales de 1,8 veces más (Zona Franca), frente a lo medido en Visión Colombia.

De los 465 kg/día de metales pesados medidos en el río Fucha (Zona Franca), 130 kg corresponden a Níquel, metal que no fue detectado en los otros ríos; en ese caso también sobresalen las cargas de Cobre (80 kg/día) y Cromo (60 kg/día) vertidas al río.

Para el río Tunjuelo es importante destacar los aportes de cromo (120 kg/día), generados por el sector industrial, y de zinc (177 kg/día), originados por las aguas residuales domésticas vertidas a los cuerpos de agua.

En este mismo río, existe un tramo en donde las cargas contaminantes de metales pesados permanecen constantes (Doña Juana hasta Makro); sin embargo, en este último sitio se observa una fuerte variación entre el valor de la mediana (12,5 kg/día) y el del tercer cuartil (25 kg/día), indicando comportamientos atípicos de dichos parámetros. En el siguiente sitio de monitoreo, estación Transversal 86, fueron medidas cargas medias de 170 kg/día, siendo este uno de los tramos en donde aumenta más la carga contaminante de metales pesados.

En el siguiente tramo (La Independencia a Pontón San José) se observa un aumento de la carga contaminante de metales pesados de 75 kg/día.

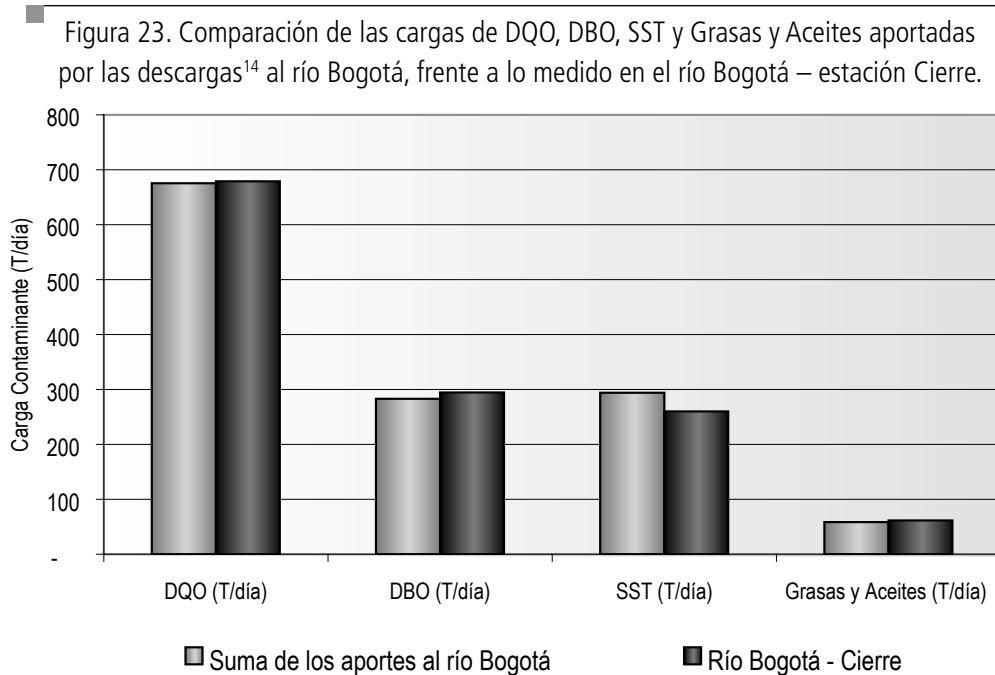
De los 886 kilogramos diarios de metales pesados, medidos en la estación Cierre en el río Bogotá (Ver Figura 22), más del 96% de la carga de metal corresponde a Cromo y Zinc; de estos resultados es importante establecer que tan solo tres de los seis metales monitoreados fueron encontrados en la estación Cierre, lo que indica procesos de sedimentación de metales, como níquel y cobre.

En la Figura 23 se presenta la comparación de los principales parámetros (DQO, DBO, SST y Grasas y Aceites) y en la Figura 24, la comparación de las cargas contaminantes de metales pesados (kg/día) de los aportes las descargas al río Bogotá (ríos Juan Amarillo, Fucha, Tunjuelo y descargas directas al río¹²) y de la carga medida en el sitio de monitoreo Cierre¹³ correspondiente al total de aportes sobre el río Bogotá.

■ ■ ■

¹² Las descargas directas al río Bogotá son Torca, PTAR El Salitre, Parque La Florida, Descarga Navarra y Descarga Gibraltar.

¹³ Para realizar la comparación y establecer el aporte de metales pesados de la ciudad, fue restada la carga medida en la estación Puente La Virgen (Ingreso del río Bogotá al perímetro de la ciudad).



Al comparar la suma de las cargas de DQO, DBO, SST y Grasas y Aceites medidos en las descargas al río Bogotá (Torca, PTAR El Salitre, Parque La Florida, Descarga Navarra y Descarga Gibraltar) frente a la carga para estos parámetros medidos en la estación río Bogotá – Cierre, se observa que los valores son muy similares, obteniendo un mayor valor en la estación Cierre para DQO, DBO y Grasas y Aceites y un menor valor para SST, originado por la sedimentación entre el tramo Pontón San José y Cierre (Ver Figura 23).

Los resultados obtenidos muestran que la carga de cobre aportada al río Bogotá¹⁵ está por encima de las cargas medidas en el sitio de monitoreo río Bogotá - Cierre, lo cual indica una sedimentación de cobre sobre el lecho del río, principalmente a partir de la estación de monitoreo Gibraltar (Ver Figura 24).

Para el caso de cromo los resultados son contrarios a los de cobre; en el sitio de monitoreo Cierre fueron medidos cerca de 450 kg/día, mientras que los aportes de cromo de las descargas al río Bogotá fueron del orden de 180 kg/día.

En cuanto a Níquel, no se detectaron cargas de este metal en la estación río Bogotá – Cierre, en donde las descargas medidas al río fueron de 140 kg/día, de las cuales el río Fucha aporta cerca de 130 kg/día. Estos resultados al igual que para cobre, indican la presencia de una alta

sedimentación de níquel en el río especialmente en el tramo comprendido entre la desembocadura del río Fucha y Cierre (río Bogotá).

En lo que respecta a plomo y zinc, las mediciones obtenidas en las descargas al río Bogotá, frente a las obtenidas en la estación río Bogotá – Cierre, son muy similares, con valores para plomo de 33 kg/día para las descargas y de 31 kg/día en el Cierre, y de zinc de 382 kg/día en las descargas y de 415 kg/día en la estación Cierre.

5.3.6 Calibraciones semanal y diaria de la información capturada por la Red de Calidad del Recurso Hídrico de Bogotá D.C.

A manera de ejemplo se presentan los resultados de la calibración diaria y semanal realizada en la estación Juan Amarillo PTAR.

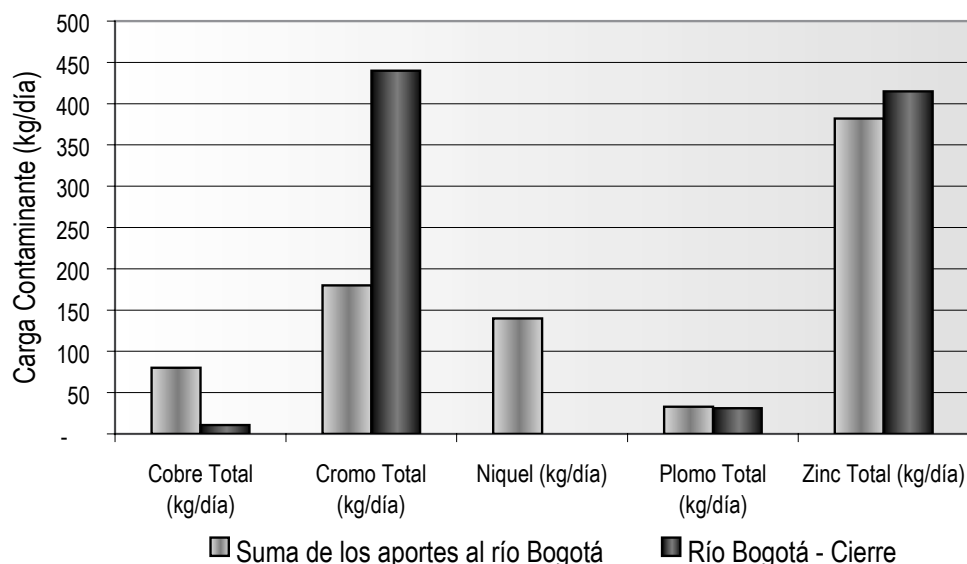
Estas calibraciones permiten ver la variación diaria y semanal tanto de la concentración de contaminantes, como del caudal. Factores como precipitación, jornadas laborales, tipo

■ ■ ■

¹⁴ Para efectos de comparación, como aportes al río Bogotá se tuvieron en cuenta las cargas originadas por Torca, río Juan Amarillo, PTAR El Salitre, Parque La Florida, Descarga Navarra, río Fucha, Descarga Gibraltar y río Tunjuelo.

¹⁵ El mayor aporte de carga de cobre es realizado por el río Fucha.

Figura 24. Comparación de las cargas de metales pesados aportadas por las descargas¹⁶ al río Bogotá, frente a lo medido en el río Bogotá – estación Cierre.



• 64 •

y longitud del alcantarillado, tiempo de respuesta, existencia de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, zona residencial, comercial, industrial o de servicios, determinan el comportamiento a lo largo de un periodo de tiempo, que para el caso fue un día, y factores como días laborales, lavado de ropa, lavado de automóviles, limpieza del hogar, determinan el comportamiento a lo largo de una semana.

5.3.6.1 Calibración Semanal

5.3.6.1.1 Parámetros Medidos en Campo

Durante la semana de muestreo (septiembre 8 – 14 de 2003), los resultados obtenidos para Temperatura, pH, Conductividad, Oxígeno Disuelto y Turbidez (Ver Tabla 11), muestran valores con poca variación, excepto el oxígeno disuelto medido

Tabla 11. Parámetros medidos en campo. Calibración semanal. Estación río Juan Amarillo – PTAR

Día de Muestreo	Hora	Temperatura (°C)	pH	Conductividad Eléctrica (µs/cm)	Oxígeno Disuelto (mg/l)	Turbidez (UNT)
Lunes	10:30	17,7	7,2	362,0	4,5	58,3
Martes	9:00	15,5	7,1	212,0	0,8	65,1
Miércoles	10:00	17,4	7,1	356,0	0,6	64,8
Jueves	11:30	17,2	7,1	388,0	0,5	64,3
Viernes	12:30	18,0	7,2	589,0	0,2	65,7
Sábado	10:45	18,5	7,2	590,0	0,6	77,0
Domingo	13:30	17,9	7,3	587,0	0,1	74,8

■ ■ ■

¹⁶ Para efectos de comparación como aportes al río Bogotá se tuvieron en cuenta las cargas originadas por Torca, río Juan Amarillo, PTAR El Salitre, Parque La Florida, Descarga Navarra, río Fucha, Descarga Gibraltar y río Tunjuelo.

el lunes 8 de septiembre de 2003 (4,5 mg/l). Dicho valor es atípico para esta clase de ríos, originado posiblemente por una fuerte lluvia presentada el sábado 6 de septiembre, lo que permite un movimiento y aireación de las masas de agua.

5.3.6.1.2 Parámetros Analizados en el Laboratorio

Los resultados muestran (Ver Tabla 12) una alta concentración de Nitratos, originada por los altos tiempos de retención del agua residual en el punto donde se toma la muestra. Los valores de DQO y DBO presentan una tendencia al aumento desde el viernes hasta el domingo, midiéndose el valor más bajo para el martes.

5.3.6.1.3 Medición de Caudal

Los mayores valores de caudal se registraron los días lunes y miércoles, como producto de lluvias leves presentadas durante estos días (Ver Figura 25). Para los otros días el caudal medido no presentó gran variación, situación que se debe principalmente a la regulación que se realiza sobre el río Juan Amarillo a la altura del Humedal que lleva su mismo nombre.

5.3.6.2 Calibración Diaria

5.3.6.2.1 Parámetros Medidos en Campo

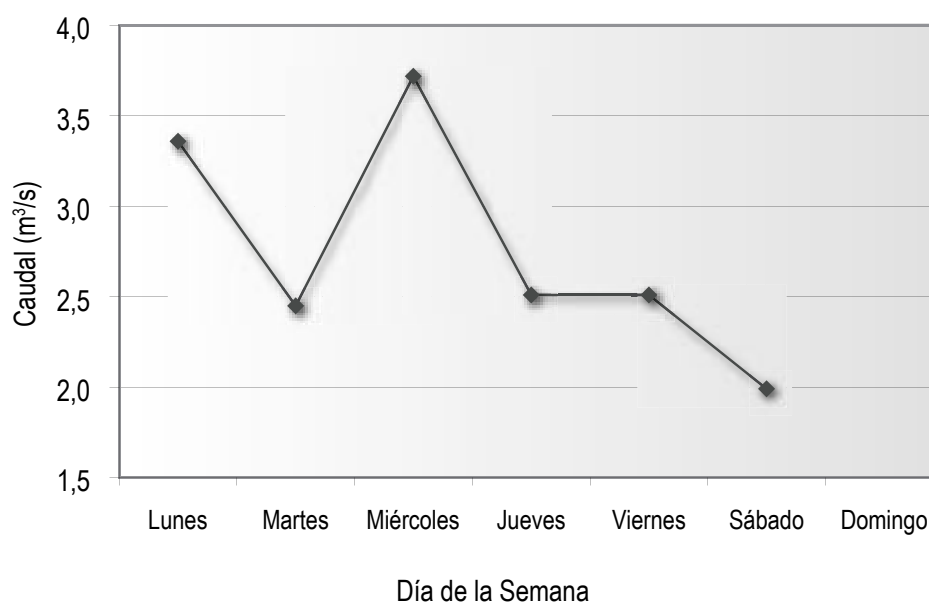
Los resultados del muestreo reflejan un comportamiento similar para la mayoría de los parámetros, ex-

Tabla 12. Parámetros analizados en laboratorio. Calibración semanal.
Estación río Juan Amarillo – PTAR

Día de Muestreo	Nitrato (mg/l)	Nitrito (mg/l)	SAAM (mg/l)	DQO (mg/l)	DBO (mg/l)	SST (mg/l)	Grasas y aceites (mg/l)
Lunes	1,4	0,01	2,8	156,0	52,8	63,5	13,1
Martes	1,1	<0,006	1,7	68,0	20,5	73,0	3,7
Miércoles	1,5	0,01	3,1	128,0	53,0	58,5	7,8
Jueves	1,6	<0,006	4,7	166,0	50,0	39,0	13,8
Viernes	2,0	<0,006	0,7	255,0	102,0	64,0	26,6
Sábado	2,2	<0,006	9,1	255,0	115,0	57,3	29,8
Domingo	2,1	0,02	10,9	287,0	220,0	79,3	31,3

• 65 •

Figura 25. Comportamiento semanal del caudal. Estación río Juan Amarillo – PTAR



cepto Turbidez, el cual muestra una mayor variación, presentándose valores más bajos en horas de la mañana que en horas de la tarde (Ver Tabla 13). Esta

situación es originada posiblemente por el arrastre de sólidos de las actividades residencial, industrial y comercial.

Tabla 13. Parámetros medidos en campo durante la calibración diaria. Estación río Juan Amarillo – PTAR

Hora de Muestreo	Temperatura (°C)	pH	Conductividad Eléctrica (µs/cm)	Oxígeno Disuelto (mg/l)	Turbidez (UNT)
2:00	19,8	7,7	513,0	0,4	49,5
4:00	19,7	7,7	488,0	0,3	46,4
6:00	17,5	7,8	469,0	0,8	38,7
8:00	18,9	7,9	540,0	0,6	48,3
10:00	19,6	7,9	631,0	0,4	78,1
12:00	19,1	7,8	648,0	0,5	85,4
14:00	18,6	7,8	658,0	0,4	87,9
16:00	13,6	7,8	552,0	0,5	86,3
18:00	16,8	7,8	602,0	0,5	83,4
20:00	17,1	7,7	601,0	0,4	81,5
22:00	17,1	7,7	605,0	0,4	74,5
0:00	19,3	7,8	593,0	0,3	56,2

5.3.6.2.2 Parámetros Analizados en el Laboratorio

A pesar de tratarse de una corriente superficial, los valores de SAAM y cianuro se encuentran por encima de los valores permitidos por la resolución del DAMA para vertimientos a cuerpos de agua. Al igual que los resultados obtenidos en campo, las mayores concentraciones para los parámetros analizados en laboratorio se presentan en horas de la tarde y de la noche, situación que puede ser originada por las descargas de aguas residuales domésticas en el río y que puede ser corroborada por los resultados de SAAM, DQO y DBO (Ver Tabla 14).

5.3.6.2.3 Medición de Caudal

Los resultados de caudal muestran una variación con tendencia al aumento en las horas del mediodía, originado por una leve lluvia que se presentó en las horas de la mañana (Ver Figura 26). Sin embargo, como se pudo apreciar durante el desarrollo del proyecto, las variaciones de caudal en el río Juan Amarillo no son originadas por el aumento

o disminución de las descargas directas al río, sino por la presencia de lluvias.

5.4 CÁLCULO DE LOS INDICADORES DE CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO

5.4.1 Relación DQO/DBO

Como se mencionó anteriormente, la relación DQO/DBO indica la biodegradabilidad del cuerpo de agua y deberá ser superior a uno (1). Los resultados obtenidos para este indicador se dividieron en tres grupos: los de línea base, los altamente contaminados y los característicos de agua residual doméstica.

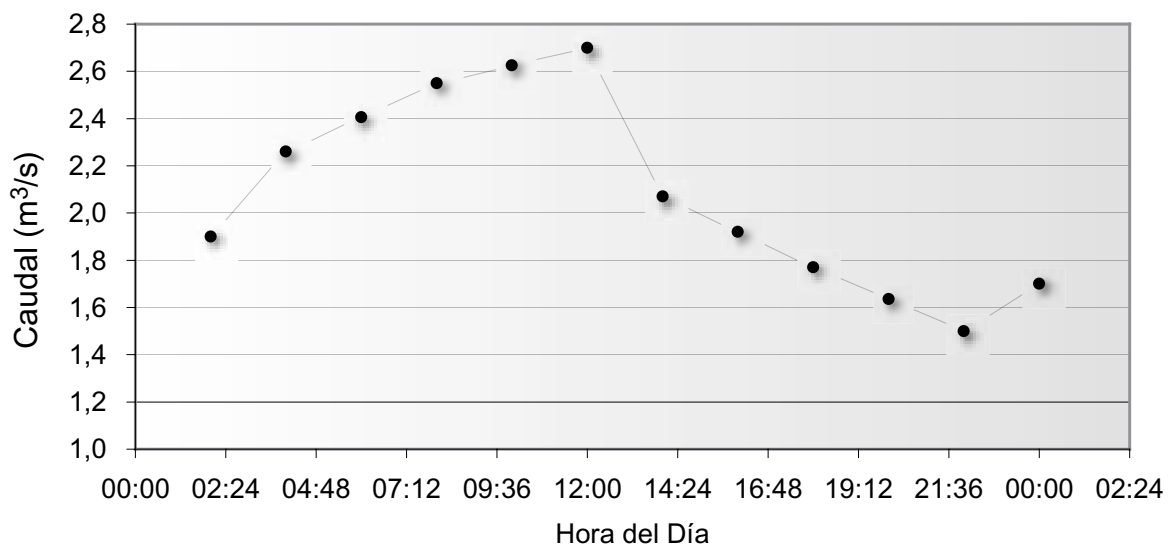
5.4.1.1 Línea Base

Los sitios de monitoreo identificados como línea base (Puente La Virgen, Parque Nacional, El Delirio y Monteblanco) y la estación Vuelta Grande Lisboa, sobre el río Bogotá, presentan relaciones de DQO/DBO muy altas, con contenidos de materia inorgánica cinco o seis veces

Tabla 14. Parámetros analizados en laboratorio durante la calibración diaria.
Estación río Juan Amarillo – PTAR

Hora de Muestreo	SAAM (mg/l)	Cianuro (mg/l)	DQO (mg/l)	DBO (mg/l)	SST (mg/l)	Grasas y Aceites (mg/l)
2:00	4,5	0,2	170,0	62,0	57,0	18,6
4:00	3,3	0,2	144,0	45,9	53,0	21,1
6:00	2,9	0,3	130,0	48,6	44,0	17,1
8:00	3,4	0,4	188,0	78,6	55,0	18,1
10:00	5,9	0,5	269,0	104,0	61,0	29,7
12:00	10,5	0,7	289,0	130,0	59,0	31,7
14:00	13,4	0,7	310,0	146,0	46,0	32,3
16:00	9,6	1,3	269,0	131,0	54,0	32,2
18:00	13,1	1,0	260,0	118,0	48,0	34,6
20:00	9,4	1,3	253,0	124,0	61,0	36,5
22:00	11,9	2,5	253,0	114,0	63,0	31,2
0:00	9,3	1,4	219,0	106,0	57,0	22,4

Figura 26. Comportamiento diario del caudal. Estación río Juan Amarillo – PTAR



superior al de materia orgánica, originada por las sales disueltas que se pueden encontrar en el cuerpo de agua donde fue realizado el monitoreo.

5.4.1.2 Altamente Contaminados

Sitios de monitoreo como Transversal 91 sobre el río Juan Amarillo; Méjico, Doña Juana, San Benito, La Independencia y Pontón San José sobre el río Tunjuelo;

Avenida de las Américas sobre el río Fucha; Canal Los Comuneros afluente del río Fucha; Puente Cundinamarca, Puente Salazar y Gibraltar sobre el río Bogotá y las descargas directas al río Bogotá como Parque La Florida, Descarga Gibraltar y Descarga Navarra presentan una relación de DQO/DBO alta, originada por la incidencia de compuestos inorgánicos presentes en vertimientos industriales.

Tabla 15. Promedio de los grados de significancia ambiental para cada sitio de monitoreo de la Red de Calidad del Recurso Hídrico de Bogotá D.C.

CUENCA	ESTACIÓN	UCH Tratamiento Convencional	UCH Desinfección	UCH Agrícola	UCH Pecuario	UCH Contacto Primario	UCH Contacto Secundario
Río Juan Amarillo	Parque Nacional	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Bajo
Río Juan Amarillo	Avenida 68	Muy Alto	Muy Alto	Bajo	Bajo	Muy Alto	Muy Alto
Río Juan Amarillo	Pontevedra	Muy Alto	Muy Alto	Bajo	Bajo	Muy Alto	Muy Alto
Río Juan Amarillo	Transversal 91	Muy Alto	Muy Alto	Bajo	Bajo	Muy Alto	Muy Alto
Río Juan Amarillo	PTAR Juan Amarillo	Muy Alto	Muy Alto	Bajo	Bajo	Muy Alto	Muy Alto
Río Fucha	Delirio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Bajo
Río Fucha	Avenida de Las Américas	Muy Alto	Muy Alto	Bajo	Bajo	Muy Alto	Muy Alto
Río Fucha	Canal Los Comuneros	Muy Alto	Muy Alto	Bajo	Bajo	Muy Alto	Muy Alto
Río Fucha	Visión Colombia	Muy Alto	Muy Alto	Bajo	Bajo	Muy Alto	Muy Alto
Río Fucha	Zona Franca	Muy Alto	Muy Alto	Bajo	Bajo	Muy Alto	Muy Alto
Río Tunjuelo	Monteblanco	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Bajo
Río Tunjuelo	Quebrada Yomasa	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Medio	Bajo
Río Tunjuelo	Doña Juana	Muy Alto	Muy Alto	Bajo	Bajo	Alto	Alto
Río Tunjuelo	Méjico	Muy Alto	Muy Alto	Bajo	Bajo	Medio	Medio
Río Tunjuelo	San Benito	Muy Alto	Muy Alto	Medio	Bajo	Muy Alto	Alto
Río Tunjuelo	Makro	Muy Alto	Muy Alto	Bajo	Bajo	Muy Alto	Muy Alto
Río Tunjuelo	Transversal 86	Muy Alto	Muy Alto	Medio	Bajo	Muy Alto	Muy Alto
Río Tunjuelo	La Independencia	Muy Alto	Muy Alto	Alto	Bajo	Muy Alto	Muy Alto
Río Tunjuelo	Pontón San José	Muy Alto	Muy Alto	Bajo	Bajo	Muy Alto	Alto
Río Bogotá	Torca	Muy Alto	Muy Alto	Bajo	Bajo	Muy Alto	Muy Alto
Río Bogotá	Puente La Virgen	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Medio	Medio
Río Bogotá	Vuelta Grande Lisboa	Alto	Alto	Bajo	Bajo	Medio	Medio
Río Bogotá	Entre Juan A y PTAR	Muy Alto	Muy Alto	Bajo	Bajo	Muy Alto	Muy Alto
Río Bogotá	PTAR El Salitre	Muy Alto	Muy Alto	Bajo	Bajo	Muy Alto	Muy Alto
Río Bogotá	El Cortijo	Muy Alto	Muy Alto	Bajo	Bajo	Muy Alto	Muy Alto
Río Bogotá	Puente Cundinamarca	Muy Alto	Muy Alto	Bajo	Bajo	Muy Alto	Muy Alto
Canal Jaboque	Parque La Florida	Muy Alto	Muy Alto	Bajo	Bajo	Muy Alto	Muy Alto
Río Bogotá	Descarga Navarra	Muy Alto	Muy Alto	Bajo	Bajo	Muy Alto	Alto
Río Bogotá	Puente Salazar	Muy Alto	Muy Alto	Bajo	Bajo	Muy Alto	Muy Alto
Río Bogotá	Descarga Planta Gibraltar	Muy Alto	Muy Alto	Bajo	Bajo	Muy Alto	Muy Alto
Río Bogotá	Gibraltar	Muy Alto	Muy Alto	Bajo	Bajo	Muy Alto	Muy Alto
Río Bogotá	San Bernardino	Muy Alto	Muy Alto	Bajo	Bajo	Muy Alto	Muy Alto
Río Bogotá	Cierre	Muy Alto	Muy Alto	Bajo	Bajo	Muy Alto	Muy Alto

5.4.1.3 Característicos de Agua Residual Doméstica

En los restantes sitios de monitoreo (Canal Torca, Avenida 68, Pontevedra, Transversal 91, Juan Amarillo PTAR, PTAR El Salitre. Entre Juan Amarillo y PTAR, El Cortijo, Visión Colombia, Zona Franca, San Bernardino, Makro, Transversal 86 y Cierre), se observa un comportamiento similar al del agua residual doméstica; allí, los rangos de variación en la relación DQO/DBO oscilan entre 1 y 2,2, indicando un alto contenido de materia orgánica.

5.4.2 Unidades de Contaminación Hídrica (UCH) por el uso del recurso

Al desarrollar este indicador teniendo en cuenta los posibles usos del recurso, el grado de significancia ambiental es muy alto en la gran mayoría de los sitios de monitoreo (Ver metodología de cálculo en el numeral 5-Análisis de Resultados). En la Tabla 15 se presenta un análisis de los resultados obtenidos para cada sitio de monitoreo respecto al grado de significancia ambiental.

Los resultados de la concentración promedio muestran que los sitios de monitoreo río Juan Amarillo – Parque Nacional, río Fucha – El Delirio, río Tunjuelo – Monteblanco - río

Bogotá – Puente La Virgen y quebrada Yomasa presentan un grado de significancia ambiental entre bajo y medio, lo que permitiría utilizar el recurso en dichos puntos para los usos establecidos en el decreto 1594 de 1984. Sin embargo, al analizar los resultados obtenidos en cada uno de los monitoreos, se encuentra que, para los tres primeros sitios (línea base), la calidad del agua es aceptable para cualquier uso en solamente tres (3) de los monitoreos en la estación río Juan Amarillo – Parque Nacional, en nueve (9) en el río Fucha – El Delirio y en uno (1) en el río Tunjuelo – Monteblanco.

Asimismo, la calidad del agua (utilizando concentraciones promedio) en la mayoría de los puntos de monitoreo permitiría su uso para actividades agrícolas y pecuarias, con clasificación de UCH baja. Para estos usos, aunque no está reglamentada, es importante tener cuidado con la concentración de cianuro que registró en algunos sitios valores superiores a la norma establecida en el Decreto 1594/84 (0,2 mg/l).

Para los demás sitios de monitoreo, los resultados de UCH obtenidos para cada uno de los usos varían entre alto y muy alto.

6. Conclusiones

Dentro de las principales conclusiones que se pueden tener en cuenta en el desarrollo del proyecto se encuentran las siguientes:

La red fue configurada con un total de treinta y tres (33) sitios de monitoreo localizados sobre los ríos Juan Amarillo, Fucha, Tunjuelo y Bogotá y sobre las principales descargas a estos ríos. De estos sitios de monitoreo, siete (7) corresponden a estaciones remotas fijas con transmisión en tiempo real de cinco (5) parámetros: Oxígeno Disuelto, pH, Temperatura, Turbidez y Conductividad; y las restantes veintiséis (26), a estaciones móviles. Así mismo, se instaló una estación Central o Receptora en el Laboratorio Ambiental del Ideam.

Durante las diez campañas realizadas en cada uno de los sitios de monitoreo, se pudo confirmar que la selección de estos fue la más conveniente, dado que correspondía a aquellos sitios en los cuales la fuente superficial presentaba una alteración en el comportamiento de sus condiciones, ya sea por la ocurrencia de un vertimiento o por el cambio de las características hidráulicas de la sección; aunque la microlocalización exacta para la realización del monitoreo y de las mediciones in situ dependió de las condiciones físicas para la realización de estas actividades.

A partir de los análisis realizados se pudo determinar que la fuente superficial más deteriorada respecto a la calidad del recurso hídrico, corresponde al río Fucha; y que el tramo más crítico en cada uno de las fuentes monitoreadas

es: Parque Nacional - Avenida 68, para el río Juan Amarillo; Avenida de las Américas – Zona Franca, para el río Fucha y Makro – La Independencia, para el río Tunjuelo. Aunque el río Fucha es el que mayor carga contaminante aporta al río Bogotá, las actividades que se realizan en la cuenca del río Tunjuelo generan grandes aportes de metales pesados.

Respecto a las descargas directas a las fuentes superficiales se confirmó lo establecido en el proyecto “VI Fase de Seguimiento de Efluentes Industriales y Corrientes Superficiales de Bogotá D.C.”, en donde se encontró que para obtener una disminución de la carga contaminante vertida a los ríos Juan Amarillo, Fucha, Tunjuelo y Bogotá, es necesario controlar las 16 descargas principales: tres sobre el río Juan Amarillo, seis sobre el río Fucha, cuatro sobre el río Tunjuelo y tres sobre el río Bogotá.

Los usos del recurso hídrico de la ciudad son muy limitados. Aparentemente los ríos Juan Amarillo y Fucha, en su cabecera no presentan alteraciones drásticas en la calidad del agua, lo cual la hace apta hasta para consumo humano previa desinfección. El río Tunjuelo en su cabecera tuvo un comportamiento muy inestable, lo que sólo permite asegurar su uso con fines recreativos. En el caso del río Bogotá ninguno de los sitios de monitoreo a lo largo de este permite la utilización del recurso para los usos establecidos en la norma. En Puente La Virgen se incumplen dos parámetros que no permiten destinar el recurso para consumo humano: SAAM que excedió la norma de (0,5 mg/l) y fenoles que la excedió en uno de los monitoreos.

Algunas de las acciones que se podrían implementar para mejorar la calidad del recurso hídrico de la ciudad tienen que ver con:

- a) Identificar e interceptar las descargas de aguas residuales que llegan a las quebradas que bajan de los cerros orientales para evitar la contaminación de estas.
- b) Garantizar el flujo libre y continuo de las aguas a la altura del cruce del río Juan Amarillo con la Avenida 68, para evitar los procesos de sedimentación originados en este sitio, los cuales contribuyen a la generación de malos olores en el sector.
- c) Realizar la separación de los alcantarillados logrando que las aguas residuales sean conducidas a los interceptores y las aguas provenientes de quebradas, así como la lluvia, fluyan por el río.
- d) Identificar las industrias que vierten directamente a los cuerpos de agua haciéndolas cumplir la legislación vigente.
- e) Evitar el vertimiento de lixiviados sin tratar por parte de la PTAR, del relleno sanitario de Doña Juana.
- f) Mejorar la calidad del agua que vierten las estaciones de bombeo (Navarra y Gibraltar) dado que están afectando drásticamente la calidad del río Bogotá.
- g) Realizar el ordenamiento de la cuenca del río Bogotá.

Anexo 1 - Matriz de Validación

NOMBRE	UBICACIÓN	FACTORES FUNDAMENTALES O ESTRUCTURANTES	FACTORES CONDICIONANTES	FACTORES LIMITANTES	RECOMENDACIONES	TIPO DE ESTACIÓN
1 Río Bogotá Puente La Virgen	Sobre el río Bogotá, en la vía Suba - Cota antes de la margen derecha se encuentra localizado el Country Club Pueblo Viejo.	1. Se encuentra dentro del perímetro urbano de Bogotá. 2. Este sitio serviría de referencia para establecer la condición del río Bogotá antes de ingresar al perímetro urbano de la ciudad de Bogotá. 3. Aguas abajo del sitio se presentan dos vertimientos del casco urbano del Municipio de Cota (Aliviadero PTAR y Descarga PTAR). 4. El uso actual del suelo del área afrente corresponde en su mayoría a agropecuario con algunos sectores de asentamientos residenciales. 5. En el corto plazo el sitio no estaría afectado por proyectos de infraestructura. 6. Las políticas relacionadas con el recurso hídrico y las fuentes superficiales corresponden a la CAR, quien hasta el momento no ha informado sobre ninguna actividad.	1. Se cuenta con acceso vehicular hasta el sitio. 2. Hay condiciones de seguridad para los equipos porque la estación queda ubicada dentro del Country Club Pueblo Viejo. 3. Existe una estructura limnigráfica de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. 4. Hay disponibilidad de observador. 5. El sitio está sobre propiedad privada. 6. Las características hidráulicas y de calidad de la sección son favorables para la realización de mediciones e instalación de equipos. 7. Existen facilidades para realizar actividades hidrométricas y de recolección de muestras.	1. El sitio se ajusta a los requerimientos de los equipos disponibles para la red de monitoreo de la red de calidad hídrica. 2. Los costos de mantenimiento y operación son aceptables. 3. Presenta condiciones favorables de radioenlace.	Este sitio es la alternativa para relocalizar los puntos: No. 1 Puente Vargas y No. 2 La Balsa, propuestos por Ellovac.	Línea Base - Estación Fija
2 Río Bogotá Vuelta Grande Lisboa	Sobre el río Bogotá aguas arriba de la desembocadura del río Juan Amarillo, pero aguas abajo de la descarga del río Chicú, sobre el barrio Lisboa (Transversal 160 con Diagonal 123), existen viviendas alrededor.	1. Se encuentra dentro del perímetro urbano de Bogotá. 2. La ubicación de este sitio hace parte de la Cuenca del río Bogotá. 3. Se registrarían los vertimientos del Canal Torca y los realizados al río Bogotá en la localidad de Suba. 4. Serviría de referencia sobre la calidad del río Bogotá antes de la desembocadura del río Juan Amarillo. 5. El uso actual del suelo del área afrente corresponde en su mayoría a la actividad residencial. 6. En el corto plazo el sitio no estaría afectado por proyectos de infraestructura. 7. Las políticas relacionadas con el recurso hídrico y la fuente superficial corresponden a la CAR, quien hasta el momento no ha informado sobre ninguna actividad.	1. Se cuenta con acceso vehicular hasta el sitio. 2. No hay condiciones de seguridad para los equipos, dado que se localiza sobre un área pública. 3. Existe una estructura en concreto (muro) que puede aprovecharse para la construcción de la estación. 4. Hay disponibilidad de observador (existe un conglomero urbano - Barrio Lisboa). 5. Las características hidráulicas y de la calidad de la sección son favorables para la realización de mediciones e instalación de equipos. 6. Existe una antigua estructura limnigráfica de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. 7. Requiere tarabita o bote para realizar actividades hidrométricas y existe facilidad para la recolección de muestras.	1. El sitio se ajusta a los requerimientos de los equipos disponibles para la red de calidad del recurso hídrico. 2. Los costos de mantenimiento y operación son aceptables. 3. Presenta condiciones favorables de radioenlace.	Es un sitio apto para localizar la estación ya que permitiría conocer el estado del río Bogotá antes de la desembocadura del río Juan Amarillo. Sin embargo, la ubicación exacta dependerá del mejoramiento de las condiciones de seguridad y de la condición de construcción de tarabita o utilización del bote.	Estación de Modelación - Estación Móvil
3 Río Bogotá Puente Cundinamarca	Sobre el río Bogotá, con autopista Medellín	1. Se encuentra dentro del perímetro urbano de Bogotá. 2. La ubicación de este sitio hace parte de la cuenca del río Bogotá. 3. Este sitio registraría las descargas del Juan Amarillo y de la PTAR El Salitre. 4. El uso actual del suelo del área afrente corresponde en su mayoría a dotacional y de servicios. 5. En el corto plazo el sitio no estaría afectado por proyectos de infraestructura. 6. Las políticas relacionadas con el recurso hídrico y la fuente superficial corresponden a la CAR, quien hasta el momento no ha informado sobre ninguna actividad.	1. Se cuenta con acceso vehicular hasta el sitio. 2. Hay condiciones de seguridad para los equipos. 3. Existe un puente vehicular que serviría de soporte para la construcción de la estación. 4. Hay disponibilidad de observador. 5. Las características hidráulicas y de calidad de la sección son favorables para la realización de mediciones e instalación de equipos. 6. Existen facilidades para realizar actividades hidrométricas y de recolección de muestras.	1. El sitio se ajusta a los requerimientos de los equipos disponibles para la red de monitoreo de la red de calidad del recurso hídrico. 2. Los costos de mantenimiento y operación son aceptables. 3. Presenta condiciones favorables de radioenlace.	Este sitio serviría de referencia sobre la condición del río Bogotá en el tramo comprendido entre la desembocadura del río Juan Amarillo y la PTAR El Salitre.	Estación de Modelación - Estación Móvil

Anexo 1 - Matriz de Validación

NOMBRE	UBICACIÓN	FACTORES FUNDAMENTALES O ESTRUCTURANTES	FACTORES CONDICIONANTES	FACTORES LIMITANTES	RECOMENDACIONES	TIPO DE ESTACIÓN
4	Río Bogotá Puente Salazar	Sobre el río Bogotá aguas arriba de la desembocadura del río Fucha y de la descarga de la Estación de Bombeo Navarra. A 50 metros se encuentra la entrada a la Finca Pesquería donde hay una casa y vive una familia.	1. Se encuentra dentro del perímetro urbano de Bogotá. 2. La ubicación de este sitio hace parte de la cuenca del río Bogotá. 3. Este sitio serviría de referencia para conocer las condiciones del río Bogotá antes de la desembocadura del río Fucha. 4. El uso actual del suelo del área aférente corresponde en su mayoría a la actividad residencial y dotacional. 5. En el corto plazo el sitio no estaría afectado por proyectos de infraestructura. 6. Las políticas relacionadas con el recurso hídrico y la fuente superficial corresponden a la CAR, quien hasta el momento no ha informado sobre ninguna actividad.	1. Se cuenta con acceso vehicular hasta el sitio. 2. Hay condiciones de seguridad para los equipos, ya que se encuentra cerca a la Estación de bombeo Gibraltar de la Empresa de Acueducto. 3. No existe ninguna estructura que facilite la construcción de la estación. 4. Hay disponibilidad de observador. 5. El sitio está sobre espacio público. 6. Las características hidráulicas y de calidad de la sección son favorables para la realización de mediciones e instalación de equipos. 7. Existen facilidades para realizar actividades hidrométricas y de recolección de muestras.	1. El sitio se ajusta a los requerimientos de los equipos disponibles para la red calidad del recurso hídrico. 2. Los costos de mantenimiento y operación son aceptables. 3. Presenta condiciones favorables de radioenlace.	Estación de Modelación - Estación Móvil
5	Río Bogotá Gibraltar	Sobre el río Bogotá, localizada entre las desembocaduras de los ríos Fucha y Tunjuelo antes de la descarga de la estación de bombeo Gibraltar.	1. Se encuentra dentro del perímetro urbano de Bogotá. 2. La ubicación de este sitio hace parte de la cuenca del río Bogotá. 3. En este sitio se registra el efecto de la descarga de los ríos Fucha y Juan Amarillo sobre la calidad del río Bogotá. 4. El uso actual del suelo del área aférente corresponde en su mayoría a la actividad residencial y a suelo protegido. 5. En el corto plazo el sitio no estaría afectado por proyectos de infraestructura. 6. Las políticas relacionadas con el recurso hídrico y la fuente superficial corresponden a la CAR, quien hasta el momento no ha informado sobre ninguna actividad.	1. El sitio se ajusta a los requerimientos de los equipos disponibles para la red calidad del recurso hídrico. 2. Los costos de mantenimiento y operación son aceptables. 3. Presenta condiciones favorables de radioenlace.	Este sitio registraría el efecto de la descarga de los ríos Fucha y Juan Amarillo sobre la calidad del río Bogotá.	Estación de Modelación - Estación Móvil
6	Río Bogotá San Bernardino	Ubicado sobre el río Bogotá aproximadamente 600 m. aguas arriba de la desembocadura del río Tunjuelo por la margen izquierda. Se entra por la finca criadero La Isla, km 23 + 144 m.	1. Se encuentra dentro del perímetro urbano de Bogotá (Bosa - San Bernardino). 2. La ubicación de este sitio hace parte de la Cuenca del río Bogotá. 3. Registraría información respecto a la calidad del río Bogotá antes de la confluencia del río Tunjuelo. 4. El uso actual del suelo del área aférente corresponde en su mayoría a agropecuario. 5. En el corto plazo el sitio será afectado por proyectos de infraestructura, en este momento se construyen algunos interceptores de aguas negras y la estación de pondaje La Isla de la EAAB. 6. Las políticas relacionadas con el recurso hídrico y la fuente superficial corresponden a la CAR, quien hasta el momento no ha informado sobre ninguna actividad.	1. El sitio se ajusta a los requerimientos de los equipos disponibles para la red calidad del recurso hídrico. 2. Los costos de mantenimiento y operación son aceptables. 3. Presenta condiciones favorables de radioenlace.	Este punto está referido en el informe de ELIOVAC como La Isla; hace alusión a una estación de aforos de la CAR, pero realmente la estación corresponde a la EAAB. El sitio es apto para localizar una estación remota fija, dado que permitirá establecer las condiciones del río Bogotá antes de la confluencia del río Tunjuelo. Sin embargo, requiere tarabita para realizar actividades hidrométricas.	Estación de Modelación - Estación Móvil

Anexo 1 - Matriz de Validación

NOMBRE	UBICACIÓN	FACTORES FUNDAMENTALES O ESTRUCTURANTES	FACTORES CONDICIONANTES	FACTORES LIMITANTES	RECOMENDACIONES	TIPO DE ESTACIÓN
Río Bogotá Cierre	Sobre el río Bogotá, ubicada unos 500 m aguas abajo de la desembocadura del río Tunjuelo, en la vereda Bosatama dentro del predio de la Finca Triviño.	1. Se encuentra dentro del perímetro urbano de Bogotá (Bosa - Vereda Bosatama - Finca Triviño). 2. La ubicación de este sitio hace parte de la Cuenca del río Bogotá. 3. Esta última estación se encuentra destinada a la vigilancia integral de la calidad del río Bogotá luego de su paso por la ciudad capital, constituyendo por lo tanto la estación de cierre del sistema de monitoreo. 4. El uso actual del suelo del área aférente corresponde en su mayoría a agropecuario: se extrae agua para riego y bebedero. 5. En el corto plazo el sitio no estaría afectado por proyectos de infraestructura. 6. Las políticas relacionadas con el recurso hídrico y la fuente superficial corresponden a la CAR, quien hasta el momento no ha informado sobre ninguna actividad.	1. Se cuenta con acceso vehicular hasta el sitio. 2. Existen condiciones de seguridad para los equipos porque la estación quedaría dentro del predio de la Finca Triviño. 3. Existe una estructura de una estación limnométrica en desuso, que facilita la instalación de la estación. 4. La disponibilidad de observador se facilita porque se encuentra ubicada en la finca Triviño. 5. Las características hidráulicas y de calidad de la sección son favorables para la realización de mediciones e instalación de equipos. 6. Requiere la construcción de tarabita para realizar actividades hidrométricas. Existen facilidades para la recolección de muestras.	1. El sitio se ajusta a los requerimientos de los equipos disponibles para la red calidad del recurso hídrico. 2. Los costos de mantenimiento y operación son aceptables. 3. Presenta condiciones favorables de radioenlace.	Permite conocer las condiciones del río a la salida del perímetro urbano, sin embargo requeriría la construcción de tarabita para la realización de actividades hidrométricas.	Estación de Modelación - Estación Fija
7						
Canal Torca - Descarga	Sobre el Canal Torca, ubicada unos 800 m. aguas arriba de la desembocadura del canal sobre el humedal de Torca, Detrás de Makro Norte.	1. Se encuentra dentro del perímetro urbano de Bogotá (Usaquén). 2. La ubicación de este sitio hace parte de la Cuenca del río Bogotá. 3. Esta estación permitiría establecer la calidad del agua que llega al Humedal Torca y su posible afectación. 4. En el uso del suelo se destaca el carácter prioritariamente residencial del área aférente y de un complejo industrial (Toberín). 5. No se prevé la construcción de nuevas obras de infraestructura, existen programas de control de conexiones erradas en el sector. 6. Las políticas relacionadas con el recurso hídrico y la fuente superficial corresponden al DAMA, quien hasta el momento no ha informado sobre ninguna actividad.	1. Se cuenta con acceso vehicular hasta el sitio. 2. Existe una mira. 3. Existen facilidades para realizar actividades hidrométricas y de recolección de muestras.	1. El sitio se ajusta a los requerimientos de los equipos disponibles para la red calidad del recurso hídrico. 2. Los costos de mantenimiento y operación son aceptables. 3. Presenta condiciones favorables de radioenlace.	El sitio no es apto para la ubicación de una estación remota fija, y dadas sus condiciones no permanentes de lámina de agua es conveniente monitorear con una estación móvil	Estación de Control - Estación Móvil
8						
Río Bogotá - Descarga PTAR El Salitre	Sobre la descarga de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales el Salitre. Se accesa por la calle 80 entrada al barrio Lisboa.	1. Se encuentra dentro del perímetro urbano de Bogotá. 2. Este sitio corresponde a la descarga del canal salitre sobre el río Bogotá. 3. Esta estación permite el monitoreo del effluente de la Planta de Tratamiento El Salitre. 4. En el uso del suelo se destaca el carácter prioritariamente residencial del área aférente y de un pequeño complejo industrial. 5. En el mediano plazo no se prevé la construcción de nuevas obras de infraestructura que puedan alterar los registros que se obtengan en el sitio. 6. Las políticas relacionadas con el recurso hídrico y la fuente superficial corresponden al DAMA, quien hasta el momento no ha informado sobre ninguna actividad.	1. Se cuenta con acceso vehicular hasta el sitio. 2. Existe una mira. 3. Existen facilidades para realizar actividades hidrométricas y de recolección de muestras.	1. El sitio se ajusta a los requerimientos de los equipos disponibles para la red calidad del recurso hídrico. 2. Los costos de mantenimiento y operación son aceptables.	Se recomienda pedir los datos históricos a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.	Estación de Modelación - Estación Móvil
9						

Anexo 1 - Matriz de Validación

NOMBRE	UBICACIÓN	FACTORES FUNDAMENTALES O ESTRUCTURANTES	FACTORES CONDICIONANTES	FACTORES LIMITANTES	RECOMENDACIONES	TIPO DE ESTACIÓN
Río Bogotá - Descarga Navarra	Sobre la descarga de la estación de la Planta de bombeo Navarra de la EAAB.	1. Se encuentra dentro del perímetro urbano de Bogotá. 2. La ubicación de este sitio hace parte de la cuenca del río Bogotá. 3. En este sitio se registra el efecto de la descarga de la estación de bombeo Navarra de la EAAB. 4. El uso actual del suelo del área aférente corresponde en su mayoría a la actividad residencial. 5. En el corto plazo el sitio no estaría afectado por proyectos de infraestructura. 6. Las políticas relacionadas con el recurso hídrico y la fuente superficial corresponden a la CAR, quien hasta el momento no ha informado sobre ninguna actividad.	1. Se cuenta con acceso vehicular hasta el sitio. 2. Existen facilidades para realizar actividades hidrométricas y de recolección de muestras.	1. El sitio se ajusta a los requerimientos de los equipos disponibles para la red calidad del recurso hídrico. 2. Los costos de mantenimiento y operación son aceptables.	Se recomienda pedir los datos históricos de caudales a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.	Estación de Modelación - Estación Móvil.
10						
Río Bogotá - Descarga Gibraltar	Sobre el río Bogotá, localizada entre las desembocaduras de los ríos Fucha y Tunjuelo en la descarga de la estación de bombeo Gibraltar.	1. Se encuentra dentro del perímetro urbano de Bogotá. 2. La ubicación de este sitio hace parte de la cuenca del río Bogotá. 3. En este sitio se registra el efecto de la descarga de la estación de bombeo Gibraltar de la EAAB. 4. El uso actual del suelo del área aférente corresponde en su mayoría a la actividad residencial y a suelo protegido. 5. En el corto plazo el sitio no estaría afectado por proyectos de infraestructura. 6. Las políticas relacionadas con el recurso hídrico y la fuente superficial corresponden a la CAR, quien hasta el momento no ha informado sobre ninguna actividad.	1. Se cuenta con acceso vehicular hasta el sitio. 2. Las características hidráulicas y de calidad de la sección son favorables para la realización de mediciones e instalación de equipos. 3. Existen facilidades para realizar actividades hidrométricas y de recolección de muestras.	1. El sitio se ajusta a los requerimientos de los equipos disponibles para la red calidad del recurso hídrico. 2. Los costos de mantenimiento y operación son aceptables.	Este sitio registraría el efecto de la descarga de la estación de bombeo de la EAAB, se recomienda pedir los datos históricos de Caudales.	Estación de Modelación - Estación Móvil.
11						
Río Juan Amarillo - PTAR	Sobre el río Juan Amarillo, localizada en cercanías a la PTAR del Salitre, en una margen del río se encuentra la PTAR del Salitre y en la otra existen unas pocas viviendas.	1. Se encuentra dentro del perímetro urbano de Bogotá. 2. La ubicación de este sitio hace parte de la Cuenca del río Juan Amarillo. 3. En este sitio se registra la totalidad de las descargas generadas en la Cuenca del río Juan Amarillo. 4. El uso actual del suelo del área aférente corresponde en su mayoría a residencial y dotacional. 5. En el corto plazo el sitio no estaría afectado por proyectos de infraestructura. 6. Las políticas relacionadas con el recurso hídrico y la fuente superficial corresponden al DAMA, quien hasta el momento no ha informado sobre ninguna actividad.	1. Se cuenta con acceso vehicular hasta el sitio. 2. No hay condiciones de seguridad para los equipos, dado que se localiza sobre el área pública. 3. No existe ninguna estructura que facilite la instalación de la estación. 4. La disponibilidad de observador se facilita porque se encuentra ubicada al lado de la PTAR del Salitre. 5. Las características hidráulicas y de calidad de la sección son favorables para la realización de mediciones e instalación de equipos. 6. Requiere la construcción de tarbita para realizar actividades hidrométricas. Existen facilidades para la recolección de muestras.	1. El sitio se ajusta a los requerimientos de los equipos disponibles para la red calidad del recurso hídrico. 2. Los costos de mantenimiento y operación son aceptables. 3. Presenta condiciones favorables de radioélfase.	Este sitio reemplazaría la estación DESCARGA del diseño propuesto por Elovac.	Estación Modelación - Estación Remota Fija.
12						

Anexo 1 - Matriz de Validación

NOMBRE	UBICACIÓN	FACTORES FUNDAMENTALES O ESTRUCTURANTES	FACTORES CONDICIONANTES	FACTORES LIMITANTES	RECOMENDACIONES	TIPO DE ESTACIÓN
Río Juan Amarillo - Transversal 91	Sobre el río Juan Amarillo, aguas abajo del Lago del Club Los Lagartos, sobre el puente vial (Puente Avenida Ciudad de Cali) con la transversal 91 (unos 300 m. Aguas arriba del humedal Juan Amarillo).	1. Se encuentra dentro del perímetro urbano de Bogotá. 2. Este punto se localiza en la parte media de la Cuenca del río Juan Amarillo, aguas arriba del humedal Juan Amarillo. 3. Este sitio permitiría el control integral de la zona alta del río Juan Amarillo (Canal Córdoba, Canal río Negro). 4. En el uso del suelo se destaca el carácter prioritariamente residencial del área aférente y de un pequeño complejo industrial. 5. En el mediano plazo no se prevé la construcción de nuevas obras de infraestructura que puedan alterar los registros que se obtengan en el sitio. 6. Las políticas relacionadas con el recurso hídrico y la fuente superficial corresponden al DAMA, quien hasta el momento no ha informado sobre ninguna actividad.	1. Se cuenta con acceso vehicular hasta el sitio. 2. No hay condiciones de seguridad para los equipos, dado que se localiza sobre un área pública. 3. Existe un puente vehicular que puede aprovecharse. 4. Las características hidráulicas y de la calidad de la sección, en épocas de estiaje, no son favorables para la realización de mediciones e instalación de equipos. 5. Existen facilidades para realizar actividades hidrométricas y de recolección de muestras.	1. El sitio se ajusta a los requerimientos de los equipos disponibles para la red calidad del recurso hídrico. 2. Los costos de mantenimiento y operación son aceptables.	Se recomienda ubicar en este sitio una estación móvil, dado que en épocas de estiaje la altura de la lámina del agua no permitiría realizar las mediciones con los equipos disponibles.	Estación de Control - Estación Móvil.
13						
Río Juan Amarillo - Avenida 68	Sobre el río Juan Amarillo, Vía a Morato en la Zona Residencial de la Floresta, cerca al Almacén de Carrefour, al lado de casas y la Ladrillera Santa fe.	1. Se encuentra dentro del perímetro urbano de Bogotá. 2. Este punto se localiza en la parte media de la Cuenca del río Juan Amarillo, aguas arriba del humedal Juan Amarillo. 3. Este sitio permitirá registrar la descarga de los ríos Negro y Entreríos. 4. En el uso del suelo se destaca el carácter prioritariamente residencial del área aférente y de un pequeño complejo industrial. 5. En el mediano plazo no se prevé la construcción de nuevas obras de infraestructura que puedan alterar los registros que se obtengan en el sitio. 6. Las políticas relacionadas con el recurso hídrico y la fuente superficial corresponden al DAMA, quien hasta el momento no ha informado sobre ninguna actividad.	1. Se cuenta con acceso vehicular hasta el sitio. 2. Existe un puente vehicular que puede aprovecharse. 3. Las características hidráulicas y de la calidad de la sección, en épocas de estiaje, no son favorables para la realización de mediciones e instalación de equipos. 4. Existen facilidades para realizar actividades hidrométricas y de recolección de muestras.	1. El sitio se ajusta a los requerimientos de los equipos disponibles para la red calidad del recurso hídrico. 2. Los costos de mantenimiento y operación son aceptables.	Se recomienda ubicar en este sitio una estación móvil, dado que en épocas de estiaje la altura de la lámina del agua no permitiría realizar las mediciones con los equipos disponibles.	Estación de Control - Estación Móvil.
14						
Río Juan Amarillo - Parque Nacional	Sobre el río Juan Amarillo, localizada en cercanías al nacimiento del río en el Parque Nacional.	1. Se encuentra dentro del perímetro urbano de Bogotá. 2. Este punto se localiza en la parte alta de la Cuenca del río Juan Amarillo, en el Parque Nacional. 3. Este sitio permitirá registrar la calidad del río Juan Amarillo en su forma casi natural. 4. En el uso del suelo se destaca el carácter residencial del área aférente y dotacional. 5. En el mediano plazo no se prevé la construcción de nuevas obras de infraestructura que puedan alterar los registros que se obtengan en el sitio. 6. Las políticas relacionadas con el recurso hídrico y la fuente superficial corresponden al DAMA, quien hasta el momento no ha informado sobre ninguna actividad.	1. Se cuenta con acceso vehicular hasta el sitio. 2. Existe un puente vehicular que puede aprovecharse. 3. Las características hidráulicas y de la calidad de la sección, en épocas de estiaje, son favorables para la realización de mediciones e instalación de equipos. 4. Existen facilidades para realizar actividades hidrométricas y de recolección de muestras.	1. El sitio se ajusta a los requerimientos de los equipos disponibles para la red calidad del recurso hídrico. 2. Los costos de mantenimiento y operación son aceptables.	Se recomienda ubicar en este sitio una estación móvil, ya que aquí se registraría la calidad del río Juan Amarillo en su forma casi natural.	Estación de Línea Base - Estación Móvil.
15						

Anexo 1 - Matriz de Validación

NOMBRE	UBICACIÓN	FACTORES FUNDAMENTALES O ESTRUCTURANTES	FACTORES CONDICIONANTES	FACTORES LIMITANTES	RECOMENDACIONES	TIPO DE ESTACIÓN
16 Canal Córdoba - Pontevedra	Sobre el Canal Córdoba.	1. Se encuentra dentro del perímetro urbano de Bogotá. 2. Por ser el Canal Córdoba la descarga de un ecosistema estratégico es importante realizar un control sobre el mismo. 3. Este punto permitirá registrar la calidad del agua del Humedal Córdoba. 4. En el uso del suelo se destaca el carácter residencial del área aledaña. 5. En el corto plazo se prevé la recuperación del Humedal y por ende del canal, lo que puede traer consecuencias en el momento de la toma de la muestra. 6. Las políticas relacionadas con el recurso hídrico y la fuente superficial corresponden al DAMA, quien hasta el momento no ha informado sobre ninguna actividad.	1. Se cuenta con acceso vehicular al sitio. 2. Existe un puente vehicular que puede aprovecharse, o se puede realizar la toma de muestras directamente sobre el río Juan Amarillo. 3. Las características hidráulicas y de la calidad de la sección, en épocas de estiaje, son favorables para la realización de mediciones e instalación de equipos. 4. Existen facilidades para realizar actividades hidrométricas y de recolección de muestras.	1. El sitio se ajusta a los requerimientos de los equipos disponibles para la red de calidad del recurso hídrico. 2. Los costos de mantenimiento y operación son aceptables.	Se recomienda ubicar en este sitio una estación móvil, ya que aquí se registraría la calidad del Canal Córdoba.	Estación de Control - Estación Móvil.
17 Río Fucha - Zona Franca	Se localiza sobre el río Fucha a la altura del puente metálico, atrás de la zona franca de Fontibón, junto a un conjunto de apartamentos de nombre "Pueblo Nuevo".	1. Se encuentra dentro del perímetro urbano de Bogotá. 2. La ubicación de este sitio hace parte de la cuenca baja del río Fucha. 3. Registraría información respecto a la calidad del río Fucha antes de su desembocadura al río Bogotá. (Se aprecian vertimientos de las aguas de la planta de bombeo que descargan las aguas residuales de Fontibón). 4. El uso actual del suelo del área aledaña corresponde a residencial y gran parte a zona industrial. 5. En el corto plazo el sitio no estaría afectado por proyectos de infraestructura. 6. Las políticas relacionadas con el recurso hídrico y la fuente superficial corresponden al DAMA, quien hasta el momento no ha informado sobre ninguna actividad.	1. Se cuenta con acceso vehicular hasta el sitio. 2. No hay condiciones de seguridad para los equipos, dado que se localiza sobre área pública. 3. Existe un puente metálico peatonal que serviría de soporte para la construcción de la estación. 4. Hay disponibilidad de observador (existe un conglomerado urbano - Urbanización Pueblo Nuevo). 5. Las características hidráulicas y de calidad de la sección son favorables para la realización de mediciones e instalación de equipos. 6. Existe una estación limnológica del Ideam. 7. Existen facilidades para realizar actividades hidrométricas y de recolección de muestras.	1. El sitio se ajusta a los requerimientos de los equipos disponibles para la red de calidad del recurso hídrico. 2. Los costos de mantenimiento y operación son aceptables. 3. Presenta condiciones favorables de radioenlace.	La ubicación exacta de esta estación dependería del mejoramiento de las condiciones de seguridad y de la no construcción de nuevos vertimientos al río Fucha en el tramo comprendido entre el sitio de monitoreo y la desembocadura al río Bogotá.	Estación de Modelación - Estación Remota Fija.
18 Río Fucha - Visión de Colombia	Sobre el río Fucha, en el barrio Visión de Colombia a 20 m del Puente Vehicular localizado en la Avenida 78 con calle 16.	1. Se encuentra dentro del perímetro urbano de Bogotá. 2. La ubicación de este sitio hace parte de la cuenca media del río Fucha. 3. En este sitio se registrarían los vertimientos industriales. 4. El uso actual del suelo corresponde en su mayoría a industrial. 5. En el corto plazo el sitio no estaría afectado por proyectos de infraestructura. 6. Las políticas relacionadas con el recurso hídrico y la fuente superficial corresponden al DAMA, quien hasta el momento no ha informado sobre ninguna actividad.	1. Se cuenta con acceso vehicular hasta el sitio. 2. Existen condiciones de seguridad para los equipos ya que al lado se localizan viviendas (Barrio Visión de Colombia). 3. Existe un puente peatonal que serviría de soporte para la construcción de la estación. 4. Hay disponibilidad de observador (existe un conglomerado urbano - Barrio Visión de Colombia). 5. El sitio está sobre espacio público. 6. Las características hidráulicas y de calidad de la sección son favorables para la realización de mediciones e instalación de equipos. 7. Existen facilidades para realizar actividades hidrométricas y de recolección de muestras.	1. El sitio se ajusta a los requerimientos de los equipos disponibles para la red de calidad del recurso hídrico. 2. Los costos de mantenimiento y operación son aceptables. 3. Presenta condiciones favorables de radioenlace.	En este sitio se registra el efecto generado por las descargas de algunas industrias textiles.	Estación de control - Estación Remota Fija.

Anexo 1 - Matriz de Validación

NOMBRE	UBICACIÓN	FACTORES FUNDAMENTALES O ESTRUCTURANTES	FACTORES CONDICIONANTES	FACTORES LIMITANTES	RECOMENDACIONES	TIPO DE ESTACIÓN
Río Fucha - Av. de las Américas 19	Ubicado en la cuenca media del río Fucha sobre el puente situado en la Avenida de las Américas.	1. Se encuentra dentro del perímetro urbano de Bogotá. 2. La ubicación de este sitio hace parte de la cuenca media del río Fucha, aguas abajo de la descarga del Canal Los Comuneros. 3. Este sitio registraría parte de los vertimientos industriales que llegan al río Fucha. 4. El uso actual del suelo del área aferrante corresponde a residencial y gran parte a zona industrial. 5. Actualmente se encuentra en construcción el proyecto Transmilenio. En el corto plazo el sitio no estaría afectado por proyectos de infraestructura. 6. Las políticas relacionadas con el recurso hídrico y la fuente superficial corresponden al DAMA, quien hasta el momento no ha informado sobre ninguna actividad.	1. Se cuenta con acceso vehicular hasta el sitio. 2. Existe un puente vehicular. 3. Las características hidráulicas y de calidad de la sección son favorables para la realización de mediciones e instalación de equipos. 4. Existen facilidades para realizar actividades hidrométricas y de recolección de muestras.	1. El sitio se ajusta a los requerimientos de los equipos disponibles para la red de calidad del recurso hídrico. 2. Los costos de mantenimiento y operación son aceptables.	Se recomienda ubicar en este sitio una estación móvil, dado que en épocas de estiaje la altura de la lámina del agua no permitiría realizar las mediciones con los equipos disponibles.	Estación de control - Estación Móvil.
Río Fucha - El Delirio 20	Sobre el río Fucha, localizada en cercanías del nacimiento del río Fucha en la Reserva Natural El Delirio, abajo de este sitio se encuentra el barrio San Jerónimo del Yuste.	1. Se encuentra dentro del perímetro urbano de Bogotá. 2. La ubicación de este sitio hace parte de la cuenca alta del río Fucha. 3. En este sitio se registra la calidad del río Fucha en su estado natural. 4. El uso actual del suelo corresponde en su mayoría a suelo protegido y a residencial. 5. En el corto plazo el sitio no estaría afectado por proyectos de infraestructura. 6. Las políticas relacionadas con el recurso hídrico y la fuente superficial corresponden al DAMA, quien hasta el momento no ha informado sobre ninguna actividad.	1. Se cuenta con acceso vehicular hasta el sitio. 2. Las características hidráulicas y de calidad de la sección son favorables para la realización de mediciones e instalación de equipos. 3. Existen facilidades para realizar actividades hidrométricas y de recolección de muestras.	1. El sitio se ajusta a los requerimientos de los equipos disponibles para la red de monitoreo de la red de calidad hídrica. 2. Los costos de mantenimiento y operación son aceptables.	En este sitio se registra la calidad del río Fucha en su estado natural.	Estación de Línea Base - Estación Móvil.
Canal de Los Comuneros - Descarga 21	Sobre el Canal de Los Comuneros, aguas arriba de la Av. de las Américas en la Kra. 68 bis con calle 6.	1. Se encuentra dentro del perímetro urbano de Bogotá. 2. La ubicación de este sitio hace parte de la cuenca media del río Fucha. 3. En este sitio se registra la calidad del Canal antes de su desembocadura al río Fucha. 4. El uso actual del suelo corresponde en su mayoría a industrial, con áreas residenciales. 5. En el corto plazo el sitio no estaría afectado por proyectos de infraestructura. 6. Las políticas relacionadas con el recurso hídrico y la fuente superficial corresponden al DAMA, quien hasta el momento no ha informado sobre ninguna actividad.	1. Se cuenta con acceso vehicular hasta el sitio. 2. Existe un puente vehicular. 3. Las características hidráulicas y de calidad de la sección son favorables para la realización de mediciones e instalación de equipos. 4. Existen facilidades para realizar actividades hidrométricas y de recolección de muestras.	1. El sitio se ajusta a los requerimientos de los equipos disponibles para la red de monitoreo de la red de calidad hídrica. 2. Los costos de mantenimiento y operación son aceptables.	Este sitio registraría la calidad del Canal antes de su desembocadura al río Fucha.	Estación de control - Estación Móvil.

Anexo 1 - Matriz de Validación

NOMBRE	UBICACIÓN	FACTORES FUNDAMENTALES O ESTRUCTURANTES	FACTORES CONDICIONANTES	FACTORES LIMITANTES	RECOMENDACIONES	TIPO DE ESTACIÓN
Río Tunjuelo – Pontón San José	Ubicado sobre el Río Tunjuelo, inmediatamente aguas arriba de la confluencia con el Río Bogotá, sobre el puente correspondiente a la entrada de la Finca "La Isla".	1. Se encuentra dentro del perímetro urbano de Bogotá (Bosa - San Bernardino). 2. La ubicación de este sitio hace parte de la cuenca baja del río Tunjuelo. 3. Este sitio registraría la condición del río Tunjuelo, antes de la desembocadura en el río Bogotá. 4. El uso actual del suelo del área afrente corresponde en su mayoría a residencial. 5. En el corto plazo el sitio se encuentra afectado por proyectos de infraestructura (Construcción estación de bombeo Pondaje - La Isla, 100 m. aguas abajo de la descarga del Pondaje). 6. Las políticas relacionadas con el recurso hídrico y la fuente superficial corresponden al DAMA, quien hasta el momento no ha informado sobre ninguna actividad.	1. Se cuenta con acceso vehicular hasta el sitio. 2. No hay condiciones de seguridad para los equipos dado que se encuentra localizado en un área pública. 3. Existe un puente vehicular que serviría de soporte para la construcción de la estación. 4. Hay disponibilidad de observador, se encuentra a la entrada de la finca La Isla. 5. Las características hidráulicas y de calidad de la sección se prestan adecuadamente para las mediciones. 6. Se facilita la realización de actividades hidrométricas y recolección de muestras.	1. El sitio se ajusta a los requerimientos de los equipos disponibles para la red calidad del recurso hídrico. 2. Los costos de mantenimiento y operación son aceptables. 3. Presenta condiciones favorables de radioenlace.	Este sitio registra el efecto total de las descargas generadas en la cuenca del río Tunjuelo.	Estación de Modelación - Estación Remota Fija.
22						
Río Tunjuelo - Makro	Sobre el río Tunjuelo. Se accede por la Autopista Sur al respaldo de Makro al lado se encuentran dos viviendas.	1. Se encuentra dentro del perímetro urbano de Bogotá. 2. La ubicación de este sitio hace parte de la cuenca media del río Tunjuelo. 3. En este sitio se registrarían los vertimientos de los frigoríficos y de los barrios Villa del río, Botta y Madelena. 4. El uso actual del suelo del área afrente corresponde en su mayoría a residencial con algunos sectores industriales. 5. En el corto plazo el sitio no estaría afectado por proyectos de infraestructura. 6. Las políticas relacionadas con el recurso hídrico y la fuente superficial corresponden al DAMA, quien hasta el momento no ha informado sobre ninguna actividad.	1. Se cuenta con acceso vehicular hasta el sitio. 2. Existen condiciones de seguridad para los equipos, ya que cerca al sitio existe una vivienda. 3. Existe un puente por donde pasa el ferrocarril que serviría de soporte para la construcción de la estación. 4. Hay disponibilidad de observador (propietario de la vivienda). 5. El sitio está sobre espacio público. 6. Las características hidráulicas y de calidad de la sección son favorables para la realización de mediciones e instalación de equipos. 7. Existen facilidades para realizar actividades hidrométricas y de recolección de muestras.	1. El sitio se ajusta a los requerimientos de los equipos disponibles para la red calidad del recurso hídrico. 2. Los costos de mantenimiento y operación son aceptables. 3. Presenta condiciones favorables de radioenlace.	Este sitio sería el propuesto para relocalizar el punto No. 12 Autopista, ya que registraría la totalidad de los vertimientos generados por el sector de Guadalupe y los barrios circundantes.	Estación de Control - Estación Móvil.
23						
Río Tunjuelo - San Benito	Esta estación se localiza sobre el río Tunjuelo a la cual se accede por la Avenida Boyacá que intercepta al mencionado curso. Frente a la Estación de bombeo San Benito de la EAAB aguas arriba de la descarga.	1. Se encuentra dentro del perímetro urbano de Bogotá. 2. La ubicación de este sitio hace parte de la cuenca media del río Tunjuelo. 3. En este sitio se registrarían los vertimientos generados por el sector de curtiembres de San Benito y los aportes de la Quebrada Chigaza. 4. El uso actual del suelo del área afrente corresponde en mayor parte al residencial y existen sectores industriales. 5. En el corto plazo el sitio se encuentra afectado por proyectos de infraestructura (Se encuentra en reparación el Puente vehicular). 6. Las políticas relacionadas con el recurso hídrico y la fuente superficial corresponden al DAMA, quien hasta el momento no ha informado sobre ninguna actividad.	1. Se cuenta con acceso vehicular hasta el sitio. 2. Hay condiciones de seguridad para los equipos, porque allí queda ubicada la estación de bombeo del Acueducto. 3. Existe un puente vehicular que serviría de soporte para la construcción de la estación. 4. Hay disponibilidad de observador (existe un conglomerado urbano - Barrio San Benito). 5. El sitio está sobre espacio público. 6. Las características hidráulicas y de calidad de la sección son favorables para la realización de mediciones e instalación de equipos. 7. Existe una estación de FOPAE en la estación de bombeo de San Benito de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, hay 2 estaciones pluviométricas automáticas una de la CAR y otra del Distrito. 8. Existen facilidades para realizar actividades hidrométricas y recolección de muestras.	1. El sitio se ajusta a los requerimientos de los equipos disponibles para la red calidad del recurso hídrico. 2. Los costos de mantenimiento y operación son aceptables. 3. Presenta condiciones favorables de radioenlace.	En esta estación se registra el efecto de las descargas generadas por las curtiembres.	Estación de Control - Estación Móvil.
24						

Anexo 1 - Matriz de Validación

NOMBRE	UBICACIÓN	FACTORES FUNDAMENTALES O ESTRUCTURANTES	FACTORES CONDICIONANTES	FACTORES LIMITANTES	RECOMENDACIONES	TIPO DE ESTACIÓN
Río Tunjuelo - Barrio Méjico	Sobre el río Tunjuelo, localizada aguas abajo de la empresa Cemex, en el barrio Méjico.	1. Se encuentra dentro del perímetro urbano de Bogotá. 2. La ubicación de este sitio hace parte de la cuenca media del río Tunjuelo. 3. En este sitio se registrarían los vertimientos generados por la Empresa Cemex. 4. El uso actual del suelo del área afrente corresponde en mayor parte al residencial y existen sectores industriales. 5. En el corto plazo el sitio se encuentra afectado por proyectos de infraestructura. 6. Las políticas relacionadas con el recurso hídrico y la fuente superficial corresponden al DAMA, quien hasta el momento no ha informado sobre ninguna actividad.	1. Se cuenta con acceso vehicular hasta el sitio. 2. Existe un puente vehicular. 3. El sitio está sobre espacio público. 4. Las características hidráulicas y de calidad de la sección son favorables para la realización de mediciones e instalación de equipos. 5. Existen facilidades para realizar actividades hidrométricas y recolección de muestras.	1. El sitio se ajusta a los requerimientos de los equipos disponibles para la red calidad del recurso hídrico. 2. Los costos de mantenimiento y operación son aceptables.	En esta estación se registra el efecto de las descargas generadas por la empresa Cemex.	Estación de Control - Estación Móvil.
25						
Río Tunjuelo - Doña Juana	Ubicado en la cabecera del río Tunjuelo sobre el puente de la carretera oriente (autopista a Villavicencio). Aguas abajo de la descarga de la planta de tratamiento de lixiviados.	1. Se encuentra dentro del perímetro urbano de Bogotá (en el puente relleno Sanitario de Doña Juana). 2. La ubicación de este sitio hace parte de la cuenca alta del río Tunjuelo. 3. Este sitio registraría parte los vertimientos que llegan al río Tunjuelo generados por el Relleno Doña Juana y los aportes de la Quebrada. Yomasa. 4. El uso actual del suelo corresponde en su mayor parte a residencial con algunos sectores de explotación minera. 5. En el corto plazo el sitio se encuentra afectado por proyectos de infraestructura, hay obras de recuperación del cauce adelantado por la EAAB. 6. Las políticas relacionadas con el recurso hídrico y la fuente superficial corresponden al DAMA, quien hasta el momento no ha informado sobre ninguna actividad.	1. Se cuenta con acceso vehicular hasta el sitio. 2. Si existen condiciones de seguridad para los equipos, a pesar de que se encuentra sobre el área pública. 3. Existe un puente vehicular que serviría de soporte para la construcción de la estación. 4. Hay disponibilidad de observador, a pocos metros se encuentra la entrada al Relleno Doña Juana y allí hay una caseta de vigilancia. 5. Las características hidráulicas y de calidad de la sección son favorables para la realización de mediciones e instalación de equipos. 6. Existen miras. 7. Existen facilidades para realizar actividades hidrométricas y de recolección de muestras.	1. El sitio se ajusta a los requerimientos de los equipos disponibles para la red calidad del recurso hídrico. 2. Los costos de mantenimiento y operación son aceptables. 3. Presenta condiciones favorables de radioenlace.	Este sitio es apto para instalar una estación remota fija, ya que permitiría controlar los vertimientos por lixiviados del relleno Doña Juana y las descargas generadas por los barrios aledaños, siempre y cuando se mejoren las condiciones de seguridad.	Estación de Control - Estación Móvil.
26						
Río Tunjuelo - Monteblanco	Localizada en cercanías del nacimiento del río Tunjuelo en el barrio Monteblanco.	1. Se encuentra dentro del perímetro urbano de Bogotá. 2. La ubicación de este sitio hace parte de la cuenca alta del río Tunjuelo. 3. Este sitio registraría la calidad del río Tunjuelo en su estado natural. 4. El uso actual del suelo corresponde en su mayor parte a residencial con algunos sectores de explotación minera. 5. En el corto plazo el sitio no se encuentra afectado por proyectos de infraestructura. 6. Las políticas relacionadas con el recurso hídrico y la fuente superficial corresponden al DAMA, quien hasta el momento no ha informado sobre ninguna actividad.	1. Se cuenta con acceso vehicular hasta el sitio. 2. Existe un puente peatonal. 3. Las características hidráulicas y de calidad de la sección son favorables para la realización de mediciones e instalación de equipos. 4. Existen facilidades para realizar actividades hidrométricas y de recolección de muestras.	1. El sitio se ajusta a los requerimientos de los equipos disponibles para la red calidad del recurso hídrico. 2. Los costos de mantenimiento y operación son aceptables.	En esta estación se registra la calidad del río Tunjuelo en su estado natural.	Estación de línea base - Estación Móvil.
27						

Anexo 1 - Matriz de Validación

NOMBRE	UBICACIÓN	FACTORES FUNDAMENTALES O ESTRUCTURANTES	FACTORES CONDICIONANTES	FACTORES LIMITANTES	RECOMENDACIONES	TIPO DE ESTACIÓN
Quebrada Yomasa - Descarga	Localizada en la margen derecha del río Tunjuelito, y cerca del portal Usme de Transmilenio	1. Se encuentra dentro del perímetro urbano de Bogotá. 2. La ubicación de este sitio hace parte de la cuenca alta del río Tunjuelo. 3. Este sitio registraría la calidad de la Quebrada Yomasa antes de descargar al río Tunjuelo. 4. El uso actual del suelo corresponde en su mayor parte a residencial con algunos sectores de explotación minera. 5. En el corto plazo se prevé la construcción de obras de infraestructura. 6. Las políticas relacionadas con el recurso hídrico y la fuente superficial corresponden al DAMA, quien hasta el momento no ha informado sobre ninguna actividad.	1. Se cuenta con acceso vehicular al sitio. 2. Las características hidráulicas y de calidad de la sección son favorables para la realización de mediciones e instalación de equipos. 3. Existen facilidades para realizar actividades hidrométricas y de recolección de muestras.	1. El sitio se ajusta a los requerimientos de los equipos disponibles para la red calidad del recurso hídrico. 2. Los costos de mantenimiento y operación son aceptables.	En esta estación se registra la calidad de la Quebrada Yomasa antes de descargar al río Tunjuelo	Estación de Control - Estación Móvil
28						
Río Tunjuelo - Carrera 86	Localizada sobre el río Tunjuelo, cerca del barrio Casablanca (Sur), sobre la vía de Corabastos	1. Se encuentra dentro del perímetro urbano de Bogotá. 2. La ubicación de este sitio hace parte de la cuenca baja del río Tunjuelo. 3. Este sitio registraría la calidad del río Tunjuelo antes de que el mismo ingrese a la localidad de Kennedy. 4. El uso actual del suelo corresponde en su mayor parte a residencial con algunos sectores de actividad industrial y comercial. 5. En el corto plazo no se prevé la construcción de obras de infraestructura. 6. Las políticas relacionadas con el recurso hídrico y la fuente superficial corresponden al DAMA, quien hasta el momento no ha informado sobre ninguna actividad.	1. Se cuenta con acceso vehicular al sitio. 2. Las características hidráulicas y de calidad de la sección son favorables para la realización de mediciones e instalación de equipos. 3. Existen facilidades para realizar actividades hidrométricas y de recolección de muestras. 4. Se cuenta con una estación de FOPAE compatible con los sensores con que actualmente cuenta el DAMA.	1. El sitio se ajusta a los requerimientos de los equipos disponibles para la red calidad del recurso hídrico. 2. Los costos de mantenimiento y operación son aceptables.	La utilización y aprovechamiento de la estación del FOPAE permite fortalecer la cooperación interinstitucional, dada que dicha estación cuenta con una historia de monitoreo de niveles.	Estación de Control - Estación Remota Fija-FOPAE
29						
Río Tunjuelo - La Independencia	Localizada sobre el río Tunjuelito, en la localidad de Bosa, aguas arriba de la estación de Puente La Isla	1. Se encuentra dentro del perímetro urbano de Bogotá. 2. La ubicación de este sitio hace parte de la cuenca baja del río Tunjuelo. 3. Este sitio registraría la calidad del río Tunjuelo antes de que el mismo ingrese a la localidad de Kennedy. 4. El uso actual del suelo corresponde en su mayor parte a residencial con algunos sectores de actividad industrial y comercial. 5. En el corto plazo no se prevé la construcción de obras de infraestructura. 6. Las políticas relacionadas con el recurso hídrico y la fuente superficial corresponden al DAMA, quien hasta el momento no ha informado sobre ninguna actividad.	1. Se cuenta con acceso vehicular al sitio. 2. Las características hidráulicas y de calidad de la sección son favorables para la realización de mediciones e instalación de equipos. 3. Existen facilidades para realizar actividades hidrométricas y de recolección de muestras. 4. Se cuenta con una estación de FOPAE compatible con los sensores con que actualmente cuenta el DAMA.	1. El sitio se ajusta a los requerimientos de los equipos disponibles para la red calidad del recurso hídrico. 2. Los costos de mantenimiento y operación son aceptables.	Adicionalmente, la utilización y aprovechamiento de la estación del FOPAE permite fortalecer la cooperación interinstitucional, dada que dicha estación cuenta con una historia de monitoreo de niveles.	Estación de Control - Estación Remota Fija-FOPAE
30						

Anexo 1 - Matriz de Validación

NOMBRE	UBICACIÓN	FACTORES FUNDAMENTALES O ESTRUCTURANTES	FACTORES CONDICIONANTES	FACTORES LIMITANTES	RECOMENDACIONES	TIPO DE ESTACIÓN
Río Bogotá – Entre Juan Amarillo y PTAR	Localizada en la margen izquierda del río Bogotá, entre las confluencias del río Juan Amarillo y la descarga de la PTAR El Salitre	1. Se encuentra dentro del perímetro urbano de Bogotá. 2. La ubicación de este sitio hace parte de la cuenca del río Juan Amarillo. 3. Este sitio permite ver el comportamiento del río Bogotá antes de la descarga de la PTAR El Salitre. 4. El uso actual del suelo corresponde en su mayor parte a residencial; aunque actualmente cuenta con una citoruta cerca del punto. 5. En el corto plazo el sitio no se encuentra afectado por proyectos de infraestructura. 6. Las políticas relacionadas con el recurso hídrico y la fuente superficial corresponden a la CAR, quien hasta el momento no ha informado sobre ninguna actividad.	1. Se cuenta con acceso vehicular hasta el sitio. 2. Hay condiciones de seguridad para los equipos, dado que se localiza sobre el área pública. 3. No existe ninguna estructura que facilite la instalación de la estación. 4. La disponibilidad de observador se facilita porque se encuentra ubicada al lado de la PTAR del Salitre. 5. Las características hidráulicas y de calidad de la sección son favorables para la realización de mediciones e instalación de equipos. 6. Requiere la construcción de tarabita para realizar actividades hidrométricas. Existen facilidades para la recolección de muestras	1. El sitio se ajusta a los requerimientos de los equipos disponibles para la red calidad del recurso hídrico. 2. Los costos de mantenimiento y operación son aceptables. 3. Presenta condiciones favorables de radioenlace.	Este sitio fue adicionado según recomendaciones del DAMA	Estación Modelación – Estación Móvil.
31						
Río Bogotá – El Corfijo	Localizada en la margen izquierda del río Bogotá, aguas abajo de la descarga de la PTAR El Salitre.	1. Se encuentra dentro del perímetro urbano de Bogotá. 2. La ubicación de este sitio hace parte de la cuenca del río Juan Amarillo. 3. Este sitio permite ver el comportamiento del río Bogotá después de la descarga de la PTAR El Salitre. 4. El uso actual del suelo corresponde en su mayor parte a residencial; aunque actualmente cuenta con una citoruta cerca del punto. 5. En el corto plazo el sitio no se encuentra afectado por proyectos de infraestructura. 6. Las políticas relacionadas con el recurso hídrico y la fuente superficial corresponden a la CAR, quien hasta el momento no ha informado sobre ninguna actividad.	1. Se cuenta con acceso vehicular hasta el sitio. 2. Hay condiciones de seguridad para los equipos, dado que se localiza sobre el área pública. 3. No existe ninguna estructura que facilite la instalación de la estación. 4. La disponibilidad de observador se facilita porque se encuentra ubicada al lado de la PTAR del Salitre. 5. Las características hidráulicas y de calidad de la sección son favorables para la realización de mediciones e instalación de equipos. 6. Requiere la construcción de tarabita para realizar actividades hidrométricas. Existen facilidades para la recolección de muestras. 7. Coincide con la estación automática de la EAAB.	1. El sitio se ajusta a los requerimientos de los equipos disponibles para la red calidad del recurso hídrico. 2. Los costos de mantenimiento y operación son aceptables. 3. Presenta condiciones favorables de radioenlace.	Este sitio fue adicionado según recomendaciones del DAMA	Estación Modelación – Estación Móvil.
32						
Canal Jaboque	Sobre la descarga del Canal Jaboque, antes de su desembocadura en el río Bogotá	1. Se encuentra dentro del perímetro urbano de Bogotá. 2. La ubicación de este sitio hace parte de la cuenca del Humedal Jaboque. 3. Este sitio permite ver el comportamiento del río Bogotá después de la descarga del Humedal Jaboque. 4. El uso actual del suelo corresponde en su mayor parte a residencial; aunque la descarga se encuentra a la entrada del Parque de La Florida. 5. Actualmente, se está desarrollando un interceptor que llevará las aguas a la PTAR El Salitre. 6. Las políticas relacionadas con el recurso hídrico corresponden al DAMA.	1. Se cuenta con acceso vehicular hasta el sitio. 2. Existe una mira. 3. Existen facilidades para realizar actividades hidrométricas y de recolección de muestras.	1. El sitio se ajusta a los requerimientos de los equipos disponibles para la red calidad del recurso hídrico. 2. Los costos de mantenimiento y operación son aceptables. 3. Presenta condiciones favorables de radioenlace.	Este sitio fue adicionado según recomendaciones del DAMA	Estación Modelación – Estación Móvil.
33						

Anexo 2 - Recomendaciones del Experto Internacional

Durante los días 1° al 12 de junio de 2003, el Ingeniero José Eliseo Lobos, del Instituto Nacional del Agua de Argentina – INA, asesoró al Ideam en la validación del modelo de emplazamiento de la red de calidad del recurso hídrico de Bogotá D.C.

• 84 •

Dentro de las recomendaciones dadas por el Ingeniero Lobos, deben destacarse aquellas que están relacionadas con los objetivos definidos para la red, los cuales se describen a continuación¹:

- Puesta en funcionamiento de un sistema de vigilancia para proteger la calidad del recurso.

El objetivo de la instalación y operación de una red de calidad hídrica es identificar las fluctuaciones de calidad (concentraciones) y cantidad (caudales y cargas) de un cuerpo de agua, lo que será conocido como una red de alertas; para el caso de la red de calidad de la ciudad la aplicación de este objetivo es compleja, debido a que las fluctuaciones de calidad serán difícilmente detectables con equipos en tiempo real, dadas las características físicoquímicas de los ríos por monitorear. Por consiguiente, este objetivo será cumplido en el mediano y largo plazo y deberá acompañarse con programas de cobertura de alcantarillado, identificación de conexiones erradas y control de vertimientos.

■ ■ ■

¹ Informe Final, Asesoría del Experto Internacional, José Eliseo Lobos. Junio de 2003.

- Determinación de los valores extremos y medios de las variables de calidad del agua.

Este objetivo permitirá observar el mejoramiento y recuperación del recurso hídrico con el tiempo y tener una historia de los datos obtenidos por la red que permitan en un futuro diseñar planes y programas orientados hacia la generación de normas acordes con las necesidades de la población y con la bondad de los cuerpos de agua.

Es así como se hace necesario fijar por parte de la autoridad ambiental un uso específico para los diferentes tramos de los ríos en estudio, de tal manera que se logre una recuperación del río. Esto convierte la solución para el cuerpo receptor a su vez en un problema colectivo (uso) e individual (control de vertimientos).

- Detección de tendencias temporales (a largo plazo) de los parámetros de calidad del agua asociados a los aspectos de control.

La observación con el tiempo de tendencias permitirá de alguna manera establecer el comportamiento de los ríos y realizar proyecciones, para poder estar preparados ante posibles amenazas por lluvias fuertes, avalanchas y demás problemas de tipo natural.

De igual forma, la detección de tendencias es una alternativa y fuente de información para el desarrollo de obras de infraestructura que permitan mitigar las consecuencias de tipo ambiental originadas por las catástrofes antes mencionadas.

- Generación de información que permite determinar el aporte de carga contaminante y la aptitud de un agua natural para un determinado uso mediante el empleo de herramientas predictivas.

Los costos de operación y mantenimiento de una red de calidad del recurso hídrico están ligados a la frecuencia de toma de datos. Por tal razón el principal objetivo de una red de monitoreo es capturar datos de calidad que permitan, mediante la aplicación de un modelo, obtener una aproximación a la realidad del recurso, con una reducción sustancial en los costos.

Sin embargo, es importante lograr una calibración del modelo; para ello se requiere iniciar un programa agresivo de toma de datos, mediante el cual se obtenga información

suficiente para alimentar el modelo. Esta periodicidad deberá ir ajustándose con el transcurso del tiempo, así como los parámetros a monitorear. Inicialmente, se deberá realizar un monitoreo a todos los parámetros regulados por la autoridad ambiental que, para el caso es el DAMA; y, en caso de que algunos parámetros no sean detectados, no será necesario continuar monitoreándolos con la periodicidad inicial. Sin embargo, es conveniente realizar un monitoreo una o dos veces al año.

Adicionalmente, para contar con una representatividad de cada uno de los puntos, se deberá realizar un monitoreo durante ocho días seguidos a diferentes horas del día, para que entre todos se cubran las 24 horas del día, seguido por un monitoreo durante 24 horas continuas, con monitoreos puntuales cada dos horas.

Bibliografía

Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente, Resolución 1074 del 28 de octubre de 1997, por la cual se establecen los estándares ambientales en materia de vertimientos.

Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente, Resolución 339 de 1999, por la cual se implementan las unidades de contaminación hídrica, UCH 1 y UCH 2, para el Distrito Capital.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas, 2004.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente, VI Fase de Seguimiento de Efluentes Industriales y Corrientes superficiales de Bogotá D.C.

Metcalf y Eddy, 1998, Ingeniería de Aguas Residuales. Bogotá, Mc Graw Hill.

Ministerio de Agricultura, Decreto 1594 del 26 de junio de 1984, por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI –Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III –Libro I del Decreto- Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Decreto Número 3100 de 30 octubre de 2003, por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones.

Acidez: Capacidad de una solución acuosa para reaccionar con iones hidróxilo. Se mide cuantitativamente por titulación con una solución alcalina normalizada y se expresa usualmente en términos de mg/l como carbonato de calcio.

Afluente: Agua residual u otro líquido que ingrese a un reservorio, o algún proceso de tratamiento.

Aguas residuales municipales: Agua residual de origen doméstico, comercial e institucional que contiene desechos humanos.

Aguas residuales: Agua que contiene material disuelto y en suspensión, luego de ser usada por una comunidad o industria.

Biodegradación: Degradación de la materia orgánica por acción de microorganismos sobre el suelo, aire, cuerpos de agua receptores o procesos de tratamiento de aguas residuales.

Carga orgánica: Producto de la concentración media de DBO por el caudal medio determinado en el mismo sitio; se expresa en kilogramos por día (kg/d).

Coliformes: Bacterias gram negativas de forma alargada capaces de fermentar lactosa con producción de gas a la temperatura de 35 ó 37°C (coliformes totales). Aquellas que tienen las mismas propiedades a la temperatura de 44 ó 44.5°C se denominan coliformes fecales. Se utilizan como indicadores de contaminación biológica.

Glosario¹⁹



Concentración: Denomínase concentración de una sustancia, elemento o compuesto en un líquido, la relación existente entre su peso y el volumen del líquido que lo contiene.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) o Demanda de oxígeno: Cantidad de oxígeno usado en la estabilización de la materia orgánica carbonácea y nitrogenada por acción de los microorganismos en condiciones de tiempo y temperatura especificados (generalmente cinco días y 20 °C). Mide indirectamente el contenido de materia orgánica biodegradable.

Demanda Química de Oxígeno (DQO): Medida de la cantidad de oxígeno requerida para la oxidación química de la materia orgánica del agua residual, usando como oxidantes sales inorgánicas de permanganato o dicromato en un ambiente ácido y a altas temperaturas.

Efluente: Líquido que sale de un proceso de tratamiento.

Emisario: Canal o tubería que recibe las aguas residuales de un sistema de alcantarillado y las lleva a una planta de tratamiento o de una planta de tratamiento y las lleva hasta el punto de disposición final.

Metales pesados: Son elementos tóxicos que tienen un peso molecular relativamente alto. Usualmente tienen una densidad superior a 5,0 g/cm³ por ejemplo, plomo,



¹⁹ Tomado del reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS - 2000.

plata, mercurio, cadmio, cobalto, cobre, hierro, molibdeno, níquel, zinc.

Muestra compuesta: Mezcla de varias muestras alícuotas instantáneas recolectadas en el mismo punto de muestreo en diferentes tiempos. La mezcla se hace sin tener en cuenta el caudal en el momento de la toma.

Muestra integrada: Consiste en el análisis de muestras instantáneas tomadas simultáneamente en diferentes puntos o tan cerca como sea posible. La integración se hace de manera proporcional a los caudales medidos al tomar la muestra.

Muestra puntual: Muestra de agua residual tomada al azar en un momento determinado para su análisis. Algunos parámetros deben determinarse in situ y otros en el laboratorio.

Muestreo automático: Los muestreadores automáticos pueden eliminar los errores humanos introducidos en el

muestreo manual, reducir los costos, proveer un mayor número de muestreos; su uso se incrementa día a día. Debe asegurarse que el muestreador automático no contamine la muestra.

Muestreo manual: El que no se realiza con equipos. Puede ser muy costoso y demorado para muestreos a gran escala.

Oxígeno disuelto: Concentración de oxígeno medida en un líquido, por debajo de la saturación. Normalmente se expresa en mg/l.

pH: Logaritmo, con signo negativo, de la concentración de iones hidrógeno, en moles por litro.

Planta de tratamiento (de agua residual): Conjunto de obras, instalaciones y procesos para tratar las aguas residuales.

Sólidos Sedimentables: Materia sólida que se sedimenta en un periodo de 1 hora.



www.imprenta.gov.co
PBX(0571) 457 80 00
Diagonal 22 B No. 67 - 70
Bogotá, D.C., Colombia

