

ELEMENTOS TÉCNICOS DEL PLAN DECENAL DE DESCONTAMINACIÓN DE BOGOTÁ



Parte 3: Lineamientos Técnicos del Plan de Descontaminación de Bogotá

**ELEMENTOS TÉCNICOS DEL
PLAN DECENAL
DE DESCONTAMINACIÓN
DE BOGOTÁ**

© Alcaldía Mayor de Bogotá
Secretaría Distrital de Ambiente, SDA, 2009
ISBN No. 978-958-695-443-3

Primera edición

Julio de 2009

Secretaría Distrital de Ambiente, Bogotá, D.C., Colombia

Impreso en Colombia - Printed in Colombia

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida total ni parcialmente, ni registrada en o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni en ningún medio sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electro-óptico, por fotocopia o cualquier otro, sin el permiso previo por escrito de la entidad.

**ELEMENTOS TÉCNICOS DEL
PLAN DECENAL
DE DESCONTAMINACIÓN
DE BOGOTÁ**

Parte 3: Lineamientos Técnicos del Plan de Descontaminación de Bogotá

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ
Secretaría Distrital de Ambiente

Samuel Moreno Rojas
Alcalde Mayor

Juan Antonio Nieto Escalante
Secretario Distrital de Ambiente

Samir José Abisambra Vesga
Subsecretario General y de Control Disciplinario

Edgar Fernando Erazo Camacho
Director de Control Ambiental

Edgar Vicente Gutiérrez Romero
Subdirector de calidad del aire, auditiva y visual

GRUPO EDITOR

Jesús Miguel Sepúlveda Escobar
Profesional especializado Subdirección de
calidad del aire, auditiva y visual

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental
Centro de Investigaciones en Ingeniería Ambiental

Eduardo Behrentz Valencia
Investigador principal

Nancy Sánchez Morcote
Co-investigadora

Investigadores colaboradores
Sandra M. Bravo Córdoba
Magdalena Fandiño del Río
Mauricio Gaitán Varón
Natalia E. Muñoz Rodríguez
A. Juliana Rivera Contreras
Paula Rodríguez Vargas
Robinsson A. Rodríguez Vasquez

Corrección de estilo
Oficina Asesora de Comunicaciones SDA

Fotografía
Centro de Investigaciones en Ingeniería Ambiental

Diseño y diagramación
Diana Fernández Prieto

Impresión
Contácto Gráfico Ltda.

Descargo de responsabilidad

Las afirmaciones y conclusiones que se presentan en este documento son producto del trabajo y la reflexión del contratista y no necesariamente corresponden a la opinión de la entidad financiadora, la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá. La mención o el uso de productos comerciales o de empresas que se utilizaron para tener acceso a los mismos no deben ser entendidos como un aval o una recomendación de uso por parte de la Universidad de los Andes.

Resumen ejecutivo

Durante el desarrollo de este proyecto se llevó a cabo la actualización del inventario de emisiones provenientes de fuentes industriales y vehiculares en Bogotá así como un ejercicio sin antecedentes para lograr la caracterización del material particulado presente en la ciudad con el fin de realizar un análisis de identificación de las fuentes causantes de su problema de contaminación. En todos estos casos se utilizaron metodologías y procedimientos que corresponden al estado del arte y a partir de mediciones directas y de experimentos realizados en la ciudad bajo sus condiciones y características reales. Los resultados encontrados para dichos esfuerzos fueron utilizados para formular los lineamientos técnicos del plan decenal de descontaminación del aire que será implementado en la ciudad durante los próximos diez años.

En total se realizaron más de 60 mediciones isocinéticas en chimeneas industriales y más de 200 pruebas en ruta para determinar las emisiones producidas por la flota vehicular, se visitaron y empadronaron cerca de 3,000 empresas y se recolectaron cerca de 300 filtros con muestras de material particulado que fueron sometidos a determinaciones analíticas con el fin de estimar los contenidos de más de 35 especies químicas incluyendo aniones y metales pesados.

A partir de los resultados encontrados se logró determinar que la producción no tecnificada de ladrillo (seguida por las calderas que utilizan carbón como combustible) es la más importante fuente de contaminación por material particulado en la ciudad y que la presencia de sectores informales al interior de la industria bogotana es uno de los principales desafíos para la ciudad y su institucionalidad ambiental. Del mismo modo, se logró documentar que existen grandes falencias e inconvenientes en el desarrollo de las mediciones isocinéticas en chimeneas y que el uso del gas natural es una de las mejores estrategias para reducir las emisiones de material particulado por parte de la industria.

Los resultados de este trabajo indican que para reducir los niveles de emisiones por parte de la flota de carga liviana de la ciudad se deben implementar programas y medidas enfocadas hacia los siguientes temas: reducción del uso del vehículo privado y de vehículos de gran tamaño que se caractericen por elevados consumos de combustible, mejorar los patrones de conducción de tal forma que éstos sean menos agresivos, promover la renovación del parque automotor de tal forma que los vehículos se encuentren provistos de tecnologías más avanzadas y más limpias, continuar y expandir las políticas existentes relacionadas con la exigencia de contar con tecnologías de control de emisiones, y diseñar programas para la renovación de convertidores catalíticos que ya hayan cumplido con su vida útil.

Adicionalmente, se debe continuar con los esfuerzos para lograr la distribución de ACPM de calidad internacional, de tal forma que se sigan logrando reducciones de emisiones en toda la flota que usa este combustible y se permita el uso de tecnologías de control de emisiones para motores diésel. En este mismo sentido también es necesario implementar programas de renovación y modernización del parque de vehículos de carga pesada, así como de mantenimiento preventivo y especializado de los mismos.

Se debe seguir pensando en un sistema de transporte integrado en el que TransMilenio sea cada vez más importante y represente un mayor porcentaje de los viajes que se realizan en la ciudad. Este escenario debe significar la salida masiva de buses del sistema de transporte colectivo.

Los resultados de la modelación por receptores demostraron que el conocimiento de las concentraciones de material particulado no es suficiente para entender el problema de contaminación en un lugar específico de la ciudad y que se puede tener certeza que la atmósfera de la ciudad funciona como un sistema interconectado, en donde las emisiones generadas en un lugar geográfico tienen implicaciones negativas en zonas relativamente alejadas. Esto significa que las políticas de control de la contaminación deben planificarse de manera integral y considerando a toda la ciudad (y algunos de sus alrededores) como un mismo sistema.



Tabla de contenido

1. Aspectos generales	1
2. Introducción: razones para definir un plan de descontaminación	2
3. Diagnóstico: ¿cuál es el problema de Bogotá?	3
4. Causas del problema: fuentes de contaminación	4
4.1. Niveles de exposición personal	4
5. Fuentes móviles operadas con gasolina	5
6. Fuentes móviles operadas con diésel	8
7. Norma de emisiones para motocicletas	10
8. Combustibles alternativos	11
9. Gas natural vehicular	12
10. Fuentes industriales	13
10.1. Gas natural en industrias	17
11. Informalidad	18
12. Ventanilla ACERCAR	19
12.1. Ventanilla ACERCAR transporte	19
12.2. Ventanilla ACERCAR industria	20
13. Educación ambiental	21
14. Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá	22
15. Resumen de propuestas	23
15.1. Propuestas de carácter institucional	23



1. Aspectos generales

El presente documento representa la cuarta y última parte del reporte final de resultados del estudio elaborado por el Centro de Investigaciones en Ingeniería Ambiental (CIIA) de la Universidad de los Andes y contratado por la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá (SDA) como parte del convenio de ciencia y tecnología número 347 de 2006.

El objeto de dicho convenio fue elaborar estudios y planes para contribuir a los procesos de monitoreo y mejoramiento de la calidad del aire en el distrito capital de Bogotá así como diseñar las políticas necesarias para controlar los factores que generan contaminación atmosférica.

Esta cuarta parte del reporte final se centra en los lineamientos técnicos del plan de descontaminación del aire para Bogotá, de acuerdo a los resultados encontrados durante el desarrollo de este proyecto, los cuales se encuentran documentados en sus partes 1 (Caracterización de Material Particulado y Modelos Receptores), 2-A (Inventario de Emisiones Provenientes de Fuentes Fijas) y 2-B (Inventario de Emisiones Provenientes de Fuentes Vehiculares).

Este documento en particular refleja el mejor conocimiento técnico y científico del problema de contaminación del aire por parte de la Universidad de los Andes y se basa en lo que probablemente es el estudio más completo que se haya hecho a la fecha en Colombia en estos temas.

2. Introducción: razones para definir un plan de descontaminación

Existen múltiples razones para contar con un plan de descontaminación con metas a corto, mediano y largo plazo. Por un lado, existen argumentos relacionados con la salud pública, debido a que se encuentra ampliamente documentado que el deterioro de las condiciones de calidad del aire tiene impactos en las tasas de morbilidad y mortalidad de la población, especialmente en lo que tiene que ver con enfermedades respiratorias y cardíacas.

Existen también razones económicas y estratégicas, debido a que se encuentra claramente demostrado que el deterioro en la calidad del aire conlleva a una pérdida de competitividad de las ciudades que padecen esta situación. Para el caso de Bogotá, según estudios realizados por el Banco Mundial, las pérdidas totales asociadas con esta problemática ascienden a miles de millones de dólares al año.

Finalmente, existen razones legales y jurídicas debido a que según la norma nacional de calidad del aire de Colombia (Decreto 979 y Resolución 601 de 2006), toda región del país que presente violaciones a los límites establecidos por la misma (tal y como es el caso de Bogotá) se encuentra obligada a establecer un plan de descontaminación.

3. Diagnóstico: ¿cuál es el problema de Bogotá?

Según registros de la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), a través de su Red de Monitoreo de la Calidad del Aire de Bogotá (RMCAB), el problema de contaminación en la ciudad no se presenta de igual forma en las diferentes localidades que la conforman y tampoco tiene que ver con todos los “contaminantes criterio” que hacen parte de la legislación colombiana y para los cuales se cuenta con información en la ciudad.

El principal problema de calidad del aire en Bogotá tiene que ver con las elevadas concentraciones de material particulado respirable (PM₁₀) y fino (PM_{2.5}), específicamente en las localidades del centro-occidente y sur-occidente, en donde se concentra la actividad industrial de la ciudad y que al mismo tiempo son atravesadas por grandes vías cuyo tráfico se encuentra dominado por vehículos de carga pesada.

Un segundo contaminante criterio para el cual se presentan problemas es el ozono troposférico. Si bien para este caso la situación no es tan crítica como para el PM₁₀, este contaminante también representa un riesgo para la salud humana dada su elevada capacidad oxidante e irritante.

Con este diagnóstico en mente, las medidas de control de la contaminación del aire para la ciudad de Bogotá, si bien no deben olvidar la existencia de otros contaminantes tales como el monóxido de carbono y los óxidos de nitrógeno y azufre, deben concentrarse en aquellos parámetros que han demostrado ser de mayor importancia, en este caso el PM₁₀ y el ozono.

4. Causas del problema: fuentes de contaminación

Para el caso del material particulado y el ozono es cierto que tanto las fuentes vehiculares como las industriales, e incluso algunas fuentes naturales, son responsables del problema de contaminación. Esto se debe a que todo proceso de combustión, sin importar las condiciones del mismo o el tipo de combustible utilizado, emite material particulado así como las sustancias gaseosas que una vez en la atmósfera (y en presencia de la luz solar) producen ozono.

Al mismo tiempo, sin embargo, el caso de Bogotá no es diferente al de otros centros urbanos de gran tamaño, en donde es posible identificar a los principales causantes del problema de contaminación de tal forma que las medidas de control sean orientadas hacia los mismos.

4.1. Niveles de exposición personal

En la literatura científica reciente empieza a ser común encontrar discusiones acerca de los niveles de exposición personal como una alternativa de análisis para el problema de contaminación del aire en un centro urbano. En el enfoque tradicional, dicho problema es caracterizado y estudiado con base en mediciones realizadas en redes fijas de monitoreo cuyos valores son representativos para amplias áreas geográficas así como para extensos periodos de tiempo.

La nueva tendencia, enfocada no en la caracterización de los niveles generales de contaminación en la ciudad sino en la exposición percibida de manera directa por las personas en los lugares específicos en los que pasan la mayoría de su tiempo, aporta nuevos elementos de juicio y puede llevar a conclusiones diferentes a aquellas alcanzadas bajo la metodología tradicional.

Por ejemplo, según el inventario de emisiones actualizado para Bogotá (ver Reporte Final - Parte 2), las fuentes industriales emiten una mayor cantidad de material particulado que las fuentes vehiculares. Al mismo tiempo, sin embargo, son las fuentes vehiculares las que generan un mayor impacto negativo sobre la población dado que sus emisiones ocurren en espacios más cercanos a las personas y de esta forma la denominada “fracción ingerida de contaminación” es mucho más alta para los contaminantes generados por fuentes vehiculares que para los contaminantes generados por fuentes industriales.

Este tipo de fenómenos fueron estudiados y analizados en el contexto de la ciudad de tal forma que las medidas sugeridas para su plan de descontaminación se encuentran articuladas con la realidad de la misma y responden a sus necesidades específicas.

Haciendo uso de las perspectivas antes mencionadas se generaron las recomendaciones de política pública que se describen en las páginas siguientes y las cuales se encuentran encaminadas al mejoramiento de la calidad del aire en Bogotá. Todas y cada una de dichas recomendaciones deben ser analizadas y validadas utilizando herramientas de costo-eficiencia y costo-efectividad antes de ser puestas en práctica. Del mismo modo, la gobernabilidad y viabilidad política de las mismas debe ser analizada con detenimiento antes de su implementación.

5. Fuentes móviles operadas con gasolina

La flota vehicular de Bogotá se encuentra dominada por vehículos de servicio particular que operan con gasolina como combustible. Este solo hecho hace que dichos vehículos, que representan el 75% de la flota de la ciudad (ver Reporte Final Parte 2-B; Figura 4.1), merezcan una atención especial al interior del plan de descontaminación.

Los vehículos en referencia se caracterizan por emitir importantes cantidades de monóxido de carbono e hidrocarburos (ver Reporte Final Parte 2-B; Tabla 4.6), estos últimos considerados como sustancias promotoras de ozono (contaminante de gran importancia para la ciudad según lo que fue discutido anteriormente).

En la Parte 2-B del Reporte Final, se explica de manera detallada la metodología empleada así como los resultados obtenidos durante el ejercicio de mejoramiento y actualización del inventario de emisiones provenientes de fuentes vehiculares. Dichos resultados y análisis permitieron determinar que para reducir las emisiones de los vehículos operados con gasolina en la ciudad de Bogotá se deben adelantar las siguientes medidas:

1. Renovación de la flota vehicular.

Para el caso de la flota de Bogotá (y muy seguramente para otras ciudades del país), incluso de forma independiente a su patrón de mantenimiento, los vehículos antiguos generan emisiones más elevadas que los vehículos nuevos (ver Reporte Final Parte 2-B; Figura 4.11). Esto se debe al avance en la tecnología automotriz en donde los vehículos de modelos recientes representan, en la mayoría de los casos, máquinas que desde su diseño original se encuentran concebidas para generar la mínima cantidad posible de contaminación.

Esto significa que las autoridades nacionales y distritales deben generar los mecanismos e incentivos que sean del caso para promover una renovación tecnológica de la flota vehicular de Bogotá de tal forma que se reduzca de manera importante la relativamente alta edad promedio (ver Reporte Final Parte 2-B; Figura 4.3) de los vehículos que circulan por la ciudad.

2. Uso de instrumentos económicos

En un tema relacionado con el punto anterior pero que también es transversal a muchas de las medidas de control de la contaminación que serán discutidas en este documento, es importante que la ciudad extienda y expanda las estrategias que están siendo utilizadas para alcanzar un mejoramiento de calidad ambiental.

En este sentido, la administración pública cuenta con diversas herramientas para direccionar a la sociedad que administra. En el caso de temas ambientales dichas herramientas no deben limitarse, por ejemplo, al establecimiento de decretos y resoluciones encaminadas al uso de dispositivos de control o a requerimientos de reporte de información.

Por el contrario, ya es hora de que la ciudad haga uso de instrumentos económicos y tributarios para promover o desincentivar ciertas prácticas ejercidas por los diferentes actores que intervienen en los fenómenos de generación de contaminación.

Uno de estos instrumentos podría tener que ver con la forma en que se determina el impuesto de rodamiento de los vehículos particulares. Hoy en día dicho impuesto es función exclusiva del avalúo comercial del vehículo y esto es un incentivo para la tenencia de vehículos antiguos con tecnologías menos avanzadas y que, según lo discutido anteriormente, generan mayores emisiones de gases contaminantes.

Una propuesta para promover la renovación de la flota sería entonces modificar el algoritmo de cálculo utilizado para determinar el impuesto de rodamiento. En este sentido se debe resaltar que no se trata de generar una inequidad social gravando a quienes poseen los vehículos más antiguos y de menor valor sino de balancear de mejor manera la forma en que se determina el impuesto en cuestión.

Por ejemplo, el impuesto de rodamiento podría seguir siendo función del costo del vehículo pero considerando también la edad del mismo así como la presencia de tecnologías de control de emisiones tales como el convertidor catalítico (generando una reducción del impuesto en los casos en los que se cuente con este tipo de dispositivos).

3. Programas de equipamiento de convertidores catalíticos

En un tema relacionado con el punto anterior, los resultados de los experimentos realizados en este estudio demuestran (de forma consistente con lo reportado en la literatura técnica) que la presencia de sistemas de control de emisiones tiene una enorme influencia en las emisiones de contaminantes criterio. Para el caso de un vehículo de gasolina en Bogotá, la presencia de estos dispositivos se encuentra asociada con reducciones de emisiones (en particular de hidrocarburos totales y monóxido de carbono) que pueden ser superiores al 80% (ver Reporte Final Parte 2-B; Figura 4.6).

De esta forma, se debe establecer en la ciudad un programa de equipamiento y reemplazo de este tipo de tecnologías para los vehículos de gasolina. Esto cobra aun mayor importancia al considerar que la vida útil típica para estos aparatos suele ser menor a 10 años, una cifra que es inferior al tiempo medio de uso de los vehículos particulares en Bogotá (14 años).

4. Promoción de buenas prácticas de conducción

Según los resultados obtenidos en la campaña de campo, al igual que el tipo de tecnología del vehículo y la presencia de sistemas de control de emisiones, el denominado “patrón de conducción” tiene un impacto muy significativo en las emisiones generadas en un vehículo.

En pocas palabras, un patrón de conducción más agresivo (compuesto por aceleraciones y detenciones frecuentes y dramáticas) genera mayores emisiones de gases contaminantes en comparación con un patrón de conducción menos agresivo (ver Reporte Final Parte 2-B; Figura 4.10). Al mismo tiempo, se sabe que la conducción agresiva incrementa el consumo de combustible y genera un mayor desgaste en los diferentes componentes del motor.

De esta forma, la promoción de patrones de conducción menos agresivos en la ciudad de Bogotá (a través de una adecuada infraestructura y de un mejor control policivo en las calles) conlleva a beneficios ambientales al reducir las emisiones y el consumo de combustible así como al generar una menor tendencia a la degradación de los sistemas de alimentación y quema de combustible de los vehículos.

5. Pavimentación de las calles

Si bien es cierto que mayores aceleraciones generan mayores emisiones, al mismo tiempo es cierto que menores velocidades medias por parte de la flota que circula por la ciudad se encuentran asociadas con unos mayores niveles de emisiones.

Esto se debe a que en condiciones de alto tráfico vehicular, la velocidad media es menor al mismo tiempo que el vehículo se encuentra sometido a aceleraciones y detenciones más frecuentes, en comparación con condiciones de velocidad de crucero.

De esta manera, la infraestructura construida de la ciudad así como la señalización de la misma debe promover un mejor flujo de los vehículos con el fin de aumentar la velocidad media y disminuir la frecuencia de las aceleraciones y detenciones.

Adicionalmente, según los resultados del análisis de caracterización de material particulado (ver Reporte Final Parte 1; figuras 5.4, 5.5 y 5.7), la composición del PM₁₀ en las diferentes zonas de la ciudad se encuentra dominada por especies relacionadas con polvo resuspendido.

Esto significa que la pavimentación y mejora de las calles y avenidas de la ciudad debe ser una prioridad para las autoridades distritales como parte de sus políticas encaminadas al mejoramiento de las condiciones de calidad del aire.

6. Centro de medición de emisiones

Al revisar la relación (o falta de relación) entre los niveles de emisiones que se pueden inferir de los certificados de emisiones de gases (hoy en día evaluados como parte del programa de revisión técnico-mecánica) con los resultados de las pruebas dinámicas y en ruta que fueron parte de este estudio (ver Reporte Final Parte 2-B; Sección 3) es claro que la ciudad, y el resto de país, deben dar un paso hacia adelante en lo que tiene que ver con las técnicas utilizadas para las mediciones de emisiones vehiculares.

En pocas palabras, una prueba de tipo estática y sin someter al vehículo a una carga real (tal y como es la prueba utilizada hoy día en Colombia) no es un buen referente del desempeño ambiental del mismo.

Es necesario utilizar metodologías más sofisticadas y confiables que permitan determinar los factores de emisión de los contaminantes (expresados en masa de contaminación producida por unidad de distancia recorrida) en lugar de pruebas que tan sólo producen información acerca de las concentraciones de contaminantes en los gases de escape.

Esto es particularmente importante dado el reciente flujo de vehículos provenientes de la China y otros países sin una experiencia consolidada en estos temas, los cuales (según lo que ha sido documentado en otros países latinoamericanos) han demostrado no cumplir con los mismos estándares de calidad característicos de vehículos provenientes de países con economías más desarrolladas.

Mientras en la ciudad (o en el país) no se cuente con un verdadero laboratorio de emisiones vehiculares no será posible verificar este tipo de situaciones y tendremos que seguir creyendo en los certificados de emisiones proveídos por el fabricante o el importador de los vehículos. Esta realidad es altamente indeseable dado el evidente conflicto de intereses a propósito de la veracidad de dicho documento.

Las autoridades ambientales deben entonces proceder a hacer las gestiones e inversiones que sean del caso para poner en funcionamiento un laboratorio de emisiones vehiculares que se ajuste a los requerimientos internacionales para este tipo de instalaciones.

7. Mejoramiento de los centros de diagnóstico

En un tema relacionado con el punto anterior es necesario fortalecer los mecanismos para garantizar la calidad de los procedimientos y de la información de emisiones que es generada en los centros de diagnóstico.

Esta situación es hoy en día aun más dramática dada la fusión de los procesos de revisión técnico-mecánica y de certificación de gases. Esta fusión hace que la importancia de la prueba de emisiones se diluya en el largo proceso de revisión técnica en donde se verifican un gran número de parámetros utilizando diversos procedimientos.

En este sentido podría ser más conveniente contar con un menor número de centros de diagnóstico a los que se les puedan exigir mayores estándares de calidad y que al mismo tiempo sean más fáciles de auditar por parte de la autoridad ambiental. Del mismo modo, se debe pensar en que la información generada en estos establecimientos sea enviada de forma directa a las autoridades ambientales y utilizando sistemas de información y comunicación que eviten el fraude en dichos procedimientos.

6. Fuentes móviles operadas con diésel

Tal y como fue mencionado previamente, en la Parte 2-B del Reporte Final se explica de manera detallada la metodología empleada así como los resultados obtenidos durante el ejercicio de mejoramiento y actualización del inventario de emisiones provenientes de fuentes vehiculares. Dichos resultados y análisis permitieron determinar que para reducir las emisiones de los vehículos operados con ACPM en la ciudad de Bogotá se deben adelantar las siguientes medidas:

1. Continuar con el mejoramiento de la calidad del ACPM

Las emisiones de material particulado por parte de la flota vehicular de la ciudad se encuentran dominadas por los vehículos operados con ACPM, los cuales emiten (ver Reporte Final Parte 2-B; Tabla 4.8) más de 1,000 toneladas al año de PM_{2.5}.

Adicionalmente, de forma consistente con los resultados reportados en la literatura científica internacional, durante el desarrollo de este trabajo se logró documentar el impacto que tiene la calidad del combustible ACPM (en términos de su contenido de azufre) en las emisiones de material particulado por parte de los motores de tecnología diésel (ver Reporte Final Parte 2-B; Figura 4.15).

De esta forma, se debe continuar con los esfuerzos alcanzados gracias a la promulgación de la Ley 1205 de 2008¹ (Ley del Diésel), no sólo a través de un cuidadoso seguimiento de su cumplimiento por parte de Ecopetrol sino a través de estrategias que permitan acelerar el cronograma de reducción del contenido de azufre para el ACPM que se comercializa y distribuye en la ciudad de Bogotá.

2. Uso de tecnologías de control de emisiones

En un tema relacionado con el punto anterior, es necesario iniciar a la mayor brevedad posible las gestiones y los esfuerzos que se requieran para que la ciudad cuente con una normativa que haga obligatorio el uso de dispositivos de control de emisiones de material particulado en vehículos operados con ACPM.

Esto se debe, entre otras cosas, a que la principal motivación para lograr una mejora en la calidad del ACPM tiene que ver con que elevados contenidos de azufre imposibilitan el uso de las tecnologías de control de emisiones. De esta forma, las inversiones necesarias para la mejoras en el combustible se justifican, en parte, porque a través de las mismas se abre la puerta para el uso de sistemas de control tales como los filtros de partículas.

Esto significa que el verdadero beneficio ambiental asociado con la mejora del ACPM se logra a través del uso de dispositivos de control de emisiones, los cuales se encuentran asociados con reducciones de emisiones superiores al 80%.

3. Mejoramiento del sistema de transporte público y chatarrización

De forma paralela a la normativa que haga obligatorio el uso de tecnologías de control de emisiones, las autoridades de la ciudad deben fortalecer de forma significativa los programas encaminados a la reducción de la sobreoferta del transporte público colectivo (TPC), la ampliación de su sistema de transporte masivo, y la racionalización de la demanda y las rutas existentes a través del Sistema Integrado de Transporte Público (SITP).

En este sentido vale la pena resaltar que en cualquiera de los casos antes mencionados (o en cualquier combinación de los mismos), es necesario que la planificación de la ciudad se dirija hacia un escenario en el que el sistema de transporte colectivo vaya desapareciendo en el tiempo al ser reemplazado por un esquema que incluya planificación central en su operación así como un mecanismo de recaudo (de tarifa) unificado que evite la denominada “guerra del centavo”.

¹ En donde se establecen valores máximos para el contenido de azufre del combustible diésel en Colombia.

Estas estrategias se verían reflejadas en una reducción muy importante en las emisiones de material particulado, lo que se puede notar al comparar las emisiones producidas por la flota articulada del sistema de transporte masivo de la ciudad (TransMilenio) con las emisiones asociadas con el TPC. En este caso, las segundas fueron unas 25 veces más grandes que las primeras (ver Reporte Final Parte 2-B; Tabla 4.7).

Adicionalmente, la baja calidad en el sistema de transporte público de la ciudad se convierte en un incentivo para el uso del vehículo privado y la motocicleta, dos medios de transporte que son al mismo tiempo excluyentes e insostenibles en el largo plazo (ver Capítulo 7).

4. Mejoramiento de la norma de emisiones vehiculares

Si bien es cierto que el nivel de opacidad es una métrica que se ha utilizado en diversos países como una primera estimación de las emisiones de un vehículo diésel, dicha estimación no puede ser considerada como una medida permanente en reemplazo de mediciones reales de emisiones de material particulado.

Esto significa que de forma similar a lo discutido en el Numeral 6 de la Sección 5 de este documento, es necesario contar con una norma distrital de emisiones más avanzada y que corresponda de mejor manera al conocimiento que la capital del país tiene en materia ambiental. Para el caso de vehículos provistos con motores diésel, dicha norma debe hacer referencia al factor de emisión (expresado en gramos de contaminante producido por unidad de distancia recorrida) en lugar de al nivel de opacidad.

7. Norma de emisiones para motocicletas

A pesar de ser un tema que no fue tratado de forma directa durante el desarrollo de este proyecto, estudios previos del CIIA han demostrado de forma bastante clara la importancia que tienen las motocicletas al interior del inventario de emisiones de especies contaminantes del aire en Bogotá.

Por ejemplo, se sabe que las emisiones de material particulado fino provenientes de la flota de motocicletas pueden llegar a ser superiores a media tonelada diaria. Este valor es similar a las emisiones producidas por la totalidad de los vehículos de carga que circulan por las calles de Bogotá (ver Reporte Final Parte 2-B; Tabla 4.7).

Hoy en día hay más de 100,000 motos matriculadas en Bogotá, muchas de las cuales corresponden a motores con ciclos de dos tiempos los cuales se caracterizan por su alta producción de contaminantes. Esto significa que en la capital del país por cada taxi que circula se cuenta con cerca de dos motocicletas (ver Reporte Final Parte 2-B; Figura 4.1). Del mismo modo, por cada vehículo de transporte colectivo que circula por las calles de Bogotá, hay registradas cerca de cuatro motocicletas.

El uso masivo de la motocicleta representa una amenaza para la sostenibilidad ambiental de la ciudad y es un medio de transporte que fomenta el desorden en las vías e incrementa los índices de accidentalidad vial. Adicionalmente, la motocicleta es altamente excluyente ya que no puede ser utilizada por todos los sectores de la población, tales como personas de avanzada edad y niños pequeños.

En resumen, es necesario establecer un estándar distrital de emisiones para gases y material particulado para la flota de motocicletas que sea incluso más exigente que la norma recientemente promulgada por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT; Resolución 910 de 2008). De igual forma, es pertinente iniciar el desarrollo de programas y políticas que desincentiven el uso de estos vehículos al mismo tiempo que fomenten la utilización del transporte público en la ciudad.

8. Combustibles alternativos

El tema de combustibles alternativos (tratado tangencialmente durante este proyecto) requiere de mayor documentación en el contexto colombiano así como de una mayor discusión en lo que tiene que ver con su importancia al interior de las políticas de mejoramiento de la calidad ambiental en las ciudades.

La mezcla gasolina-etanol reduce principalmente las emisiones de monóxido de carbono por parte de los vehículos que usan estos combustibles. Sin embargo, tal y como ya ha sido discutido en este documento, el problema de calidad del aire en Bogotá poco tiene que ver con este contaminante y en lugar de esto se encuentra asociado con la presencia de material particulado proveniente de la industria y la flota diésel de la ciudad.

Por su parte, el uso de mezclas diésel-biodiesel sí cuenta con la capacidad de reducir las emisiones de material particulado. Sin embargo, estudios realizados en diferentes lugares del mundo demuestran que dichas reducciones no son significativas a menos que las mezclas contengan altos niveles de biodiesel.

En este sentido una solución desde el punto de vista ambiental (en términos de contaminación del aire) sería el uso de mezclas altas, llegando incluso a la utilización de biodiesel puro. Esto, sin embargo, no es posible en Colombia en el corto plazo debido a limitaciones que no son fáciles de resolver en temas de oferta de materia prima y capacidad de refinación así como en lo relacionado con los cambios tecnológicos que deben ser implementados en diversos componentes de los motores que pretendan usar estos combustibles.

De esta manera, el uso de biocombustibles puede hacer parte de una estrategia integral y a largo plazo pero no puede ser considerada como una solución al problema actual de contaminación del aire en Bogotá y otras ciudades del país.

9. Gas natural vehicular

Según los resultados encontrados en este estudio, el uso de vehículos de gasolina que han sido sometidos al proceso de conversión que les permite operar como vehículos híbridos (gasolina - GNV²) no es una medida que conlleve a beneficios de tipo ambiental, en términos de una reducción de emisiones de contaminantes criterio. En ciertas condiciones, estas reconversiones pueden incluso tener repercusiones negativas al incrementar los factores de emisión para especies tales como monóxido de carbono, hidrocarburos totales y óxidos de nitrógeno (ver Reporte Final Parte 2-B; Sección 4.5).

Esta situación se explica por la forma en que el gas natural vehicular es utilizado en Colombia, en donde la mayoría de los “vehículos de gas natural” corresponden en realidad a máquinas que fueron concebidas y diseñadas para operar con gasolina y que han sido objeto de transformaciones realizadas localmente, mediante procedimientos que difícilmente se ajustan a las especificaciones del fabricante.

En este sentido, mientras más moderno y sofisticado es el vehículo, más difícil es que su reconversión mantenga las condiciones originales de desempeño. Esto significa que así los vehículos reconvertidos a gas se encuentren operando con un combustible más limpio, las virtualmente inevitables limitaciones de dicha reconversión no permiten una operación óptima del motor y por lo mismo se pueden producir mayores emisiones de contaminantes.

En resumen, con excepción a que se haga referencia explícita a vehículos equipados con motores “dedicados” a gas (e.d., diseñados para ser alimentados con dicho combustible y que por lo mismo no requieren ser objeto de ningún proceso de reconversión tecnológica), el uso masivo del GNV no debe promovido como parte de las políticas de mejoramiento de la calidad del aire urbano en Bogotá.

² GNV = Gas Natural Vehicular

10. Fuentes industriales

No obstante la discusión presentada en la Sección 4.1., en la que se mencionaron las razones por las cuales las emisiones vehiculares han sido consideradas prioritarias para la ciudad, el denominado sector de “fuentes fijas” debe seguir siendo considerado como parte esencial del plan de descontaminación de Bogotá.

Esto es debido no sólo a la importancia de este sector desde la perspectiva del inventario de emisiones de material particulado y gases contaminantes de la ciudad sino también por la integralidad que debe ser característica de un plan de descontaminación.

Los resultados de la modelación por receptores demuestran claramente cómo la contaminación del aire que se percibe en una zona de la ciudad es consecuencia de una compleja interacción entre las dinámicas de emisiones y climatología que operan para todo el territorio que cubre la ciudad y sus regiones aledañas. De esta forma, la contaminación atmosférica debe ser definida como un fenómeno complejo que se encuentra relacionado con diversos actores y variables. Esto significa que las soluciones y políticas de mejoramiento y control deben ser formuladas mediante estrategias con múltiples componentes y que involucren a todos los causantes y responsables del problema (ver Reporte Final Parte 1; Sección 5.6).

En la Parte 2-A del Reporte Final se explica de manera detallada la metodología empleada así como los resultados obtenidos durante el ejercicio de mejoramiento y actualización del inventario de emisiones provenientes de fuentes industriales. Dichos resultados y análisis permitieron determinar que para reducir las emisiones de dicho sector se deben adelantar las siguientes medidas:

1. Mayores controles a ladrilleras

Al interior de las fuentes industriales, el sector de producción de ladrillo demostró ser el principal aportante al inventario de emisiones de material particulado en la ciudad (ver Reporte Final Parte 2-A; Sección 4.5). De esta manera, las políticas de control de la contaminación que se establezcan en la ciudad deben considerar a dicho sector como una de sus prioridades más importantes.

2. Fortalecimiento del programa de seguimiento y control a las industrias

El éxito de las políticas de calidad del aire se alcanza al momento de establecer mecanismos concretos que logren una reducción de las emisiones generadas por las fuentes de contaminación. Con esto en mente y considerando la recientemente promulgada norma de emisiones industriales por parte del MAVDT (Resolución 909 de 2008), es necesario que la autoridad ambiental local fortalezca y mejore su programa de seguimiento de emisiones a las industrias.

Si bien la SDA cuenta con una amplia e interesante experiencia en estos temas, la documentación lograda durante el desarrollo de este trabajo muestra de forma contundente que los controles y auditorías que hacen parte de este proceso no se están llevando a cabo de manera ideal. Este tema y las propuestas concretas sobre el mismo se explican en los siguientes apartes de este documento.

3. Reforma al proceso de auditoría a las consultoras que realizan mediciones en chimeneas

Uno de los hallazgos más significativos del estudio tiene que ver con la limitada capacidad técnica y la carencia de controles de calidad por parte de algunas de las firmas consultoras que han estado a cargo de las mediciones de emisiones en chimeneas industriales en Bogotá.

Dichas firmas representan un actor fundamental en el proceso de seguimiento a las fuentes fijas ya que son éstas las que cuentan con la infraestructura y los equipos para determinar las emisiones de aquellas industrias que, de acuerdo a la normativa vigente, deben someterse al monitoreo de sus fuentes y demostrar el cumplimiento de los estándares de emisiones.

De esta forma, los inconvenientes que hoy en día se presentan en estas mediciones son de la mayor importancia ya que sin información confiable sobre las emisiones industriales no es posible tomar las medidas apropiadas ni adoptar las políticas ambientales que necesita la ciudad.

En el proceso de mediciones de fuentes industriales realizado como parte de este estudio se documentaron todo tipo de irregularidades técnicas en el desarrollo de los muestreos en chimenea por parte de algunas consultoras dedicadas a estas labores, incluyendo el incumplimiento de las condiciones físicas necesarias para la captura de muestra (v.g., ubicación apropiada de los puertos de monitoreo) así como el incumplimiento de las condiciones de isocinetismo.

Adicionalmente, se identificaron diversos casos en los que los reportes y cálculos previos al monitoreo habían sido alterados en actitud dolosa con el fin de justificar un procedimiento de medición que en realidad no era aplicable para la chimenea bajo estudio.

Esta realidad es inaceptable y debe ser enfrentada por la SDA mediante un fortalecimiento de sus procesos de auditoría así como mediante una revisión integral de todos los protocolos y procedimientos que hacen parte los mismos.

4. Generación de manuales para las auditorías y las visitas a empresas

Continuando con el tema anterior, una estrategia para mejorar los procesos de seguimiento y control a las fuentes industriales tiene que ver con la existencia de ayudas y manuales para los diferentes actores involucrados. Esto incluye guías para quienes auditan a los consultores que se encargan de las mediciones, guías para los consultores y normas específicas de cómo documentar sus procedimientos, y guías para los industriales que deben someterse a los procesos de seguimiento y control.

En particular, la generación de guías o manuales de operación para llevar a cabo las auditorías es una estrategia altamente costo-efectiva. Esto es debido a que un profesional que domine los conceptos básicos de un monitoreo isocinético y que se encuentre familiarizado con los protocolos de campo debe estar en capacidad de detectar muy rápidamente errores en los procesos de muestreo y de reporte de resultados.

Otro ejemplo concreto en este sentido tiene que ver con la existencia de una norma técnica que determine en detalle los pasos y condiciones que se deben cumplir antes de que una chimenea sea categorizada como “apropiada para una medición”.

Esto último es de particular importancia dado que durante la experiencia de campo de este proyecto se determinó que este es uno de los pasos críticos y en donde típicamente se cometen más errores al interior del largo y complejo proceso de medición de emisiones en chimenea. Al mismo tiempo, la detección temprana de inconvenientes en dicho proceso ahorra tiempo y recursos.

5. Auditorías rigurosas a todo el proceso y no sólo a los equipos

Continuando con el mismo tema, es importante que los procedimientos de auditoría que se llevan a cabo hoy en día por parte de la SDA a las consultoras encargadas de los monitoreos en chimenea no se limiten a la verificación de la operación de los equipos sino que también involucren a todos los demás componentes del proceso.

Esto incluye la certificación de las instalaciones en las que se realizan las mediciones, la forma como se adelantan las mediciones, los procedimientos utilizados en los laboratorios e incluso la forma en la que se analizan y reportan los resultados.

En este sentido se podría considerar el establecimiento de sanciones o vetos para aquellas consultoras para las cuales sea posible identificar que no están desarrollando las pruebas de manera apropiada.

6. Automatización de los reportes de información

Un elemento que es poco mencionado en este tipo de discusiones pero que es de vital importancia para garantizar la calidad de los procesos de seguimiento y control es el que tiene que ver con las herramientas utilizadas para el reporte y almacenamiento de la información de las emisiones en las industrias. En pocas palabras, nada se gana con unos protocolos de campo que sean exigentes y rigurosos si lo mismo no aplica para la forma como se almacenan los resultados.

A pesar de diversos esfuerzos adelantados por la SDA en este sentido, en la actualidad aun no se cuenta con una herramienta automática de reporte de resultados de emisiones en chimenea ni con una base de datos estructurada en la que se almacene dicha información. Estos dos componentes son una necesidad primaria si se desea que la información en referencia sea confiable y se encuentre disponible para la toma de decisiones.

Para resolver esta situación se debe contar con formatos pre-establecidos y estandarizados que puedan ser utilizados para el reporte de la información recolectada en campo así como con una serie de rutinas computacionales que usen dichos reportes para la generación de archivos que sean automáticamente cargados en una base de datos única en la que se almacene toda la información de fuentes fijas. Esta base de datos debe ser protegida digitalmente para evitar el ingreso de información inapropiada.

7. Racionalización de los procesos de auditoría y control

Una de las más importantes premisas para las medidas y políticas adaptadas por la administración distrital es que éstas deben ser gobernables. En este sentido, la rigurosidad y cuidado que se deben tener en los procesos de medición de emisiones en chimeneas industriales son de alguna forma un impedimento para dicha gobernabilidad. Esto se debe a la inversión de recursos que se requiere para las mediciones así como el nivel técnico del personal involucrado en las mismas.

De esta forma, al mismo tiempo que se debe insistir en la importancia de la rigurosidad y de prestar atención a los detalles específicos y técnicos del proceso de monitoreo, es necesario replantear la estrategia que se está utilizando para la aplicación del comando y control a las fuentes industriales.

Para este caso se propone que las autoridades de orden local no pretendan llevar a cabo un control específico al 100% de las industrias y firmas consultoras encargadas de las mediciones. En lugar de esto, asumiendo la posición utilizada por numerosas autoridades y entes de control que operan en países con economías más desarrolladas, las acciones de control y auditoría podrían limitarse a una fracción de potenciales violadores de las normas a los que se les aplicaría, de forma cuidadosa y rigurosa, todo el peso de las sanciones de acuerdo a los procesos legales disponibles.

A partir de esta estrategia, que ha demostrado ser altamente costo-efectiva en otros lugares del mundo, se enviaría un mensaje claro y concreto a la sociedad y en especial a aquellos que deliberadamente deciden no acatar las normas existentes.

8. Correcciones por dilución de los gases

La norma de emisiones industriales vigente en la ciudad incluye una serie de factores de corrección para controlar por posibles fugas y diluciones que se pueden presentar en las chimeneas.

Dichos controles son fundamentales dado que la norma pretende mantener un nivel máximo de emisiones a partir de determinaciones de las concentraciones de las especies de interés en los gases de escape de la chimenea. Sin los controles en referencia, sería posible cumplir con la norma a partir de diluciones en lugar de a partir de controles en las chimeneas.

Sin embargo, es necesario que de forma independiente a las correcciones antes mencionadas existan valores límite para los niveles de dilución que se observan en las fuentes. Esto es debido a que partir de una dilución de los gases de escape sería posible alcanzar una situación en la que la muestra recolectada no contenga suficiente material como para superar los límites de detección de los equipos analíticos que se utilizan para la determinación de las concentraciones de los contaminantes. En este escenario no habría nada que corregir al aplicar los criterios de corrección por dilución.

En resumen, la norma de emisiones no se debe limitar a generar un procedimiento para la corrección de las concentraciones a partir de un eventual exceso de aire en la muestra de gases (por efecto de una dilución) sino también establecer un límite para dicho exceso.

9. Norma de emisiones para la ciudad

Dadas las particularidades de la ciudad así como teniendo en cuenta la severidad del problema de contaminación, Bogotá debe evaluar la conveniencia de contar con su propia norma de emisiones para fuentes industriales. Dicha norma puede diseñarse de forma articulada con los requerimientos de la Resolución 909 de 2008 del MAVDT, pero también puede considerar el conocimiento específico con el que la ciudad cuenta en estos temas.

Por ejemplo, teniendo en cuenta que la norma nacional vigente exige a las fuentes fijas que operan con gas natural de los estándares de emisión para óxidos de azufre y material particulado, una nueva norma de carácter distrital podría enfocarse en especies tales como óxidos de nitrógeno y formaldehído. Estos últimos se encuentran bastante más relacionados con las emisiones producidas por las fuentes en referencia (ver Reporte Final Parte 2-A; secciones 4.4 y 4.5).

Adicionalmente, una nueva norma de emisiones para la ciudad podría tener una exigencia de tal magnitud que hiciese obligatorio el uso de sistemas de control de emisiones tales como filtros, separadores, precipitadores y torres de lavado.

10. Certificación para operarios de equipos de combustión

Al igual que en el caso de los vehículos, la operación de los equipos de combustión (v.g., calderas y hornos) es un factor determinante en las emisiones generadas por los mismos. De esta forma, el aseguramiento del buen entrenamiento y capacitación de las personas encargadas de esta operación representa una medida de control de emisiones altamente costo-efectiva.

Esto se podría lograr a través de la exigencia de que las personas encargadas de la operación de hornos y calderas se encuentren certificadas para esta labor. Un certificado similar se podría exigir para los encargados de operar los equipos isocinéticos utilizados para los monitoreos en chimenea.

11. Criterio de altura de la chimenea no es suficiente

La consideración de la altura mínima de la chimenea como parte de la norma vigente para fuentes industriales es una medida correcta y apropiada. Al mismo tiempo, sin embargo, este requerimiento no es suficiente para garantizar que no se generen emisiones en alturas bajas que puedan afectar directamente a las personas que viven o trabajan cerca de las fuentes de emisión.

De esta forma, como complemento del requerimiento anteriormente referenciado se debe contar con una regulación que controle las emisiones a baja altura asociadas con fugas en los ductos de las chimeneas debido a agujeros, uniones o puertos de muestreo incorrectamente instalados. Sin dichos controles es imposible garantizar que las emisiones en referencia se están descargando a las alturas deseadas por la norma.

10.1. Gas natural en industrias

De manera contraria a lo que fue documentado para el caso del GNV (ver Sección 9), el uso masivo de gas natural como combustible en el sector industrial es probablemente la mejor estrategia a corto plazo que se puede utilizar en este sector para lograr una reducción de sus emisiones de material particulado (ver Reporte Final Parte 2-A; secciones 4.4. y 4.5).

A la luz de estos resultados, la Administración Distrital debe darse a la tarea de diseñar programas de incentivos más ambiciosos que los actualmente existentes, de tal forma que la tendencia hacia el uso de este combustible se mantenga y se fortalezca en el tiempo. Al mismo tiempo, es necesario hacer frente a las limitaciones existentes en la distribución del gas natural en la ciudad. En este sentido, la red de distribución debe ser robusta y confiable y debe garantizar el suministro de combustible de forma adecuada y no interrumpida.

11. Informalidad

Tal y como se encuentra documentado en detalle en la Parte 2-A del Reporte final, la presencia de sectores informales al interior de la industria bogotana es uno de los principales desafíos para la ciudad y su institucionalidad ambiental.

Esto se debe no sólo al alto porcentaje de fuentes contaminantes que se encuentran asociadas con dichos sectores sino por las características de los combustibles utilizados por los mismos. Por ejemplo, según los resultados de este estudio, mientras el sector formal favorece el uso del gas natural, todo lo contrario ocurre para el caso del sector informal en donde prima el uso de crudos pesados y otros combustibles que tienden a estar asociados con mayores emisiones de contaminantes del aire.

En este sentido no hay una respuesta sencilla que no escape a los alcances de este estudio, pero es claro que las autoridades distritales deben hacer los esfuerzos que sean necesarios para combatir la industria informal así como para atraer al sector formal al mayor número de establecimientos que sea posible.

12. Ventanilla ACERCAR

Un tema transversal a la mayoría de los elementos técnicos discutidos en las páginas anteriores tiene que ver con la capacitación y el acompañamiento a los sectores responsables de la contaminación en la ciudad. Este tipo de actividades deben ser fortalecidas y provistas de recursos técnicos, económicos y logísticos para que puedan cumplir con su objetivo de manera apropiada.

La ciudad ha contado en épocas anteriores con una estructura encaminada a labores de acompañamiento y capacitación a través del programa de la Ventanilla Acercar de la Corporación Ambiental Empresarial (CAE) de la Cámara de Comercio de Bogotá (CCB), financiado con recursos de la Secretaría Distrital de Ambiente.

Este programa ha combinado lo mejor de los sectores público y privado y cuenta con una tradición y experiencia muy importante en la ciudad. De esta forma, programas como la Ventanilla Acercar deben ser revividos y fortalecidos sustancialmente a través de la inyección de recursos significativos para que de esta forma pueda cumplir con su esencial misión al interior de las estrategias para el mejoramiento de la calidad del aire de la ciudad.

Los dos componentes de este programa, la Ventanilla Acercar Industria (VAI) y la Ventanilla Acercar Transporte (VAT), representan el complemento ideal a las estrategias de comando y control establecidas por la SDA. De esta forma, la imagen de la institucionalidad ambiental no se limita al control y al ejercicio de autoridad policiva sino a un acompañamiento serio y desinteresado cuyo objetivo primario es el mejoramiento de la competitividad de las empresas con residencia en la ciudad.

Al mismo tiempo, el programa de la Ventanilla Acercar podría convertirse en el intermediario para que la SDA lleve a cabo las contrataciones de estudios e investigaciones encaminadas al mejor entendimiento del problema de contaminación del aire y sus causas. Es claro que aun falta mucho en este sentido y la intervención de la CCB podría ayudar a dar mayor transparencia a los procesos de contratación al mismo tiempo que liberaría a la SDA de parte de la carga de interventoría y control que le corresponde cuando contrata proyectos de este tipo.

12.1. Ventanilla ACERCAR transporte

Un ejemplo de un programa que podría ser retomado por la VAT tiene que ver con la concientización por parte de los transportadores de los co-beneficios asociados con la reducción de las emisiones de la flota vehicular.

Es posible afirmar que la gran mayoría de las prácticas de conducción y mantenimiento preventivo que se sugieren para disminuir las emisiones de un vehículo, conllevan paralelamente a mejoras en la operación del mismo. Esto suele lograrse a través de una extensión de la vida útil, una menor frecuencia de intervenciones mecánicas e incluso un menor consumo de combustible. De esta forma, mantener el vehículo para que produzca menores emisiones es atractivo económicamente para el propietario del mismo.

Otro ejemplo de estrategias que pueden ser implementadas por la VAT es la de convencer a los transportadores de la inconveniencia de no cumplir con los términos de un programa de autorregulación. Esto se refiere a la práctica cada vez mas común de preparar los vehículos para las revisiones que hacen parte del proceso de autorregulación sólo para que éstos sean devueltos a sus condiciones previas después de completada la revisión por parte de la autoridad ambiental.

En un tema relacionado, la VAT podría convertirse en la entidad que proponga la estandarización de la información que tiene que ver con las fuentes móviles no solo para la ciudad sino para el resto del país. Hoy en día cada institución y cada estudio utilizan sus propias definiciones complicando de gran manera el desarrollo de las investigaciones y haciendo muy difícil la intercomparación entre estudios. Este problema se extiende al manejo de las bases de datos que tienen que ver con las fuentes móviles en donde no existe una guía que sea ampliamente utilizada o difundida que determine la forma como se debe realizar el almacenamiento de dicha información.

12.2. Ventanilla ACERCAR industria

El desconocimiento de sus deberes, obligaciones y derechos en temas relacionados con la protección del ambiente urbano es más crítico para el sector industrial que para el sector transportador. De esta manera, la urgencia de fortalecer programas como el VAI es aun mayor.

Por ejemplo, en un tema que ha sido discutido anteriormente, se puede citar la forma como los industriales que invierten importantes sumas de dinero en los monitoreos de sus chimeneas no saben qué demandar de los consultores que contratan para tales fines.

La VAI podría ser una respuesta a este problema a través de capacitación a las industrias. Un cliente más exigente y conocedor del tema conllevaría a mayor responsabilidad y control de calidad por parte de los consultores antes mencionados.

En un tema similar, son muchos los industriales que teniendo conciencia ambiental y queriendo contar con una operación acorde con la reglamentación ambiental no están en la capacidad de decidir acerca de los equipos de control de emisiones que deberían ser instalados en sus hornos o calderas. La VAI representa el mecanismo ideal para solventar esta situación a través de la generación de guías prácticas así como a través de talleres ofrecidos por expertos en estos temas.

En un tema diferente, debería ser posible acercarse al sector empresarial utilizando la estrategia de los co-beneficios que fue mencionada en la sección anterior. Así como es el caso del sector transporte, en el sector industrial es posible obtener múltiples beneficios como consecuencia de la implementación de medidas encaminadas a la reducción de emisiones de contaminantes atmosféricos.

En este sentido aun se puede hacer un enorme trabajo con el sector industrial de Bogotá en el que en muchos casos se encuentra que los mismos operarios de las calderas y hornos no saben determinar realmente los tiempos de operación de los equipos que manejan. Una propuesta concreta en este sentido sería la generación de un programa de certificación de operarios que podría ser liderado por la VAI con colaboración del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).

13. Educación ambiental

A través de experiencias recolectadas alrededor del mundo, especialmente en aquellos lugares que se encuentran más avanzados en temas de protección del ambiente, se ha logrado determinar que la combinación de una legislación coherente y bien estructurada con programas de seguimiento y control ejercidos de manera apropiada por una autoridad ambiental fuerte y con respaldo político, si bien son esenciales, al mismo tiempo no son suficientes.

Así como no es posible contar con un policía de tránsito en cada esquina de la ciudad para asegurar el cumplimiento de todas las normas, es imposible controlar a todas las industrias mediante programas de seguimiento. De esta manera, es necesario contar con una legislación que envíe el mensaje correcto a los industriales y transportadores pero también es necesario que éstos entiendan la importancia de seguir las normas por el bien común de todos los ciudadanos.

En este sentido es fundamental contar con programas ambiciosos de educación ambiental que lleven el conocimiento técnico y científico no sólo a los principales generadores de la contaminación del aire, sino a todos los habitantes de la ciudad.

Todos somos causantes de la contaminación y un mejor conocimiento de estos temas y sus consecuencias negativas ayuda a generar conciencia ambiental por parte de los actores involucrados al mismo tiempo que fomenta la participación ciudadana. Esto último a su vez redundará en mayor presión y control de tipo político y obliga a los tomadores de decisiones a emprender acciones más agresivas y ambiciosas encaminadas al mejoramiento de la calidad ambiental de la ciudad.

De esta forma, las autoridades de la ciudad deben emprender una campaña masiva e integral de educación ambiental como parte de su estrategia de descontaminación del aire.

14. Red de monitoreo de la calidad de aire de Bogotá

La red de monitoreo de la calidad del aire de Bogotá es la herramienta más importante con la que cuenta la ciudad para el estudio y entendimiento de su problema de contaminación atmosférica. Es precisamente esta red la que ha permitido que la ciudad haya realizado un diagnóstico tan claro de su problema de contaminación.

Dada la importancia de la red, es fundamental continuar con su proceso de fortalecimiento y consolidación al interior del sistema de mejoramiento de la calidad del aire en la ciudad. En particular, la SDA debe considerar a la RMCAB como la principal fuente de información al momento de plantear esquemas de seguimiento a las políticas distritales encaminadas al mejoramiento de la calidad del aire.

Esto significa que no es necesario, mientras que si puede ser inconveniente, realizar esfuerzos adicionales para generar indicadores de seguimiento de calidad del aire que no tengan que ver con la RMCAB. Dicho de otra forma, todo indicador de calidad del aire en Bogotá debe basarse en datos suministrados o relacionado de forma directa con la RMCAB.

En este mismo tema, es esencial que se conserve y mejore la infraestructura de la red. Esto incluye mejores protocolos de almacenamiento y control de calidad de la información así como procedimientos estándar para el análisis y reporte de los resultados al público.

Al mismo tiempo, debe evitarse la reubicación de estaciones si no existen razones de fuerza mayor. La relocalización de estaciones rompe la continuidad de las mediciones y hace difícil la intercomparación de los resultados en el tiempo.

En otro tema, es hora de que en la ciudad se expandan de forma importante los esfuerzos para realizar mediciones de material particulado fino. Esto debería ocurrir en el mayor número de estaciones de la RMCAB que sea posible dado que el PM_{2.5} es un parámetro más importante que el PM₁₀ en términos de sus implicaciones en salud pública.

En un tema relacionado, si la ciudad logra conseguir recursos adicionales para mejorar su red de calidad del aire, dichos dineros deberían usarse para mejorar y ampliar la capacidad analítica de las estaciones existentes en lugar de instalar nuevas estaciones. El actual cubrimiento de la red es apropiado desde un punto de vista geográfico de tal forma que es mucho más prioritaria la modernización de equipos y la complementación de parámetros en las estaciones actuales que la expansión de la RMCAB.

15. Resumen de propuestas

El proceso de mejoramiento de la calidad del aire nos compete a todos: ciudadanos, autoridades, empresarios, industriales, empleados, secretarías y autoridades distritales, gremios, academia, y gobierno nacional.

Por esta razón, todas las medidas que se adopten en la ciudad deben considerar la interdisciplinariedad que es intrínseca en estos temas y deben plantearse mediante una estrategia integral e interinstitucional al interior del Distrito que sea liderada por el SDA pero que debe ser acompañada por un esfuerzo integrador por parte de la Secretaría de Gobierno.

Las medidas sugeridas para el caso específico de Bogotá incluyen fundamentalmente al sector industrial y de transportes y consideran componentes de calidad de combustibles, mejoramiento tecnológico, mayores controles a las fuentes de emisión, capacitación y acompañamiento, legislación, y estrategias de comando y control. En particular, en este documento se han mencionado las siguientes fórmulas:

- Renovación del parque automotor y de los sistemas de combustión utilizados por el sector industrial.
- Establecimiento de políticas de calidad de combustibles tanto para fuentes fijas como para fuentes móviles.
- Establecimiento de programas de seguimiento y control de la reglamentación sobre calidad de combustibles en los distribuidores de la ciudad.
- Obligatoriedad del uso de sistemas de control de emisiones para vehículos diésel así como para grandes hornos y calderas.
- Promoción de buenas prácticas de conducción en vehículos así como de operación de sistemas de combustión de tipo industrial.
- Mejoramiento de la infraestructura vial de la ciudad, desde pavimentación de calles hasta intervenciones mayores que mejoren el flujo vehicular y aumenten la velocidad media de los vehículos.
- Fortalecimiento y mejoramiento de los mecanismos de comando y control tanto para fuentes fijas como para fuentes móviles así como la utilización de instrumentos e incentivos económicos y tributarios.
- Ordenamiento y optimización del sistema de transporte público de la ciudad: reducción de sobreoferta, organización del sistema de transporte colectivo, y expansión del sistema de transporte masivo.
- Establecimiento de normas de emisiones que sean incluso más exigentes que las existentes a nivel nacional incluyendo normas para industrias, vehículos particulares, vehículos de transporte de carga y pasajeros, y motocicletas.
- Promoción del uso del gas natural en las industrias y promoción de la formalidad en el sector industrial.
- Mejoramiento y expansión de los procesos de auditorías a las firmas encargadas de los monitoreos en chimenea.
- Fortalecimiento y expansión sustancial de programas de acompañamiento tales como la ventanilla Acercar.
- Utilización de sistemas de información que de forma automática y controlada sirvan para el reporte de los resultados de las pruebas de emisiones aplicadas tanto al sector transporte como al sector de fuentes fijas.
- Establecimiento de una estrategia a nivel distrital de educación ambiental.

15.1. Propuestas de carácter institucional

Tal y como ha sido discutido en otros apartes de este documento, los temas técnicos y científicos, si bien son parte de la solución al problema de contaminación en la ciudad, no pueden trabajarse de manera separada a las realidades de tipo social, cultura, e institucional.

De esta forma, es necesario que como parte del plan de descontaminación de la ciudad se tengan en cuenta componentes de carácter institucional que garanticen la aplicación de las medidas de carácter técnico. Como parte del análisis realizado en este proyecto se lograron identificar los siguientes elementos:

1. Perfil del funcionario y condiciones laborales

Es necesario aumentar el perfil del funcionario promedio de la SDA. En futuras contrataciones que se realicen en la entidad se deben establecer estándares más altos de tal forma que quienes se encarguen de los temas técnicos y logísticos posean mejores calidades técnicas y administrativas.

Un problema de carácter distrital del que no escapa la SDA es el excesivo número de contratistas en comparación con el tamaño de los funcionarios de planta. Esta desproporción puede estar afectando la integridad, el espíritu de cuerpo y la memoria de la institución ya que no existe estabilidad laboral para quienes son vinculados a través de contratos de prestación de servicios.

2. Recursos humanos y manejo de información

Es altamente recomendable que la SDA contrate a una consultora experta en temas de recursos humanos para diseñar una estrategia de mejoramiento de su planta y para revisar los manuales de funciones de los diferentes cargos y la manera como éstos se articulan con las demás entidades del Distrito. Es igualmente necesario levantar información respecto al clima organizacional de la SDA así como llevar a cabo un diagnóstico de las competencias de los cargos existentes.

Por otro lado, la preservación de la información de carácter institucional así como la protección de la memoria institucional de la SDA debe ser una prioridad. Hoy en día, en parte por el excesivo número de contratistas, es relativamente común que cuando una persona deja la entidad se extravíe parte de la información que dicha persona administraba.

Una posible solución a este problema es el establecimiento de una división de información que opere de manera centralizada y para la que existan protocolos muy claros de manejo e ingreso de información. La entidad debe contar con una base de datos maestra en la que se almacene toda la información generada por sus funcionarios y por los proyectos contratados. Es igualmente esencial contar con un sistema centralizado de computación que almacene todos los archivos en los que trabajan todos los funcionarios, de tal forma que se puedan hacer respaldos digitales de forma permanente. Esto minimiza el riesgo de destrucción y pérdida de información ya sea por accidente informático, negligencia o sabotaje.

