



Implementación de Buenas Prácticas Ambientales para reducir las emisiones atmosféricas aportadas por el transporte público colectivo y de carga en el Valle de Aburrá

Raúl Alexander Cardona Pareja¹ / Luz Matilde Flórez López² / Sandra Milena Silva Arroyave³ / Isabel Cristina Arango Pérez⁴

Implementación de buenas prácticas ambientales para reducir las emisiones atmosféricas aportadas por el transporte público colectivo y de carga en el Valle de Aburrá

Environmental analysis and technical mechanical burden trucks and public sector in the Metropolitan Area of Valle de Aburrá

Implementação de boas práticas ambientais para reduzir as emissões atmosféricas contribuídas pelo transporte público coletivo e de carga no Vale de Aburrá

¹ Ingeniero sanitario. Especialista en Legislación Ambiental. ² Ingeniera sanitaria. Especialista en Legislación Ambiental. ³ Ingeniera ambiental. Magíster en Administración. ⁴ Ingeniera ambiental. Especialista en Gerencia de Proyectos.

Correspondencia: Raúl Alexander Cardona Pareja. e-mail: raúl.cardona@metropol.gov.co

Artículo recibido: 25/09/2010; Artículo aprobado: 03/12/2010

RESUMEN

Introducción. Para el Área Metropolitana del Valle de Aburrá es de vital importancia la alianza con los diferentes sectores económicos de la región, para trabajar con estrategias que ayuden a mejorar la calidad del medioambiente metropolitano y el aprovechamiento responsable de los recursos naturales; por esto viene realizando proyectos que le apuntan no solo a la sensibilización y concienciación de los diferentes actores sino, también, al desarrollo sostenible, teniendo en cuenta las dificultades sociales y la obligación de facilitar la minimización de los impactos ambientales negativos inherentes a las diferentes actividades económicas. Teniendo en cuenta que uno de los sectores prioritarios para lograr la descontaminación del Valle de Aburrá es el transporte, se ha hecho un trabajo continuo consistente en la elaboración de diagnósticos técnico-mecánicos y ambientales, asesorías y seguimiento a mil (1.000) vehículos de más de 3,5 toneladas accionados por diesel, 5.800 buses que circulan por el Valle de Aburrá; esto con el objetivo de levantar una línea base que le permita a las autoridades ambientales conocer sus fortalezas y debilidades en materia ambiental. **Objetivo.** Implementar buenas prácticas ambientales y ejecutar acciones de fortalecimiento y seguimiento a los planes de acción de producción más limpia en el sector transporte público y de carga del Valle de Aburrá, de tal manera que se logre reducir las emisiones atmosféricas aportadas por este sector. **Materiales y métodos.** Se realizaron seguimientos ambientales a empresas que contaban previamente con sus respectivos diagnósticos en este tema, con el fin de asesorar la implementación de estrategias de producción más limpia, planes de mantenimiento del parque automotor, y capacitaciones en legislación ambiental, entre otros temas. Se hicieron pruebas de opacidad al iniciar el proyecto, y después de desarrollar actividades para el fortalecimiento ambiental en las empresas que utilizan vehículos diesel de transporte público y de carga. **Resultados.** Del total de vehículos revisados en transporte de carga (2309), el 56.6% está cumpliendo con los límites de opacidad, mientras que el 43.4% resultó rechazado; con respecto a los vehículos dedicados al transporte público colectivo, un 70.37% del total analizado está dentro del límite permisible, mientras que el 29.63% estuvo por fuera del rango. **Conclusiones.** Tanto en el transporte público colectivo como en el de carga se encontró que hay una necesidad apremiante de implementar programas de mantenimiento preventivo y correctivo de los automotores y fortalecer la cultura del mantenimiento predictivo. Se resalta la carencia de talleres, herramienta y maquinaria especializada para el mantenimiento de los vehículos. Igualmente se evidenció la falta de personal capacitado en las empresas analizadas, hay desconocimiento total o parcial por parte de los propietarios y conductores de las fallencias y requerimientos mínimos de sus vehículos, hay malas prácticas de conducción y problemas en el mantenimiento realizado por terceros. En general, puede decirse que el transporte de carga muestra buena receptividad a los programas de producción más limpia impulsados por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá; no así en el transporte público colectivo donde se nota una resistencia al cambio con miras a una mejora ambiental.

Palabras clave: producción más limpia, pruebas de opacidad, transporte de carga, transporte público, emisiones atmosféricas.

ABSTRACT

Introduction. It is a vital matter for the Área Metropolitana del Valle de Aburrá to make alliances with the region's economy sectors, in order to work on strategies to help to improve environmental quality in the zone and to have a responsible management of na-

tural resources. Therefore, the Área Metropolitana del Valle de Aburrá has been executing projects that not only inform and create consciousness among those people and sectors involved, but also to create sustainable development, keeping in mind the social difficulties and the obligation to minimize harmful environmental impacts related to economic activities. As transportation is one of the priority sectors to decontaminate the Aburrá Valley, a continuous and consistent work has been done by means of technical and mechanical diagnoses, advisory and a follow up to 1000 vehicles with a weight above 3,5 tons and activated by diesel, and to 5800 buses that circulate in the Aburrá Valley. This is done in order to have a base which can allow environmental authorities to diagnose weaknesses and strengths under environmental terms. **Objective.** To implement best practices for the environment and to execute strengthening and follow up actions for the cleaner production plan in the public passengers and cargo transportation at the Aburrá Valley, in such a way that a reduction of this sector's emissions is achieved. **Materials and methods.** Environmental follow up activities were made in companies that previously had diagnoses concerning the subject, aiming to give them advice for the implementation of cleaner production strategies, maintenance plans and courses about environmental laws, among other topics. Opacity tests were practiced at the beginning of the project and after developing activities for the environmental consolidation in the companies that use public transportation diesel vehicles for passengers and cargo. **Results.** From the total number of cargo vehicles revised (2309) 56,6% meets the opacity limits, while a 43,4% was rejected. From public vehicles for passengers' transportation, 70,37% was within the limits and 29,63% was out of the rank. **Conclusions.** Both passengers and cargo public transportation vehicles evidenced that an urgent necessity to implement preventive and correction maintenance programs exists, and also that a culture of prevention must be consolidated. A lack of garages, tools and maintenance machinery is remarked, and also a lack of people trained to make such maintenance in the companies. There is a partial or total ignorance among the owners and drivers about the failures and minimum requirements of their vehicles, plus wrong driving practices and problems with the maintenance made by third parties. In general, it can be said that cargo transporters are open minded about the cleaner production programs Área Metropolitana del Valle de Aburrá impulse, but passengers' transporters resist a change that must be made in order to achieve an environmental improvement.

Key words: cleaner production, opacity tests, cargo transportation, public transportation, air emissions.

RESUMO

Introdução. Para o Área Metropolitana do Vale de Aburrá é de vital importância a aliança com os diferentes setores econômicos da região, para trabalhar com estratégias que ajudem a melhorar a qualidade do meio ambiente metropolitano e o aproveitamento responsável dos recursos naturais; por isto vem realizando projetos que lhe apontam não só à sensibilização e conscientização dos diferentes atores senão, também, ao desenvolvimento sustentável, tendo em conta as dificuldades sociais e a obrigação de facilitar a minimização dos impactos ambientais negativos inerentes às diferentes atividades econômicas. Tendo em conta que uno dos setores prioritários para conseguir a descontaminação do Vale de Aburrá é o transporte, fez-se um trabalho contínuo consistente na elaboração de diagnósticos técnico-mecânicos e ambientais, assessorias e seguimento a mil (1.000) veículos a mais de 3,5 toneladas acionados por diesel, 5.800 ônibus que circulam pelo Vale de Aburrá; isto com o objetivo de levantar uma linha baseie que lhe permita às autorida-

des ambientais conhecer suas fortalezas e debilidades em matéria ambiental. **Objetivo.** Implementar boas práticas ambientais e executar ações de fortalecimento e seguimento aos planos de ação de produção mais limpa no setor transporte público e de carga do Vale de Aburrá, de tal maneira que se consiga reduzir as emissões atmosféricas contribuídas por este setor. **Materiais e métodos.** Realizaram-se seguimentos ambientais a empresas que contavam previamente com seus respectivos diagnósticos neste tema, com o fim de assessorar a implementação de estratégias de produção mais limpa, planos de manutenção do parque automotor, e capacitações em legislação ambiental, entre outros temas. Fizeram-se provas de opacidade ao iniciar o projeto, e depois de desenvolver atividades para o fortalecimento ambiental nas empresas que utilizam veículo diesel de transporte público e da carga. **Resultados.** Do total de veículos revisados em transporte de carga (2309), o 56.6% está cumprindo com os limites de opacidade, enquanto o 43.4% resultou recusado; com respeito aos veículos dedicados ao transporte público coletivo, um 70.37% do total analisado está dentro do limite permissível, enquanto o 29.63% esteve por fora da casta. **Conclusões.** Tanto no transporte público coletivo como no de carga se encontrou que há uma necessidade urgente de implementar programas de manutenção preventiva e corretivo dos automotores e fortalecer a cultura da manutenção preventiva. Ressalta-se a carência de ateliês, ferramenta e maquinaria especializada para a manutenção dos veículos. Igualmente se evidenciou a falta de pessoal capacitado nas empresas analisadas, há desconhecimento total ou parcial por parte dos proprietários e motoristas das falências e requerimentos mínimos de seus veículos, há más práticas de condução e problemas na manutenção realizada por terceiros. Em general, pode dizer-se que o transporte de carga mostra boa receptividade aos programas de produção mais limpa impulsionados pela Área Metropolitana do Vale de Aburrá; não assim no transporte público coletivo onde se nota uma resistência à mudança tendo em vista uma melhora ambiental.

Palavras importantes: produção mais limpa, provas de opacidade, transporte de carga, transporte público, emissões atmosféricas.

INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Medellín, las fuentes móviles son las responsables de la mayor carga de contaminantes de gases y partículas que se emiten diariamente a la atmósfera, lo que sumado a las emisiones de partículas aportadas por el desgaste de la superficie de la red vial, como fuente distribuida y estrechamente relacionada con el transporte y los vehículos de transporte público y carga pesada, puede determinar en algunos sitios de la ciudad, variaciones importantes de la calidad del aire¹.

Es por esto, que el Área Metropolitana del Valle de Aburrá² (AMVA), como autoridad ambiental en las áreas urbanas de los municipios de Barbosa, Girardota, Copacabana, Bello, Medellín, Itagüí, La Estrella, Sabaneta y Caldas, ha venido realizando, simultáneamente con tarea de seguimiento y control, actividades de carácter preventivo y educativo en los diferentes sectores empresariales de su jurisdicción; con esto quiere lograr que los distintos sectores del transporte implementen buenas prácticas ambientales enfocadas en la metodología de producción más limpa como una estrategia determinante en la disminución de la contaminación atmosférica.

Con estrategias como ésta, se logra el fortalecimiento de la cultura de mejoramiento continuo, mediante el aprovechamiento de oportunidades de producción más limpia que incluyen capacitaciones en temas como legislación ambiental, mantenimiento preventivo, conducción eficiente, ahorro de combustible, control de ruido, manejo integral y racional de residuos como aceites usados y todos aquellos generados en la cadena del sector transporte, específicamente en el transporte público y de carga.

Este proceso se inició con el conocimiento del estado técnico-mecánico y ambiental de los vehículos y las empresas del sector; y con la definición de una línea base sobre las emisiones atmosféricas generadas por los vehículos accionados a diesel, para el transporte público y de carga e información sobre la gestión ambiental general llevada a cabo en las empresas del sector.

Específicamente, para determinar la contaminación directa de los vehículos de transporte anteriormente mencionados, se empleó como indicador el criterio de opacidad referido en la resolución 910 de 2008³, el cual plantea que entre más alto es el porcentaje obtenido en la prueba, mayor es la contaminación emitida. Mientras que para establecer el nivel de gestión empresarial, se calcularon los indicadores de desempeño ambiental los cuales relacionan el consumo de recursos naturales como agua y energía y la generación de residuos sólidos, como resultados medibles de la aplicación de herramientas de producción más limpia en cada empresa.

Para lograr una disminución en los niveles de opacidad de los vehículos es necesario que tanto las empresas como los conductores, promuevan y practiquen el mantenimiento preventivo y predictivo en sus vehículos, además de la medición y control de sus insumos y de la generación de los residuos peligrosos y especiales.

En este artículo se presentarán las metodologías empleadas con cada subsector de transporte y los principales resultados obtenidos en cuanto a las pruebas de opacidad realizadas y la gestión ambiental de las empresas, así como un comparativo de ambos subsectores que permita generar recomendaciones para el manejo ambiental. Por último, se plantean conclusiones y referencias bibliográficas que permiten ampliar los conceptos y ejemplos mencionados a lo largo de este artículo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las herramientas empleadas para llevar a cabo este estudio consistieron en la articulación de tres componentes fundamentales, dentro de los que se presenta un elemento de gestión como la inserción de herramientas de producción más limpia, haciendo especial énfasis en el manejo de residuos peligrosos, en el aspecto técnico-mecánico de vehículos que permitiera levantar la línea base sobre el nivel de contaminación emitido por el transporte público y de carga del Área Metropolitana del Valle de Aburrá y un elemento fuerte en educación ambiental a

través de capacitaciones en diferentes temáticas que les permitiera a las empresas fortalecer sus acciones cotidianas al tiempo que generan una sincronía con el medio ambiente y la sociedad. La figura 1 presenta un resumen de las acciones llevadas a cabo en el proyecto.

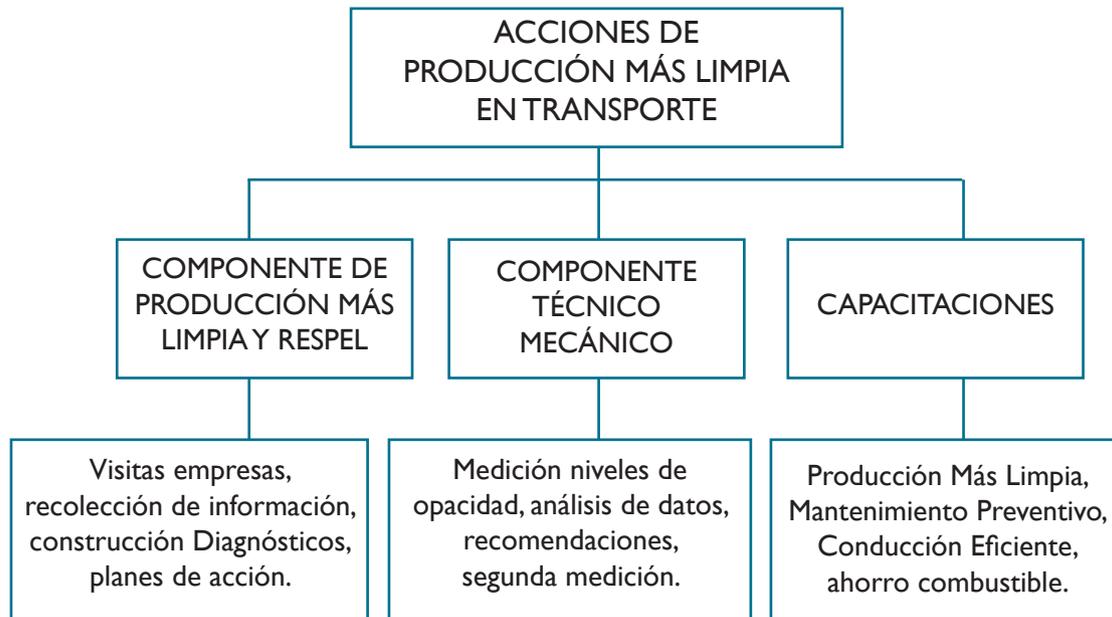


Figura 1. Acciones empleadas en el sector transporte público y de carga para el cumplimiento del proyecto

En cuanto al componente de producción más limpia y Respel, la metodología consistió en la realización de visitas a las empresas que agremian los vehículos o son dueñas de estos, con el fin de establecer el manejo ambiental de las mismas, a partir de la gestión realizada en residuos sólidos, consumo de energía y recurso hídrico, con el fin de establecer planes de acción que a través de la aplicación de estrategias de largo, mediano y corto plazo, permitieran optimizar las actividades de cada organización y contribuir al mejoramiento de la calidad ambiental del Valle de Aburrá.

Se elaboró también un diagnóstico de producción más limpia a aquellas empresas que aún no contaban con él, evaluando el manejo de los residuos peligrosos generados durante las actividades de lavado, suministro de combustible y el mantenimiento de los vehículos a diesel.

La valoración del estado técnico-mecánico y ambiental de vehículos se realizó a través de la aplicación de la prueba de opacidad a una muestra de dos mil trescientos nueve (2.309) vehículos accionados por diesel, de más de 3,5 toneladas dedicados al transporte de carga y 3.600 vehículos de transporte público colectivo. Este componente incluyó el análisis de las emisiones de gases a partir de la información de modelo, marca, cilindrada y tipo, así como el modelo del motor de cada vehículo.

Las mediciones se organizaron en dos etapas: una al inicio del proyecto y otra posterior a la puesta en marcha del programa de sensibilización efectuado en cada empresa y con los conductores de cada vehículo, con el fin de establecer los resultados de dicho programa. El resultado de ambas pruebas fue comparado con los valores límites permisibles, establecidos en la resolución 910 de 2008⁶, de acuerdo con el modelo de cada vehículo.

Los instrumentos de medición de la opacidad son opacímetros de flujo parcial que cuentan con las siguientes características: establecen sus lecturas de escala a partir de una relación entre la intensidad de radiación transmitida por un material absorbente y la intensidad de radiación proveniente de una fuente de radiación visible, la linealidad es del 2% y la desviación es inferior al 5%, respuesta en tiempo 0.5 segundos; la fuente de luz es de tipo *led*, tienen tacómetro, sensor de temperatura de motor y secuencias funcionales automáticas. Requiere también de un *software* que se caracteriza por ser automático y secuencial.

Finalmente, se realizaron campañas de sensibilización en las empresas tanto para conductores, como para personal administrativo, en temas de producción más limpia, mantenimiento preventivo, conducción eficiente, ahorro de combustible, manejo de residuos sólidos, legislación ambiental, mecanismos de medición de pruebas de opacidad, entre otros temas de interés ambiental y de mejoramiento continuo para el sector.

RESULTADOS

- **Diagnóstico técnico-mecánico y ambiental de vehículos para el transporte de carga a diesel de más de 3,5 toneladas que transitan en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá**

En cuanto a los vehículos de transporte de carga se realizaron pruebas de opacidad entre los meses de abril y noviembre de 2010, a 2.309 vehículos, de los cuales, 1.027 corresponden a transportadores que, a pesar de estar afiliados a una empresa transportadora, prestan sus servicios de manera independiente; 1.083 vehículos pertenecientes a empresas que fueron diagnosticadas en un estudio previo realizado por la Alcaldía de Medellín y ejecutado por la Universidad Pontificia Bolivariana –UPB– en el año 2009, y 191 vehículos que pertenecen a empresas nuevas que no formaron parte del proyecto anterior. La idea con este análisis fue determinar si los planes de acción establecidos por la UPB repercutieron en una disminución de la contaminación atmosférica del sector.

De este estudio se concluye que de los vehículos de transporte de carga independientes (1.027), 464 vehículos fueron aprobados y 563 rechazados, lo que equivale a 45,2% y 54,8%, respectivamente; de los 1.083 vehículos analizados de empresas pertenecientes al convenio anterior suscrito entre la Alcaldía de Medellín y ejecutado por la Universidad Pontificia Bolivariana en el año 2009, 725 vehículos de transporte de carga fueron aprobados mientras que 358 fueron rechazados,

lo que representa 66,9% y 33,1%, respectivamente; de estos 1.083, se pudieron comparar (con respecto a las mediciones del año 2009) 573 vehículos de los cuales 370 fueron aprobados y 203 rechazados, equivalente al 64,6% y 35,4%, respectivamente; de los 191 vehículos de transporte de carga pertenecientes a empresas nuevas que no fueron analizados en el convenio anterior, se obtiene que 112 fueron aprobados y 79 fueron rechazados, equivalentes al 58,6% y 41,4%, respectivamente. La tabla 1 presenta el número y el porcentaje de vehículos de transporte de carga que aprueban o rechazan la prueba de opacidad, y la figura 2 muestra la representación esquemática de dicha situación.

En el estudio de la Universidad Pontificia Bolivariana del año 2009 se evidenció que los vehículos de modelos inferiores a 1997, en su gran mayoría, fueron rechazados en la prueba de opacidad al compararse con la resolución 910 del 2008; asimismo, al realizar el comparativo con los vehículos actualmente analizados, se concluye que en más de un 70% en promedio, equivalente a los modelos anteriores al año 2000, presentan rechazos a la norma, situación que se acentúa en los vehículos que tienen quince (15) o más años de estar en el mercado, lo que indica que no cuentan con tecnologías y/o dispositivos tales como catalizadores para el control de sus emisiones; por esta razón su capacidad de respuesta ante las exigencias ambientales actuales como las normas Euro II, Euro III y Euro IV* se ve seriamente limitada.

Al comparar la opacidad de los 573 vehículos de transporte de carga que se midieron en el estudio de la Universidad Pontificia Bolivariana del año 2009 y en el presente estudio se puede concluir que se presenta un aumento en el número de vehículos aprobados en proporción, ya que se pasó de un 57,1% de vehículos aprobados en el anterior estudio a 64,6% en el presente estudio; además, se pasa de una opacidad media del 31,3% (al comparar vehículos iguales) a una opacidad del 26,1% (Tabla 2); esto puede deberse a la calibración de los inyectores, la bomba de combustible y los motores (puesta a punto). Otra posibilidad para la disminución de los niveles de opacidad en los vehículos de transporte de carga es la introducción en la ciudad de Medellín de un combustible de mejor calidad, pues entre enero del año 2009 y julio de 2010 el contenido de azufre se redujo de 4.000 a 50 partes por millón, y según estudios del Departamento de Protección Ambiental de Hong Kong y ECOPETROL, entre otros, se concluye que la cantidad de material particulado emitido por un vehículo con motor diesel es más alta cuando consume un combustible con un mayor contenido de azufre.

En relación con los vehículos pertenecientes a personas independientes, se evidencia que la mayoría de vehículos no cumplen con la resolución 910 del 2008 debido a que de los 1.027 vehículos de transporte de carga diagnosticados, solo cuatrocientos sesenta y cuatro (464), equivalentes al 45,2%, cumplen con dicha resolución.

* Este tipo de normas europeas sobre emisiones son un conjunto de requisitos que regulan los límites aceptables para las emisiones de gases de combustión de los vehículos nuevos vendidos en los Estados Miembros de la Unión Europea. Las normas de emisión se definen en una serie de directivas de la Unión Europea con implantación progresiva que son cada vez más restrictivas.

Tabla I. Resultados prueba de opacidad en vehículos para transporte de carga

VEHÍCULOS INDEPENDIENTES			
	APROBADOS	RECHAZADOS	REVISADOS
TOTAL PRUEBAS INDEPENDIENTES	464	563	1027
PORCENTAJE TOTAL DE PRUEBAS	45,2%	54,8%	100,0%
VEHÍCULOS DE EMPRESAS DIAGNOSTICADAS			
	APROBADOS	RECHAZADOS	REVISADOS
TOTAL PRUEBAS VEHÍCULOS VIEJOS	731	360	1091
PORCENTAJE TOTAL DE PRUEBAS	67,0%	33,0%	100,0%
TOTAL PRUEBAS COMPARADAS	370	203	573
PORCENTAJE TOTAL DE PRUEBAS COMPARADAS	64,6%	35,4%	100,0%
VEHÍCULOS NUEVOS			
	APROBADOS	RECHAZADOS	REVISADOS
TOTAL PRUEBAS VEHÍCULOS NUEVOS	112	79	191
PORCENTAJE TOTAL DE PRUEBAS	58,6%	41,4%	100,0%
TOTAL PRUEBAS			
	APROBADOS	RECHAZADOS	REVISADOS
TOTAL PRUEBAS	1307	1002	2309
PORCENTAJE TOTAL DE PRUEBAS	56,6%	43,4%	100,0%

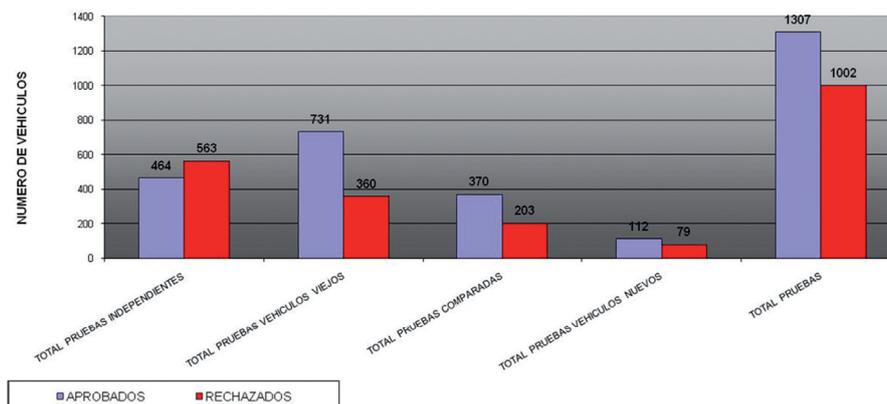


Figura 2. Representación gráfica de la prueba de opacidad en vehículos de transporte de carga

Tabla 2. Comparativo prueba de opacidad por marca

VARIACIÓN DE OPACIDAD POR MARCAS		
MARCAS	OPACIDAD ACTUAL	OPACIDAD ANTERIOR
CHEVROLET	11,0%	23,0%
INTERNATIONAL	9,7%	16,0%
KENWORTH	26,1%	35,0%
MAZDA	36,5%	47,0%
FORD	34,7%	34,5%
DODGE	31,0%	
DAIHATSU	22,9%	28,0%
MEDIANA	26,1%	31,3%

Nota: se relaciona el 79,66% de la flota evaluada.

Al comparar el valor de opacidad medio de los vehículos independientes y los vehículos pertenecientes a empresas diagnosticadas, se evidencia que este valor es similar, con una media de 25,5% de opacidad para las marcas más representativas de los vehículos independientes, y un 26,1% de opacidad para las marcas más representativas de las empresas diagnosticadas.

En relación con el análisis por modelo, se concluye que los vehículos de modelos inferiores al año 2000 presentan rechazos a la norma en más de un 80% en promedio (figura 3), lo cual se acentúa más en los vehículos que tienen quince (15) o más años de estar en el mercado; ello indica que no cuentan con tecnologías y/o dispositivos tales como catalizadores para el control de sus emisiones, por lo que es limitada su capacidad de respuesta ante las exigencias ambientales actuales como las normas Euro II, Euro III y Euro IV.

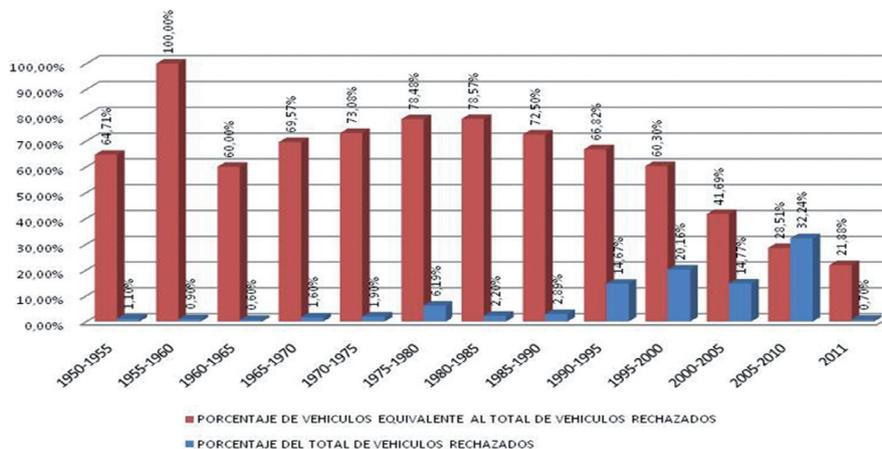


Figura 3. Porcentaje ponderado de vehículos por modelo

- **Diagnóstico de producción más limpia para las empresas del sector transporte de carga** ^{4,5}

La aproximación al diagnóstico de producción más limpia en el sector de transporte de carga se realizó con la información referente al estudio de los procesos de mantenimiento y lavado de los vehículos en el interior y el exterior de estas entidades, para evaluar el consumo de recursos e insumos y la producción, almacenamiento y disposición de los residuos especiales y/o peligrosos como aceites, llantas, baterías, trapos y estopas y otros elementos peligrosos generados durante estas actividades. En la tabla 3 se listan las actividades principales y los residuos generados durante los procedimientos mencionados.

El desempeño ambiental de las empresas asociadas al transporte de carga presenta grandes dificultades debido al desconocimiento de sus obligaciones en materia ambiental. Tal situación se percibe fácilmente en aquellas entidades en donde la gestión ambiental no se lidera desde ningún departamento.

Las empresas que se dedican únicamente a la logística del transporte, es decir, que sólo cuentan con oficinas y no tienen infraestructura para soportar los procesos de mantenimiento y lavado de los vehículos, generalmente no realizan ningún control sobre las entidades externas contratadas para estas actividades en relación con el control de los recursos, residuos y vertimientos, los cuales generan los principales impactos ambientales después de las emisiones de gases a la atmósfera por el uso combustible diesel. Asimismo, en algunas ocasiones el suministro de combustible e insumos, y los procesos de mantenimiento y lavado de los vehículos están a cargo del transportista contratado como servicio tercerizado, sobre los cuales, no se ejerce ningún control por parte del empresario.

Otras empresas que han implementado algún control sobre los lugares de mantenimiento y lavado externos presentan deficiencias, ya que no hacen visitas de verificación de manejo ambiental ni tienen conocimiento de los lugares de disposición de los residuos peligrosos; básicamente se hace cumplir la legislación referente a las fuentes móviles.

Tabla 3. Principales actividades y sus residuos durante el proceso de mantenimiento de los vehículos del sector transporte de carga

Actividades de mantenimiento	Residuos generados
Cambio de aceites y filtros	Aceite quemado, filtros usados, trapos y estopas.
Lubricación	Lubricantes usados, trapos y estopas.
Cambio de frenos	Pastas, bandas, trapos y estopas.
Sincronización	No hay generación de RESPEL.
Suspensión y dirección	Trapos y estopas, grasa.
Cambio de llantas	Llantas usadas, trapos y estopa.
Lavado	Vertimientos (grasas, aceites, sólidos, entre otros).

• **Diagnóstico técnico-mecánico y ambiental de vehículos para el transporte público del Valle de Aburrá**

El análisis técnico mecánico para la determinación de emisiones atmosféricas a través de la medición de pruebas de opacidad fue aplicado a un total de 5.558 vehículos de transporte público, con una mayor representación (45.75%) de modelos entre el año 2006 y 2010, lo que supone un parque automotor relativamente joven. La figura 4 presenta la distribución porcentual de vehículos de transporte público colectivo por modelo.

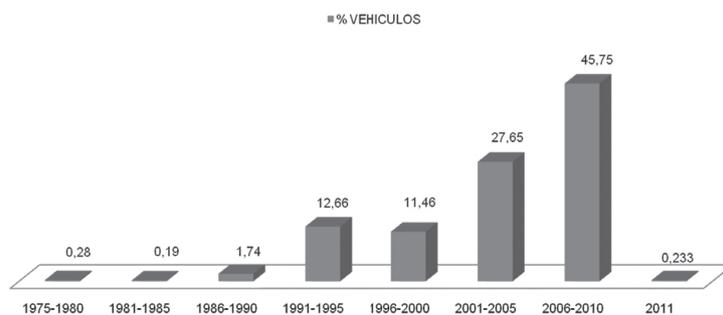


Figura 4. Porcentaje de vehículos de transporte público colectivo revisados por segmento de modelo

Los vehículos analizados se subclasificaron, a su vez, en buses, busetas y microbuses. La figura 5 presenta la cantidad porcentual de vehículos de cada subclase que fueron analizados en el estudio.

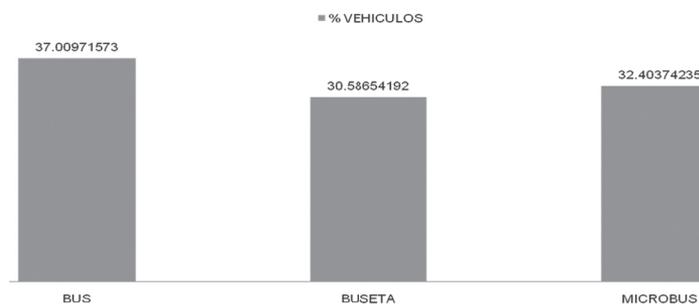


Figura 5. Porcentaje de vehículos de transporte público colectivo por clase

La aplicación de la primera prueba de opacidad muestra que el 70.29% de los vehículos aprueban el examen, mientras que un 29.71% son rechazados (figura 6).

Haciendo un mayor énfasis en los vehículos rechazados, puede decirse que el 48.01% de los vehículos con modelo entre 1991 y 1995 estuvieron por fuera del

rango establecido en la resolución 910 de 2008 para estos modelos, mientras que para los modelos entre el año 1996 y 2000, el porcentaje de vehículos rechazados fue de 45.99% (figura 7).

En la segunda prueba de opacidad se encontró que un 70.37% de vehículos pasaron la prueba, mientras el 29.63% restante la rechazaron (figura 8), situación que demuestra, comparando estos resultados con la primera prueba, que las acciones propuesta en producción más limpia no fueron tenidas en cuenta por los terminales, pues en vez de aumentar el número de vehículos aprobados, éste disminuyó.

Para esta segunda prueba se encontró que del total de vehículos de modelo entre 1975 y 1980, un 56.25% de estos estuvo por fuera de rango en la prueba; similar análisis se hace de los demás modelos, y se encontró que de los vehículos modelo 2011 (cero kilómetros), el 15.38% de estos fueron rechazados por prueba de opacidad. La figura 9 presenta dicha situación.

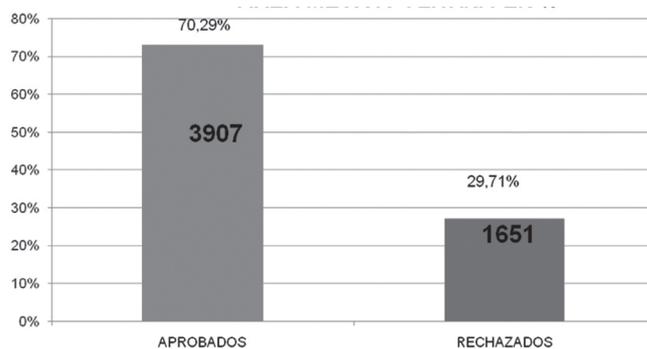


Figura 6. Comportamiento de los vehículos de transporte público colectivo revisados en la primera prueba de opacidad

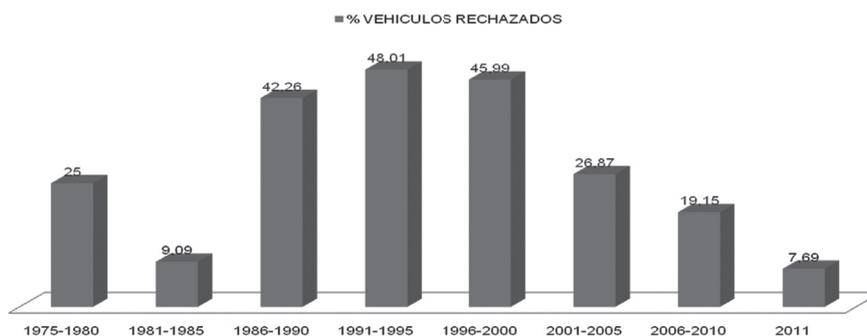


Figura 7. Porcentaje de vehículos fuera de rango por segmento de modelo en la primera prueba de opacidad

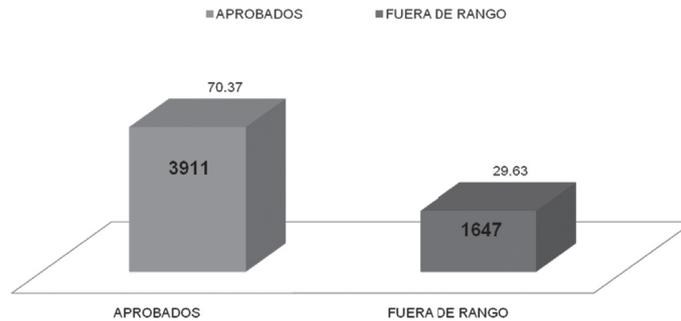


Figura 8. Comportamiento de los vehículos de transporte público colectivo revisados en la segunda prueba de opacidad

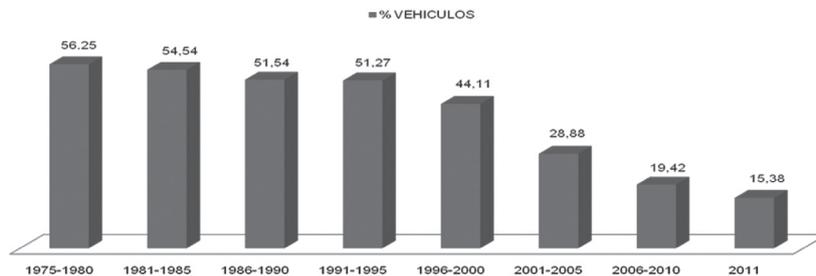


Figura 9. Porcentaje de vehículos de transporte público colectivo fuera de rango por segmentos de modelos en la segunda prueba de opacidad

- **Diagnóstico de producción más limpia para las empresas (terminales) de transporte público⁶**

Las empresas analizadas para el caso del transporte público colectivo se caracterizan por ubicarse en su mayoría (84.1%) en la vía pública, mientras que el 15.9% de los terminales son de carácter privado.

En el diagnóstico realizado a estas empresas se encontró que dentro de los principales servicios prestados en cada sitio se tienen: montallantas, lubricantes, taller automotriz, sincronización de vehículos, alineación y balanceo, restaurante, venta de víveres, lavado de vehículos, distribuidora de combustibles, entre otros. La figura 10 presenta la distribución porcentual de terminales que prestan cada uno de los servicios anteriormente mencionados.

Con el fin de conocer el manejo ambiental llevado a cabo en cada terminal, se evaluó el consumo de recursos naturales y la generación de residuos sólidos en los servicios prestados; se encontró que en el caso específico del recurso hídrico, la fuente más común de obtención del mismo es el acueducto, lo que supone una fuerte presión sobre el recurso, dado que se emplea agua potable para usos como el lavado de vehículo, que podría no requerir una calidad del agua tan elevada, por

lo cual se considera que se está generando un desgaste de dicho recurso, pues en algunos casos se observó cómo se desperdicia agua a través del goteo constante de mangueras y grifos. La figura 11 presenta gráficamente el uso de agua en los terminales evaluados.

De igual forma, para el caso del recurso hídrico se analizaron también los sistemas de tratamiento de aguas, existentes en los terminales revisados, con el fin de determinar el impacto ambiental negativo que podría generarse a partir del vertimiento de las aguas generadas en la prestación de los diferentes servicios de los terminales; se encontró que un 34.92% no cuentan con ningún sistema de tratamiento, seguido por un 20.63% de terminales que tienen una rejilla perimetral para la remoción de sólidos de mayor tamaño antes de realizar la descarga de agua; un 15.87% de las empresas poseen trampas de grasa, mientras que un 11.11%; 9.52% y 7.93% cuentan con caja interna, desarenador y sedimentador, y caja externa, respectivamente. La figura 12 presenta la distribución porcentual de sistemas de tratamiento en los terminales analizados.

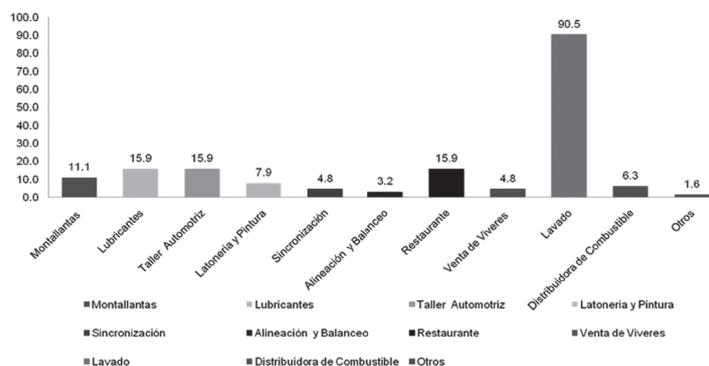


Figura 10. Distribución porcentual de terminales por servicio prestado

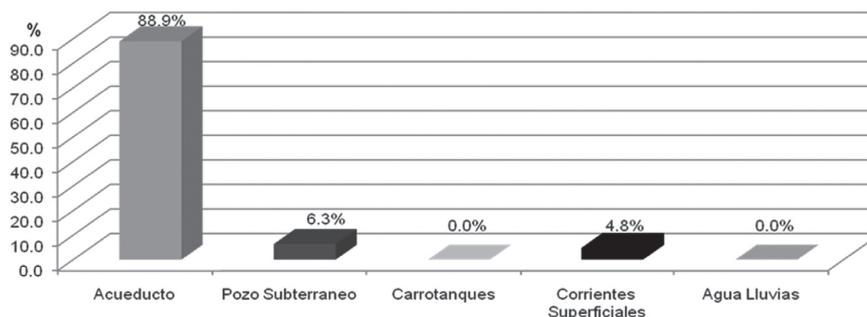


Figura 11. Fuentes de abastecimiento de agua de los terminales

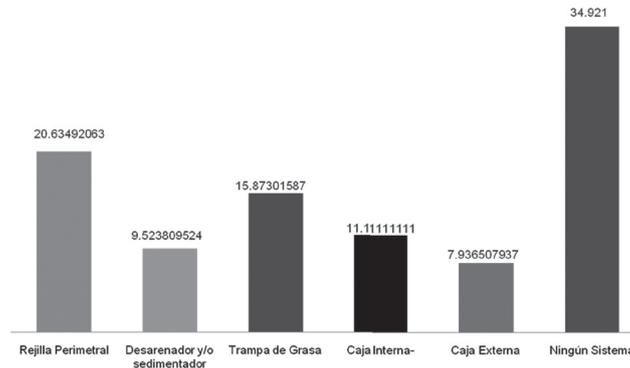


Figura 12. Sistema de tratamiento de aguas existentes en los terminales revisados

Se analizaron también los residuos sólidos generados en el proceso, específicamente aquellos relacionados con el mantenimiento de los vehículos para el transporte público; se encontró, por ejemplo, que para el manejo de aceites usados, la descarga de estos se efectúa, en la mayoría de los casos, en diques, y en una menor proporción se hace en contenedores adecuados con su respectivo rótulo de riesgo químico.

En el subsector transporte público colectivo puede decirse que, en general, los terminales ubicados en la vía pública tienen un manejo ambiental precario, pues en la mayoría de los casos se nota el desconocimiento de las acciones y los elementos legales que pueden implementarse para mejorar en este tema, pero en otros, se nota la falta de voluntad de los propietarios de las terminales o de los dueños de los vehículos en implementar medidas ambientales que mejoren las condiciones del sector. Caso contrario sucede con las terminales privadas, donde los controles hacia los vehículos y el manejo ambiental son mayores, dado el nivel de concienciación ambiental adquirido por los propietarios o administradores de dichas terminales, quienes demuestran un marcado interés en el tema ambiental y en el cumplimiento de los requisitos legales de las autoridades ambientales que los rigen.

Identificación de los impactos ambientales en el sector transporte público y de carga

Las mayores afectaciones sobre el medioambiente son ocasionadas principalmente por un grupo de empresas que no cuentan con personal capacitado y dedicado a realizar la gestión ambiental relacionada con las actividades de mantenimiento y lavado de los vehículos; debido a esto, no ejecutan los procedimientos adecuados para el almacenamiento temporal de los residuos, la prevención y atención de derrames, y en general la gestión de los residuos especiales, peligrosos, y el control del recurso hídrico y de los vertimientos. Estas mismas empresas no controlan el consumo de recursos, combustible e insumos ni la generación de emisiones, residuos y vertimientos relacionados con la operación, mantenimiento y lavado de los vehículos. Muchas veces por la falta de controles en la gestión ambiental, los residuos

especiales / peligrosos se procesan con particulares informales que no cuentan con el aval de la autoridad ambiental y se desconoce su manejo, uso o disposición final.

En el caso de las afectaciones a la salud y al ambiente, el impacto es alto, debido a la exposición constante al material particulado y a los gases tóxicos existentes actualmente en la mayoría de los entornos urbanos y rurales. Diferentes estudios han evidenciado un incremento del riesgo de morir por exposición a material particulado respirable y se ha encontrado que las altas concentraciones de este contaminante están asociadas con la mortalidad diaria y admisiones hospitalarias, en especial de la población infantil y adultos mayores, aumentando el riesgo de enfermedades cardiovasculares y respiratorias, así como de cáncer de pulmón. Se observa que el aspecto ambiental más significativo es la generación de gases de combustión debido a la utilización de combustible diesel el cual genera un gran impacto en la salud.

Con relación a la contaminación del suelo, para el período analizado, se observó un gran avance en la gestión de los residuos especiales comparando con la situación encontrada por la Universidad Pontificia Bolivariana en el año 2009; las principales mejoras se detectaron en la etapa de almacenamiento temporal de los mismos, donde las empresas con deficiencias implementaron las recomendaciones relacionadas con este aspecto. El impacto se considera de tipo medio-alto, debido a que algunas empresas presentan problemas con el control de los residuos y aún existen grandes oportunidades de mejoramiento para este aspecto.

En relación con el consumo de agua para las actividades de lavado, se presentan grandes deficiencias en el control del consumo y pocas empresas tienen implementado un adecuado programa de ahorro y uso eficiente del recurso; por lo tanto, es difícil estimar el consumo de agua para el lavado de vehículos del sector debido a que no existe información suficiente para analizar esta variable.

Las empresas que no cuentan con la infraestructura necesaria para el lavado de vehículos subcontratan entidades para la prestación de este servicio, cuyo desempeño ambiental es dudoso. La mayoría de los vehículos tercerizados o independientes realizan el lavado de los vehículos en la ruta, en lavaderos que no cuentan con los requerimientos para el control del recurso y de los vertimientos.

DISCUSIÓN

Aunque el número de vehículos de transporte de carga rechazados y el valor de opacidad en la segunda fase disminuyó con respecto a la primera, lo que puede deberse a una intervención mecánica en éstos para corregir los problemas de combustión o a una mejora en el combustible, es necesario implementar el mantenimiento de tipo preventivo durante la vida útil de los vehículos en las diferentes empresas de transporte de carga, especialmente en aquellos de propiedad de los terceros o independientes que reportan un número mayor de rechazos en la prueba de opacidad como consecuencia seguramente de la práctica de mantenimientos correctivos y no preventivos.

Además, las medidas de tipo correctivo no permiten alcanzar los ahorros asociados a la disminución en el consumo de combustible cuando se implementa un programa de mantenimiento preventivo estricto en las flotas de vehículos que le garantice aumentos significativos en el rendimiento por kilómetro por galón.

Por otro lado, aunque las empresas diagnosticadas en el año 2009 para el transporte de carga, por la Universidad Pontificia Bolivariana, han implementado muchas de las recomendaciones realizadas, el énfasis de las acciones de producción más limpia debe hacerse encaminada a mejorar el almacenamiento y la disposición final de los residuos peligrosos y especiales en algunas empresas, para evitar la contaminación dentro y fuera de éstas.

Ahora, es importante resaltar la necesidad de elaborar los registros de consumos y salidas de los residuos generados durante el proceso de mantenimiento de los vehículos, así como también los costos y/o ingresos de su disposición, ojalá mensualmente, pues de ello depende la cuantificación de indicadores que permitan determinar el desempeño ambiental de las empresas. Los independientes deberán seleccionar centros automotrices que realicen una adecuada disposición final de estos residuos.

Asimismo, se encontró que en el Área Metropolitana existen empresas dedicadas sólo a la logística del transporte y cuyo control de los vehículos es poco a nada, situación preocupante ya que son generalmente empresas pequeñas donde se identifica la tendencia a delegar la responsabilidad del conductor todo lo concerniente con el mantenimiento, lavado, así como el suministro y gasto de insumos necesarios. Estas empresas desconocen muchas veces quién es la autoridad ambiental en su jurisdicción y se percibe el poco control realizado por estas autoridades a sus actividades.

Otro aspecto importante a tener en cuenta dentro de estos procesos encaminados a mejorar la calidad del aire es el grado de sensibilización y capacitación de los conductores, ya que éstos se muestran con altos grados de estrés, poco dispuestos a colaborar con las actividades realizadas y orientados solo al costo-beneficio que les puede originar el realizar el mantenimiento necesario a su vehículo en lugares no certificados para este fin.

Por otra parte, el análisis muestra que en el transporte público colectivo las mediciones de opacidad evidenciaron que los programas de sensibilización no surtieron los efectos deseados, pues en la segunda medición se encontró un aumento en la cantidad de vehículos rechazados con respecto a la primera prueba, situación que supone en primera instancia que las acciones planteadas para el mejoramiento de los vehículos no fueron tenidas en cuenta por los propietarios de los mismos, resaltando la importancia de tener en cuenta acciones de tipo correctivo y preventivo identificadas y con procedimientos claros y precisos de su aplicación, de tal manera que se logre dar una mayor y mejor respuesta a situaciones como las generadas en este caso.

Asimismo, se considera que dados los resultados mencionados, es necesario continuar con la capacitación en temas ambientales particularmente en manejo de residuos ordinarios y peligrosos, ahorro y uso eficiente del agua, higiene y seguridad industrial, legislación ambiental y producción más limpia, así como aunar

esfuerzos para modernizar el parque automotor y continuar con los operativos de control y vigilancia a los vehículos de transporte público, por parte de las autoridades ambientales competentes. En este caso, sería importante iniciar la evaluación de los vehículos mediante pruebas dinámicas de emisión de gases, de manera que se pueda asegurar que los vehículos que se importen o ensamblen correspondan efectivamente a los requeridos por la reglamentación vigente.

Adicionalmente, se plantea también realizar reconversión de vehículos a combustibles más limpios, llevar a cabo programas de ordenamiento del tráfico vehicular, semaforización y ordenamiento vial, así como la pavimentación de calles y avenidas, de tal manera que se logre mejorar la calidad del aire del Valle de Aburrá.

CONCLUSIONES

La contaminación ocasionada por el parque automotor, específicamente los vehículos de transporte público y de carga en el Valle de Aburrá es un hecho; por esta razón, las actividades encaminadas a determinar la magnitud y las posibles causas de tal problemática cobran niveles de importancia cada vez mayores. Pero es aún más relevante emprender las acciones que permitan corregirlas. De esta manera, es importante tener en cuenta las siguientes conclusiones para generar estrategias que permitan alcanzar un mejoramiento ambiental del Valle de Aburrá:

- La flota de transporte de carga en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá está principalmente representada por modelos recientes (cerca de un 47,7% de los vehículos evaluados son modelos del año 2000 al 2011), lo que muestra una renovación vehicular lo cual puede incidir directamente en la disminución de los niveles de emisiones en este sector.
- La falta de planes de mantenimiento preventivo en las empresas evaluadas y en los vehículos pertenecientes a los independientes o terminales ubicadas en la vía pública tiene influencia en los resultados de opacidad y revisión visual técnico-mecánica. Parte del mantenimiento de los vehículos es realizado por terceros, por lo que las empresas no tienen control estricto sobre estos mantenimientos; por esto, se debe crear conciencia tanto en las empresas como en los terceros de los beneficios ambientales, técnicos y económicos que trae la implementación de planes de mantenimiento preventivo y predictivo.
- El desempeño ambiental de las empresas asociadas al transporte público colectivo y de carga ha presentado grandes dificultades debido al desconocimiento de sus obligaciones en materia ambiental, pues se perciben aún deficiencias en la creación y operación del departamento de gestión ambiental según lo especificado por la legislación, ya que la mayor parte de las empresas realizan la gestión ambiental por medio del personal encargado y entrenado para la gestión de calidad, salud ocupacional y seguridad industrial, razones por las cuales se tienen deficiencias significativas en el control de los aspectos ambientales generados por las actividades propias de cada empresa, principalmente en la etapa del almacenamiento temporal de los residuos especiales y peligrosos.
- Con relación a la contaminación del suelo realizada por el subsector transporte de carga, se observó un gran avance en la gestión de los residuos especiales;

las principales mejoras se detectaron en la etapa de almacenamiento temporal de los mismos en el interior de las empresas, donde algunas de éstas implementaron las recomendaciones relacionadas con este aspecto. El impacto se considera de tipo medio-alto, debido a que algunas empresas presentan deficiencias en el control de los residuos y aún existen grandes oportunidades de mejoramiento en este aspecto. Caso contrario se presenta en el transporte público colectivo donde se detecta un manejo inadecuado de residuos ordinarios y peligrosos en terminales ubicados en la vía pública.

- Las empresas que se dedican únicamente a la logística del transporte, es decir, que sólo cuentan con oficinas y no tienen infraestructura para soportar los procesos de mantenimiento y lavado de los vehículos generalmente no realizan ningún control sobre las entidades externas contratadas para éstas actividades en relación con el control de los recursos, residuos y vertimientos, los cuales generan los principales impactos ambientales después de las emisiones de gases a la atmosfera por el uso combustible diesel.
- En general, puede decirse que el transporte de carga muestra una mayor receptividad a los programas de producción más limpia impulsados por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, mientras que el transporte público colectivo demuestra una resistencia al cambio con miras a una mejora ambiental.

REFERENCIAS

1. CONTRALORIA GENERAL DE MEDELLÍN. Estado de los recursos Naturales y del Medio Ambiente del Municipio de Medellín. Medellín: La Contraloría, 2007.
2. ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ. Implementación de buenas prácticas ambientales para reducir las emisiones atmosféricas aportadas por el transporte público en el Valle de Aburrá: Informe final contrato 398 de 2009. Medellín: El Área, 2010.
3. COLOMBIA. MINISTRO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres, se reglamenta el artículo 91 del Decreto 948 de 1995 y se adoptan otras disposiciones. Bogotá: El Ministerio, 2008. 33 p.
4. MEDELLÍN. ALCALDÍA DE MEDELLÍN. Implementación de acciones de producción más limpia en el sector transporte de carga del municipio de Medellín: informe final convenio No. 4600010476. Medellín: La Alcaldía, 2009.
5. ALCALDÍA DE MEDELLÍN y ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRA. Manual de gestión ambiental en el sector transporte de carga. Medellín: La Alcaldía, 2006. 70 p.
6. ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ. Realizar acciones de fortalecimiento y seguimiento a los planes de acción de producción más limpia en el sector transporte del Área Metropolitana: informe final contrato 008 de 2010. Medellín: El Área, 2010.