

GESTIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE PERÍODO 2004-2007

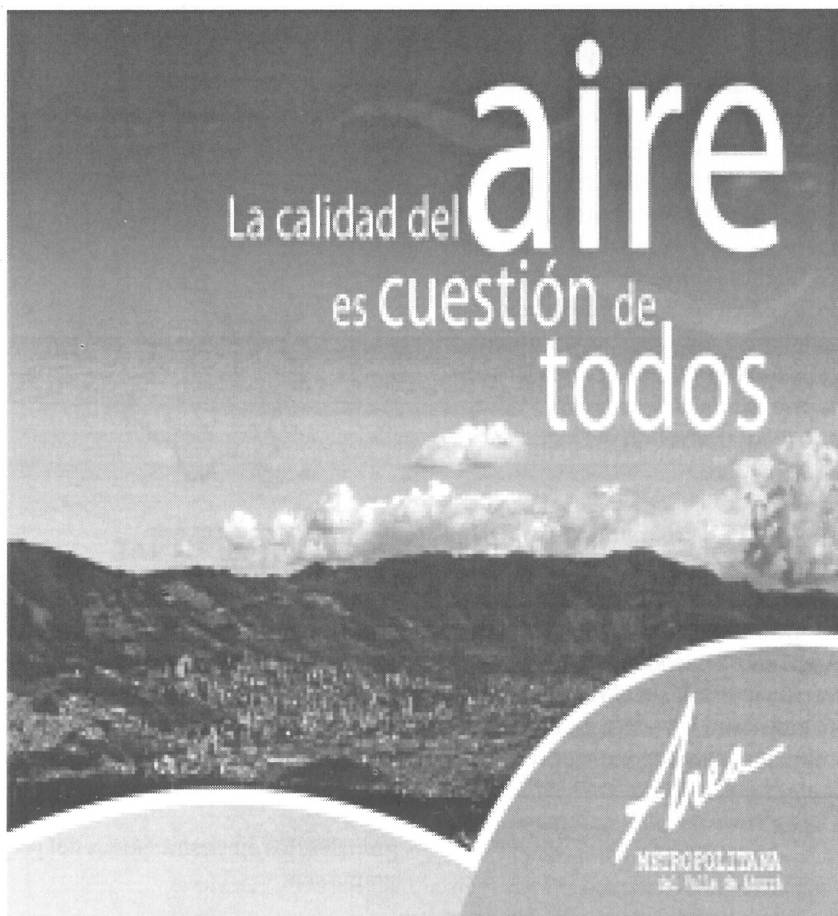
Gloria Estela Ramírez Casas*
Andrea Viviana Marín Calderón**

En el valle de Aburrá, específicamente en las zonas urbanas, el crecimiento de la población (que ya se eleva a un 56% del total del departamento de Antioquia), en las últimas décadas ha incrementado la urbanización, el desarrollo industrial y el uso de vehículos de motor, generando una gran cantidad de contaminantes atmosféricos de diversa complejidad.

Sumado a lo anterior, las desfavorables condiciones orográficas que limitan la ventilación, ocasionan que los contaminantes permanezcan por más tiempo en la atmósfera en contraste con otras regiones; lo que genera problemas de altas concentraciones en algunas horas del día, que afectan de manera directa la salud pública, el paisaje, la vegetación e incluso el patrimonio de la comunidad, representado en sus edificaciones.

En el valle de Aburrá, el programa general de prevención y descontaminación atmosférica se ha realizado, básicamente, en tres etapas:

- Identificación de la naturaleza y extensión del problema de la calidad del aire.
- Determinación de la contribución de las emisiones, por fuente, a la concentración de contaminantes en la atmósfera.
- Definición y puesta en funcionamiento de un programa de prevención y control para reducir las emisiones que originan los problemas en la calidad del aire.



El Área Metropolitana del Valle de Aburrá, como autoridad ambiental urbana, consciente del deterioro de la calidad del aire en su jurisdicción, diseñó el Programa de Protección y Control de Calidad del Aire en el año 1998, (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Universidad de Antioquia; Universidad Pontificia Bolivariana y el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid), en continuo ajuste desde entonces, con el aporte permanente de las universidades locales para la investigación, fundamentación y soporte técnico de las estrategias de mejoramiento emprendidas. Los principales ejes estratégicos desarrollados incluyen diferentes proyectos de investigación, consultoría e instrumentación; entre ellos la *Red de Monitoreo de la Calidad del Aire y Ruido*, y el *Sistema Metropolitano de Información de la Calidad del Aire*, así como el desarrollo y uso de herramientas de modelación para el soporte de la toma de decisiones tendientes a mejorar la calidad de vida de los habitantes de la región.

CONCERTACIÓN

La entidad ha considerado que la definición de las estrategias de mejoramiento de la calidad del aire regional debe establecerse de forma tal que incluya aspectos de orden nacional y local que afectan las dimensiones energética, tecnológica, ambiental y socioeconómica. Por ello gestionó la realización del **Pacto por la Calidad del aire** como una de las acciones de los **programas de reducción de la contaminación**, concebido como un instrumento para construir y cualificar entre todos (entidades públicas y privadas; autoridades de transporte y tránsito; empresas de transporte, gremios, universidades y otros tipos de instituciones), acciones que permitan mejorar la calidad del aire que respiramos en el valle de Aburrá, a través de una agenda orientada a la **prevención y control de la contaminación del aire en el valle de Aburrá**.

Dentro de los programas de reducción de la contaminación del aire, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá en coordinación con el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, viene trabajando en el diseño de medidas para la reducción de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas, bajo el *Programa de Cupos Transferibles de Emisión*, dirigido a reducir las emisiones por material particulado generado por las fuentes fijas ubicadas dentro de las áreas fuente clasificadas como de contaminación alta, media y moderada. Para esta aplicación se determinaron y clasificaron las áreas fuente de contaminación atmosférica en el valle de Aburrá, con el fin de implementar medidas y programas localizados de reducción de la contaminación, mediante el Acuerdo Metropolitano No. 25 de 2007.

Según la problemática identificada en el valle de Aburrá, de acuerdo con las disposiciones de las normas y los planes nacionales, departamentales y re-



Figura 1. Ubicación de las Estaciones de la Red de monitoreo de la calidad del aire en el valle de Aburrá.

Fuente: Operación de la Red de Monitoreo UNAL-AMVA. 2007.

gionales, los ejes estratégicos del programa son:

1. Instrumentos de comando y control.
2. Adquisición de herramientas para la toma de decisiones.
3. Implementación de instrumentos económicos.
4. Diseño y puesta en funcionamiento de planes de reducción de la contaminación.

Para concretar la puesta en marcha de los ejes estratégicos en la región, es necesario definir los programas que conforman cada eje, así como la descripción general de los proyectos específicos en el corto, mediano y largo

plazo; a fin de obtener una planeación de los acciones requeridas y su respectiva priorización de tal manera que garanticen la prevención y el control de la contaminación del aire en el valle de Aburrá.

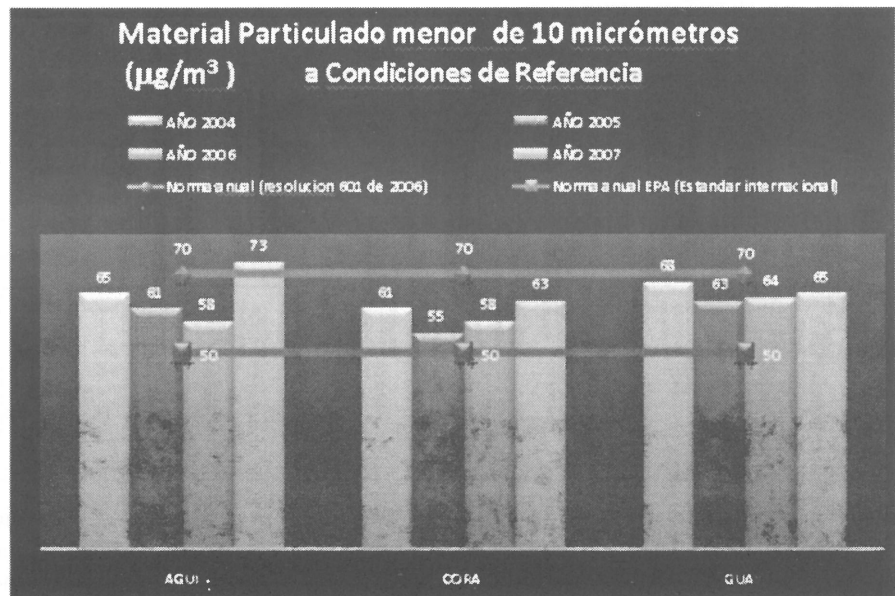
Para el desarrollo del programa, se ha operado la red de monitoreo de la calidad del aire como insumo básico y – durante los últimos años –, los esfuerzos se han orientado hacia el aseguramiento de la calidad de los datos y la automatización de la red, que actualmente cuenta con un sistema central de datos, para conocer de manera oportuna el comportamiento de los contaminantes hora a hora y adelantar estu-

dios, tales como los efectos de la inversión térmica en la calidad del aire, estudios epidemiológicos, y relación entre las actividades productivas y de transporte, entre otros, mientras se avanza en la estructuración de alternativas que contribuyan a mejorar la calidad del aire en el área metropolitana.

A la fecha se cuenta con 16 estaciones de monitoreo permanentes que permiten conocer la evolución de las concentraciones de los contaminantes; las tendencias, ocurrencia de episodios de contaminación y el comportamiento de las variables meteorológicas que inciden directamente en su dispersión. La información se encuentra disponible en la página web institucional (www.metropol.gov.co), en forma de bases de datos para todos los contaminantes, lo que permite acceder a los datos históricos de la red.

A continuación se presenta la ubicación de las estaciones actuales y los equipos con los cuales cuenta cada estación:

Según los reportes de Calidad del Aire de la Red de Monitoreo del Valle de Aburrá, en la mayoría de las estacio-



Gráfica 1. Variación de la concentración de PM10 2004-2007.
Fuente: Área Metropolitana del Valle de Aburrá- Datos UNAL.

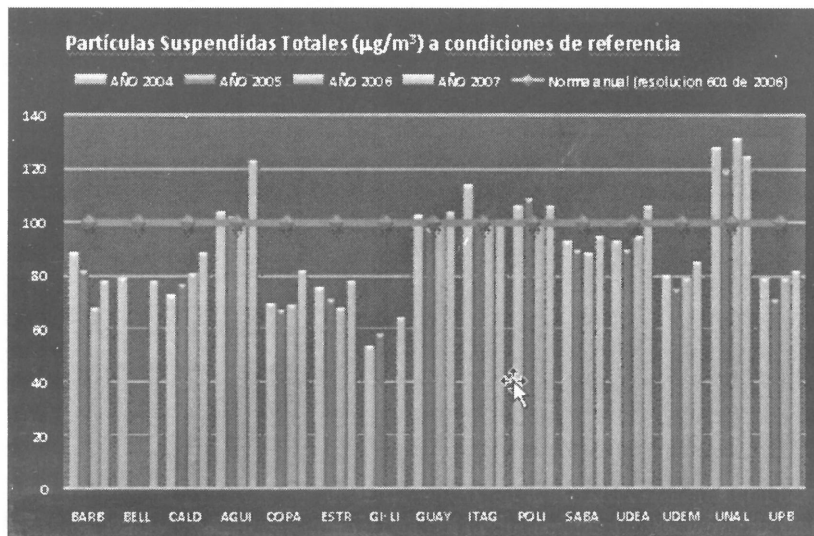
nes se sobrepasa la norma anual de calidad para partículas suspendidas totales (PST) y se presentan altas concentraciones de Material Particulado menor de 10 micrómetros (PM10). También se monitorea monóxido de carbono, óxidos de azufre, ozono y óxidos de nitrógeno. El monóxido de carbono y los óxidos de azufre se encuentran en concentraciones muy inferiores a los límites permisibles; los óxidos de nitrógeno y el ozono han presentado

aumentos en su concentración en los últimos años, y si bien no superan los promedios anuales, se presentan altas concentraciones en horas pico cuando aumenta el flujo vehicular.

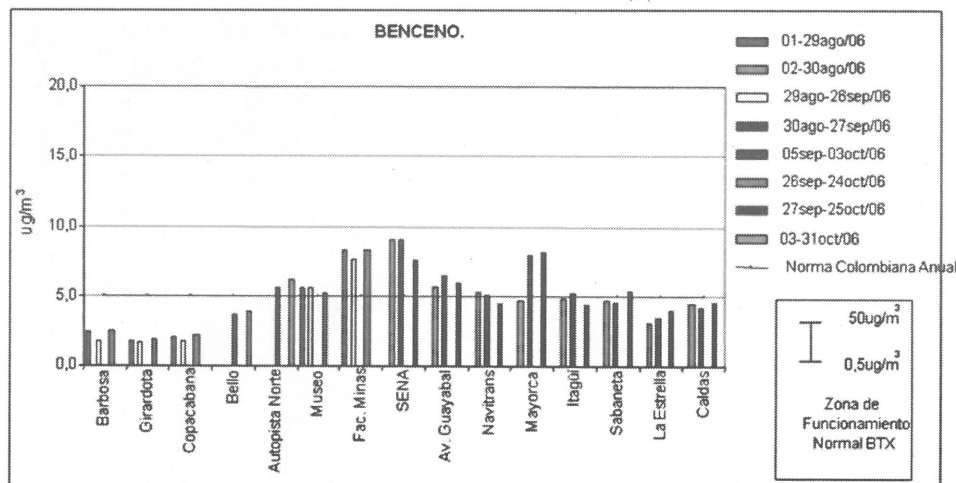
A continuación se presentan las concentraciones anuales de PST y PM10, contaminantes críticos en el valle de Aburrá:

Durante el año 2006 y 2007, se instalaron en la región medidores pasivos para el monitoreo de ozono, sólidos suspendidos totales, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, xileno, tolueno y benceno; este último reportó concentraciones superiores a las establecidas en la normatividad nacional e internacional. En la gráfica 3 se presentan los resultados obtenidos durante un año de monitoreo.

Se identificó como acción fundamental para restituirle la calidad del aire al valle de Aburrá, el mejoramiento de los combustibles (diesel y gasolina) distribuidos para el parque automotor de la región.



Gráfica 2. Variación de la concentración de TSP 2004-2007.
Fuente: Área Metropolitana del Valle de Aburrá- Datos UNAL.



Gráfica 3. Concentración de benceno en el valle de Aburrá.

Fuente: Monitoreo en el Valle de Aburrá con medidores pasivos. UNAL – AMVA 2007.

Para complementar los análisis de variación en la contaminación del aire, se diseñó el modelo para analizar la influencia del sector de la construcción en la calidad del aire en el valle de Aburrá; modelo que permite relacionar las fuentes y los niveles de material particulado detectados en las estaciones de monitoreo.

Con base en este proyecto, se está elaborando una base de datos de fuentes de emisión de área (construcciones y canchas de arena) y fuentes lineales (vías), en el área metropolitana; que se

constituyen en herramientas de análisis de los sistemas de información geográfica para trazar proyecciones espaciales de la información proveniente del monitoreo de calidad del aire y las fuentes.

Durante los últimos cuatro años se ha desarrollado para el valle de Aburrá el modelo pronóstico de calidad del aire (*Regional Atmospheric Modeling System*), que incluye un programa de pronóstico meteorológico desarrollado en la Universidad Estatal de Colorado y en la división ASTER de la

«Mission Research Corporation –MRC–», con el fin de simular y pronosticar fenómenos meteorológicos. Éste permite realizar proyecciones del estado del tiempo en el valle de Aburrá, mediante reporte de datos meteorológicos que permiten pronosticar la calidad del aire, utilizando el *Comprehensive Air Quality Model with Extensions*, modelo de dispersión fotoquímica, que integra en una atmósfera, la evalua-

ción de contaminantes gaseosos y de partículas, tales como el ozono, monóxido de carbono, óxido de nitrógeno, óxidos de azufre, $PM_{2.5}$, PM_{10} , mercurio, aldehídos, etc., sobre escalas urbanas y continentales; arrojando resultados que se ajustan a los reportes de la red de calidad del aire. Los pronósticos de calidad del aire se presentan diariamente en la mencionada página web de la entidad, con el fin de informar a la comunidad y posibilitar que cualquier persona pueda conocer oportunamente o con dos días de antelación cuál es o será la calidad del aire.

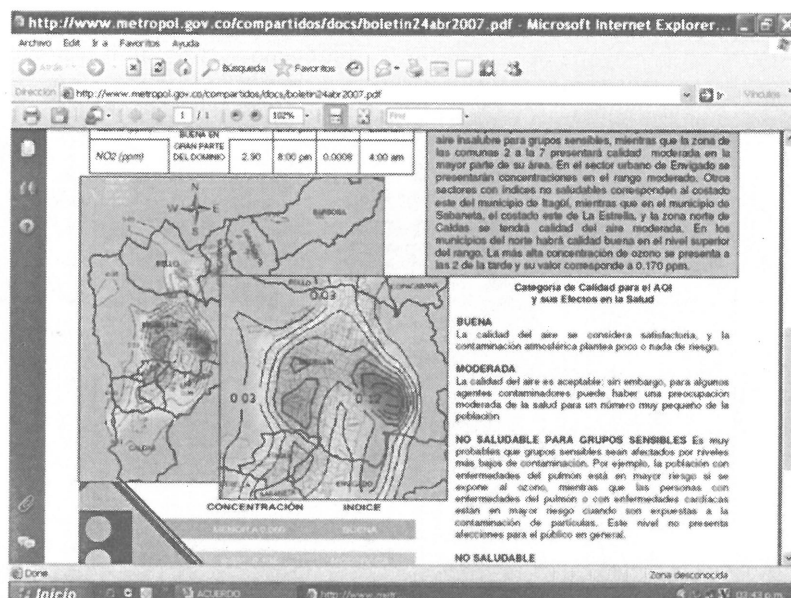
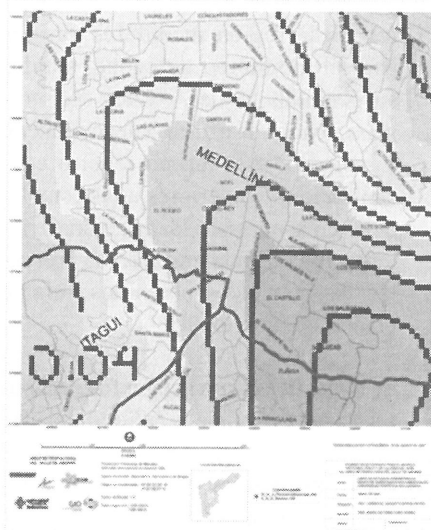


Figura 2. Distribución de la concentración de ozono, zona suroccidental del valle de Aburrá y Boletín Diario de Reporte de la Calidad del Aire. Fuente: Sistema Metropolitano de Calidad del Aire. UPB–AMVA. 2007.

Tabla 1. Emisiones totales estimadas con factores de emisión. Tiempo de trabajo: 24 h/día en el valle de Aburrá.

EMISIONES TOTALES EN EL VALLE DE ABURRÁ				
ESPECIE	kg/h	t/día	t/año	PORCENTAJE
CO	286,26	6,87	2507,63	0,15
CO ₂	189107,53	4538,58	1656581,97	95,9
NO _x	384,94	9,24	3372,03	0,2
COT	568,39	13,64	4979,06	0,29
MP	3594,8	86,28	31490,41	1,82
PM10	242,78	5,83	2126,77	0,12

Fuente: Inventario de emisiones de fuentes UPB-AMVA, 2006.

De acuerdo a los resultados de los modelos pronósticos, en la figura 4 se muestran las zonas con más ocurrencias de episodios de contaminación por ozono, con resultados de calidad de aire moderada representado con color amarillo, donde se destaca la zona sur

Para el desarrollo de los modelos pronósticos se actualizó y georreferenció el Inventario de Emisiones Atmosféricas para el valle de Aburrá. La distribución global de los contaminantes,

occidental del valle de Aburrá. Las concentraciones van aumentando desde las 10 a las 13 horas conforme se va desarrollando el mecanismo de reacción fotoquímica. El penacho de concentración de ozono se inicia en el municipio de Medellín y es arrastrado hacia el suroeste, donde se incrementa debido al aporte del tráfico rodado y a la actividad industrial.

según el último inventario realizado, con información base 2005, se presenta en la figura 3 y en la Tabla 2.

La gráfica 4 muestra la distribución de fuentes industriales para la región, según el último inventario. En el municipio de Medellín se encuentra el 39,6% de las industrias; en Itagüí el 24,5%, en La Estrella el 9,1% y en Sabaneta el 6,4%. Estos cuatro municipios representan el 80% del total de las emisiones en el valle de Aburrá.

El inventario de emisiones, arrojó los siguientes resultados: el 48.5% de los procesos contaminantes en las industrias se debe a la producción de vapor o de energía mediante el uso de calderas. Cerca del 29.1% son hornos de proceso y el resto son equipos de transformación de materias primas. El 70% de estos equipos no posee un dispositivo de control de emisiones. Los equipos de control se componen en su mayoría de ciclones y filtros de mangas.

Como resultado del inventario de emisiones y con la georreferenciación de las fuentes se elaboraron los mapas de densidades de emisiones para el valle de Aburrá:

Partiendo de la información arrojada por el inventario de emisiones y el modelo pronóstico, se ejecutó el proyecto para identificar los contaminantes que generan olores ofensivos, en consideración a las quejas de la comunidad. Mediante este proyecto también se obtuvieron niveles de concentración de tolerancia de acuerdo a las actividades productivas que los generan. Los resultados de este estudio son herramientas necesarias para determinar umbrales de olores y continuar con las actividades de control y vigilancia.

Se desarrolló otro modelo matemático para la evaluación de escenarios que permiten la planificación y ordenamiento del sector industrial y de transporte. Este modelo ha permitido estable-

MODELO DE EMISIONES MODEMED EMISIONES INDUSTRIALES

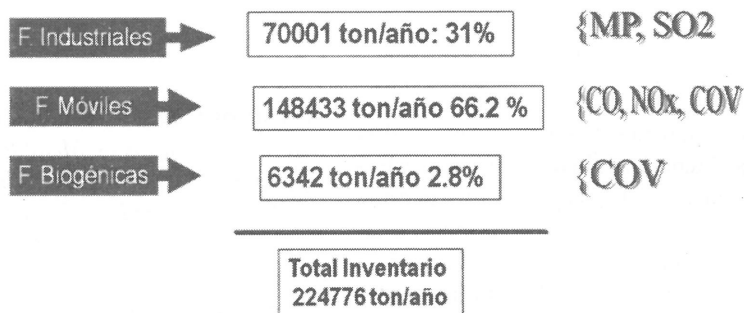
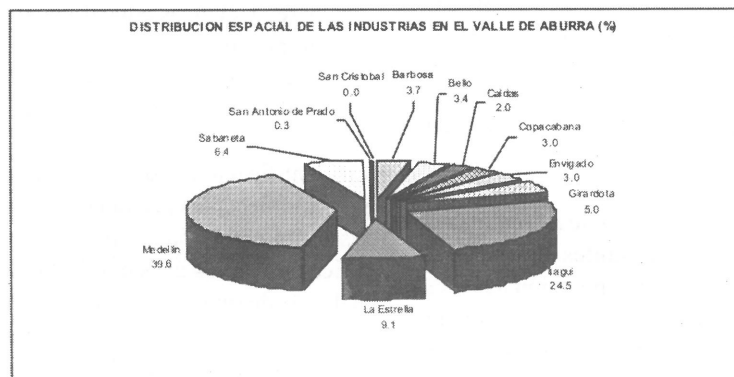


Figura 3. Distribución espacial de las industrias en el valle de Aburrá.

Fuente: Inventario de emisiones de fuentes UPB-AMVA, 2006.



Gráfica 4. Distribución espacial de las industrias en el valle de Aburrá.

Fuente: Inventario de emisiones de fuentes UPB-AMVA, 2006.

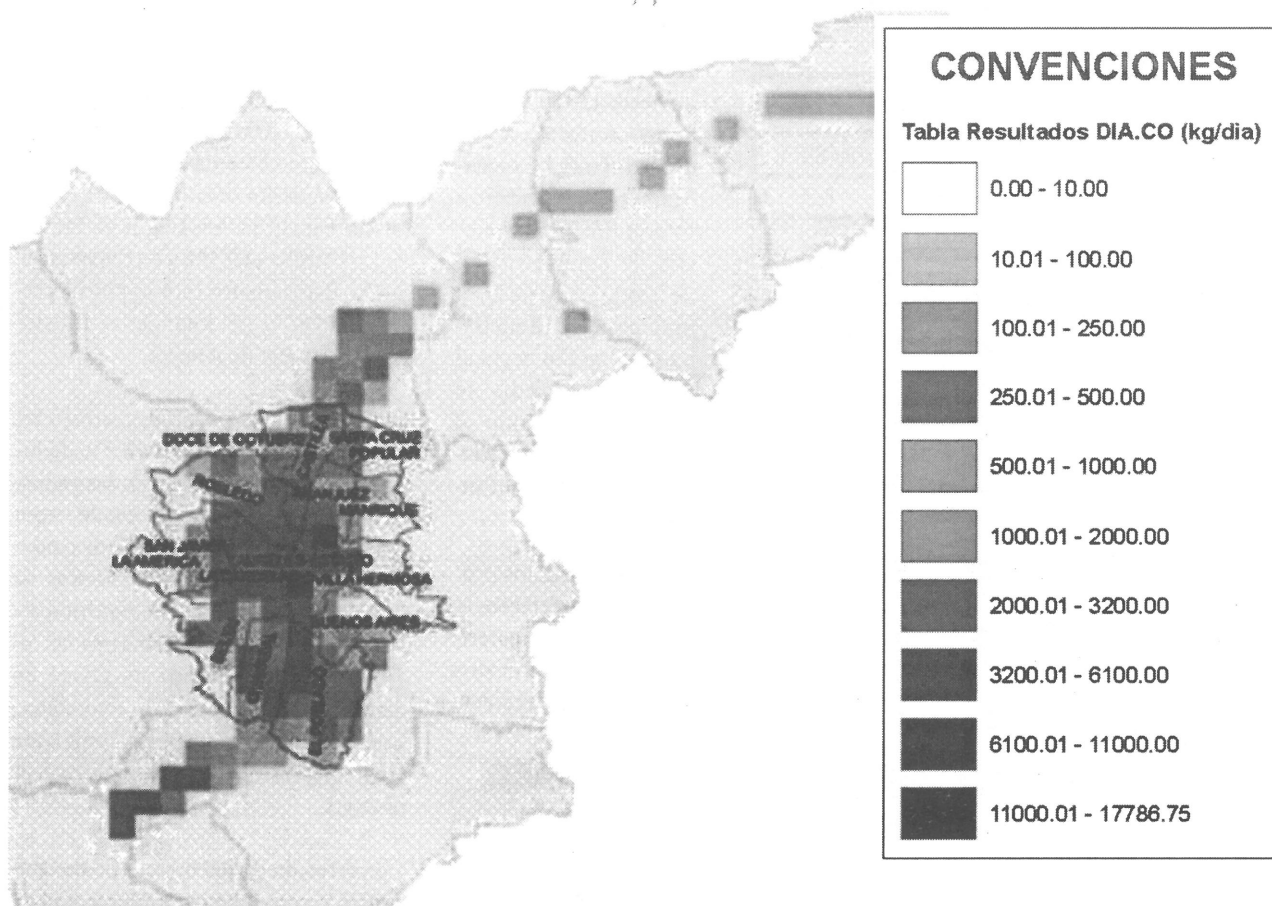


Figura 4. Distribución de la emisión de contaminantes en el valle de Aburrá.
Fuente: Inventario de emisiones de fuentes UPB-AMVA, 2006.

cer los mejores escenarios económicos y ambientales para conversión tecnológica y energética, industrial y de renovación del parque automotor. Los modelamientos de los escenarios se han realizado con los software propios de la estructura del modelo MARKAL. Estas modelaciones han permitido proponer acciones de planificación del territorio y análisis de escenarios óptimos, desde los aspectos económico, energético y ambiental.

Figura 5. Sector Transporte.

Fuente: Modelo matemático economía, ambiente, economía. Realizado con los software propios de la estructura del modelo MARKAL. UNAL-AMVA. 2007

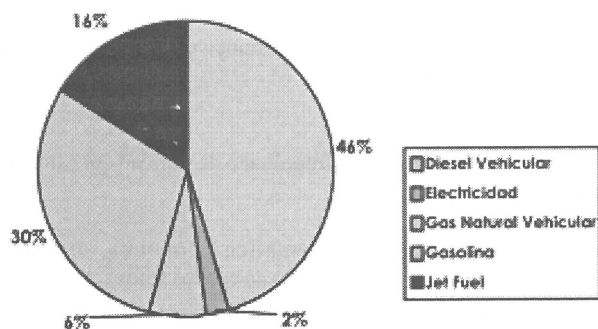
Conocer la estimación del impacto de las emisiones atmosféricas es funda-

mental para la entidad, porque facilita la obtención de la relación causa-efecto en la salud de la población y permite contrarrestar los puntos críticos, estableciendo estrategias conducentes a la disminución de las enfermedades respiratorias. Por ello la entidad, en convenio con la Facultad Nacional de Salud Pública de la Universidad de Antioquia y los municipios de Medellín e Itagüí, desarrolló un proyecto con el fin de estimar las afectaciones en la función respiratoria de sus habitantes.

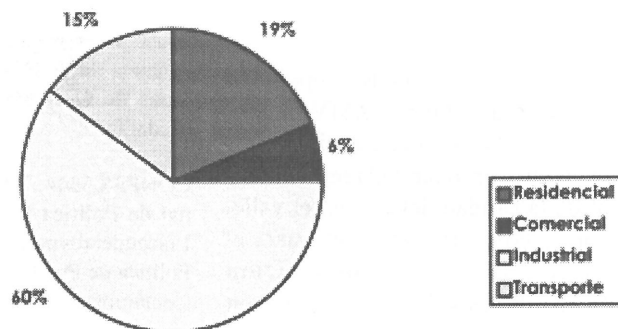
Otra afectación notable a la calidad de vida de los habitantes del valle de Aburrá, es la contaminación acústica. El diagnóstico de su magnitud se realizó durante los años 2006 y 2007, con un resultado reflejado en los *mapas*

acústicos y de monóxido de carbono en los municipios de Medellín, Bello, Barbosa, Copacabana, Girardota, Caldas, La Estrella, Sabaneta e Itagüí y en los corregimientos de San Cristóbal, San Antonio de Prado y Altavista, que presentan áreas críticas en los ambientes urbanos, producto del parque automotor, las discotecas, bares y centros educativos y –en menor proporción–, atribuible a las famiempresas y la industria pesada ubicadas en zonas residenciales.

La identificación de áreas críticas permite fortalecer las acciones de control y seguimiento y facilitan tanto la planificación de los usos del suelo como el diseño de rutas para mitigar el ruido. Los mapas –herramienta fundamental para el diseño de la red de ruido con la identificación de zonas críticas–, fueron considerados en los ajustes a los



Consumo energético del Sector Transporte. TeraJoules (TJ). 2006.
Fuente: AMVA



Consumo energético por sectores, 2006
Fuente: AMVA

actuales planes de ordenamiento territorial, estos últimos revisados durante los años 2006 y 2007.

Para la divulgación de la información relacionada con el estado de este recurso natural, se realizaron los estudios y diseños para el desarrollo de un software y un tablero electrónico para la divulgación de la calidad ambiental en el área metropolitana del valle de Aburrá, con información obtenida a través de varios proyectos. Se buscó la capacitación mediante talleres en convenio con el SENA para los operarios de los centros de diagnóstico del área metropolitana, en temas relacionados con el control de las fuentes móviles, y se realizaron campañas de divulgación para la comunidad en el tema de la contaminación atmosférica, específicamente en la que generan los vehículos. Las mencionadas campañas incluyeron mensajes institucionales, plegables, programas de televisión, congresos, foros y seminarios, que contaron con la presencia de expertos nacionales e internacionales.

En este cuatrienio se apoyaron los municipios de Bello, Barbosa, Itagüí y Medellín en la gestión por la calidad del aire, con el fortalecimiento de programas de control y contaminación del aire por fuentes móviles, mediante la dotación de insumos y equipos.

Específicamente, al municipio de Medellín se le apoyó en el fortalecimiento del sistema de monitoreo y control de las emisiones atmosféricas y de ruido, en la adquisición de una estación automática de monitoreo, que reportará información al sistema central de datos de la red de monitoreo, propiedad de la entidad.

El control es una de las funciones prioritarias en el quehacer de la entidad; para el recurso aire los esfuerzos se centraron en las fuentes fijas, fuentes móviles y calidad de los combustibles.

Para el control de las fuentes móviles, se adquirieron, inicialmente, dos unidades móviles para la revisión de emisio-

nes vehiculares —cuyo número se eleva hoy a cuatro—, con las cuales se realizan operativos en las vías de la jurisdicción del valle de Aburrá.

De manera complementaria, se realizó la campaña: *Sincroniza tu motocicleta, júgale limpio al aire que respiras*, con el fin de sensibilizar, prevenir y controlar las emisiones de contaminantes generados por motocicletas, a propósito del considerable aumento de este tipo de vehículos en nuestra ciudad —alrededor de 126.000 unidades para el año 2.004—, con el agravante de que gran número de ellas son movidas por motores de 2 tiempos, que generan ingentes emisiones de hidrocarburos HC, metales pesados y material particulado; amén del monóxido y dióxido de carbono. Los resultados de la campaña fueron enviados a autoridades nacionales como el IDEAM y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, para fungir como base técnica en la formulación de normas de emisión de esta modalidad vehicular.

El control a las fuentes fijas se efectuó mediante las acciones de fortalecimiento a la inspección y seguimiento de las normas de emisión y ruido, mediante visitas periódicas, atención de quejas y la realización de mediciones de ruido, percepción de olores y muestreos en chimeneas para PST, SOx, NOx, CO y CO2.

Sumado a lo anterior, se determinaron los factores de emisión en calderas de carbón con base en el comportamiento de los muestreos en chimenea.

Para el control de la calidad de los combustibles se efectuó la *Caracterización de combustibles usados en sitios de distribución, establecimientos comerciales, industriales y de servicio* en el área metropolitana del valle de Aburrá, lo que permitió la caracterización de los combustibles utilizados en 95 empresas, 26 estaciones de servicio y 69 industrias; para establecer que la calidad de las gasolinas y algunos combustibles industriales deben ser mejorados por ECOPETROL y las empresas dedicadas a la distribución mayorista.

A MODO DE EPÍLOGO

Así es como el Área Metropolitana del Valle de Aburrá –AMVA– acomete estudios y ejecuta acciones con el objeto de procurar el mejoramiento de la calidad del aire en el valle, con la colaboración de REDAIRE, el Convenio de Cooperación Interinstitucional y de Cooperación Científica, al cual se han adscrito las universidades de la región con mayor trayectoria en investigaciones encauzadas al mejoramiento de la calidad del aire: Universidad Nacional de Colombia, Universidad Pontificia Bolivariana, Universidad de Medellín, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid y la Universidad de Antioquia.

BIBLIOGRAFÍA

ARBELÁEZ, M. María Patricia y Col. Sistema de Vigilancia Epidemiológica sobre la Calidad del Aire en el valle del Aburrá. Convenio Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Facultad de Salud Pública U de A, Municipio de Medellín, Municipio de Itagüí. 2007. Medellín.

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ, 2006. Directrices Metropolitanas de Ordenamiento Territorial. Medellín.

CONPES 3344, 2005. Consejo Nacional de Política Económica y Social. Lineamientos para la Formulación de la Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire. Bogotá.

Deutsche Gesellschaft Fur Technische Zusammenarbert (GTZ) GmbH. 2002. Manejo de calidad del aire. Transporte Sostenible. Texto de referencia para formuladores de políticas públicas en ciudades en desarrollo. Alemania.

Deutsche Gesellschaft Fur Technische Zusammenarbert (GTZ) GmbH. 2002. Instrumentos Económicos. Transporte Sostenible. Texto de referencia para formuladores de políticas públicas en ciudades en desarrollo. Alemania.

Evaluación de la contaminación del aire en el valle de Aburrá. Universidad Nacional de Colombia. 2007.

Guías para la calidad del aire, 1999. Organización Mundial de la Salud. Ginebra, Suiza.

Inventario de emisiones de fuentes UPB-AMVA. 2006.

Sistema Metropolitano de Calidad del Aire. UPB-AMVA. 2007.

Modelo matemático economía, ambiente, economía. Realizado con los software propios de la estructura del modelo MARKAL. UNAL-AMVA. 2007.

Monitoreo en el valle de Aburrá con medidores pasivos. UNAL-AMVA 2007. Universidad Nacional de Colombia. 2007.

OPS/CEPIS, 2002. *Regional program for assessment of air quality monitoring systems in Latin America and the Caribbean.*

World Bank, 2006. *Mitigating environmental degradation to foster growth and reduce inequality*, Report No 36345-CO. NY.

* *Ingeniera Química; MSc en Ingeniería Ambiental; Subdirectora Ambiental (e) del Área Metropolitana del Valle de Aburrá –AMVA–.*

** *Ingeniera Química; Esp. Ingeniería Ambiental; Profesional universitaria, Subdirección Ambiental del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.*

