

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Y EFECTOS SOBRE LA SALUD DE LA POBLACIÓN

Medellín y su área metropolitana

Estado del Arte

documento 1 de 4



Estado del Arte sobre los estudios de la Calidad del Aire en el Valle de Aburrá

Fernando Daniels
Elkin Martínez López
Rigoberto Quinchía
Olga Cecilia Morales
Alexander Romero
Ana Milena Marín
María Patricia Arbeláez

**Centro de Investigaciones
Facultad Nacional de Salud Pública
Universidad de Antioquia
Medellín. Colombia
2007**

CONTENIDO

1.	Inventario de iniciativas y actores implicados en el estudio de la calidad del aire en el Valle de Aburrá.....	7
1.1	Resumen	
1.2	Una breve mirada histórica	
1.3	Experticia institucional	
1.4	Instituciones vinculadas	
1.5	Fortalezas, debilidades y oportunidades	
2.	Recursos y Personas consultadas sobre el estudio de la calidad del aire en el Valle de Aburrá.....	21
2.1	Recursos	
2.2	Personas	
3.	Estudios revisados sobre calidad del aire en el Valle del Aburrá.....	25
4.	Fichas técnicas de los estudios revisados sobre calidad del aire en el Valle de Aburrá.....	31
-	Realización de contra-muestras isocinéticas en fuentes fijas	
-	Caracterización de las Emisiones de Calderas a Carbón	
-	Caracterización de Combustibles para Verificar su Calidad”.	
-	Actualización del Inventario de Emisiones Atmosféricas con Georeferenciación	
-	Identificación de Episodios de Contaminación Atmosférica	
-	Grupo Fuentes Móviles y Proyecto de Monitoreo, Control y Protección	
-	Control y seguimiento de las fuentes móviles y de los diagnosticentros	
-	La Calidad del Aire es Cuestión de Todos	
-	Identificación de Alternativas para el Análisis de Contaminantes Ambientales	
-	Evaluar los Niveles de Contaminación del Aire	
-	Formación de Contaminantes Fotoquímicos	
-	Partículas suspendidas (PST) y partículas respirables (PM10)	
-	Evaluación de la calidad del aire en la cuenca de la quebrada Altavista	
-	Diseño red de monitoreo calidad del aire Envigado	

- Sistema de Información Metropolitano de la Calidad del Aire
- Aplicación del modelo RAMS
- Concentración de monóxido de carbono e intensidad de ruido
- Efectos sobre la salud de la contaminación por ruido y monóxido de carbono
- Modelo de emisiones atmosféricas para el Valle de Aburrá MODEMED
- Evaluación del Material Particulado en Suspensión en el Valle de Aburrá
- Evaluación calidad del aire, intensidad de ruido y efectos en 25 sitios
- Evaluación de PST y PM10 en Guayabal
- Evaluación de la Calidad del Aire en Zonas Rurales del Valle de Aburrá
- Diagnóstico Ambiental Municipio de Girardota. Capítulo: Recurso Atmosférico
- Correlación entre fuentes de PST y contaminación en dos zonas de estudio
- Cálculo preliminar de factores de emisión por tráfico vehicular en Medellín
- Actualización y optimización de MODEMED
- Patologías respiratorias en preescolares y contaminación atmosférica.
- Línea base calidad del aire en 10 municipios de la jurisdicción de Corantioquia
- Línea base calidad del aire en 15 municipios de la jurisdicción de Corantioquia.
- Alternativas para la Planificación Energética. Industria y Transporte AMVA
- Plan de Mercadeo Programas de Fuentes Móviles
- Programa protección y control calidad del aire en el valle de aburrá
- Evaluar los niveles de contaminación en las zonas urbanas del AMVA
- Reducción de emisiones por las nuevas normas de transito en Medellín
- Factibilidad de aplicación índice PSI para evaluar calidad del aire en el AMVA
- Propuesta modelo matemático: Estimación de emisión de PST en Itagüí

5. Revisión bibliográfica sobre calidad del aire y efectos en la salud..... 157

- 5.1 Revistas
- 5.2 Sitios de Internet
- 5.3 Libros
- 5.4 Indicadores
- 5.5 Anuarios estadísticos metropolitanos
- 5.6 Anuarios estadísticos de Antioquia
- 5.7 Documentos de apoyo

inventario

1. Estado de situación de iniciativas y actores implicados en el estudio de la calidad del aire en el Valle de Aburrá

Resumen

En los últimos años se ha desarrollado en el Valle de Aburrá una buena experticia para el análisis de los problemas relacionados con la contaminación del aire fruto de los esfuerzos de monitoreo que se iniciaron desde finales de los años 70`s. Dicha experticia está centrada en la capacidad técnica para el diagnóstico y evaluación ambiental, con un escaso desarrollo en cuanto a la evaluación de los impactos en salud y de los impactos económicos y sociales de la contaminación. Las universidades se han posicionado como actores de primera línea para la comprensión de la problemática de la contaminación del aire y se han consolidado alianzas estratégicas entre el sector académico y el sector público par enfrentar dichos problemas. Desde finales de los noventa ha habido un incremento en la investigación para mejorar el conocimiento sobre las condiciones locales que afectan la calidad del aire. La investigación ha estado principalmente orientada a la caracterización de los contaminantes criterio y a la modelización de su comportamiento. Sin embargo, existen todavía campos pocos explorados como los efectos en la salud de la población y el impacto económico y social de la contaminación del aire. Existe igualmente un gran vacío en cuanto a las iniciativas de educación ambiental sobre esta problemática. Por otro lado, la formación sobre contaminación del aire, ofrecida tanto a nivel de pregrado como de postgrado, acusa déficit en cuanto a la articulación, cantidad y calidad de contenidos. En los currículos de ingeniería sanitaria, gestión ambiental y otras disciplinas afines la capacitación impartida se introduce tardíamente en los programas de formación.

El reconocimiento de la amplitud y complejidad del problema crea un espacio favorable para la puesta en común de recursos y para el desarrollo de iniciativas conjuntas que permitan subsanar las deficiencias en conocimiento o en capacidades técnicas que puedan existir al interior de las distintas instituciones implicadas. Por otro lado, se percibe la necesidad de aportar evidencia científica y opciones innovadoras a las innumerables problemáticas que existen, así como favorecer el desarrollo de iniciativas intersectoriales.

La información contenida en este documento se obtuvo de entrevistas con personas recurso implicadas en la planificación e implementación de intervenciones o en el desarrollo de competencias para la gestión de la calidad del aire (anexo 1), así como en una revisión bibliográfica de la producción local sobre el tema (anexo 2).

Una breve mirada histórica:

Las preocupaciones sobre la calidad del aire en el Valle de Aburrá iniciaron en los años 1970 con motivo del surgimiento de conflictos ambientales con ciertas empresas como el caso de la compañía Sulfácidos y con el estímulo propiciado por la Organización Panamericana de la Salud (OPS) quien donó equipos de medición a través de la Red Panamericana de Muestreo. La responsabilidad del control de la calidad del aire estuvo inicialmente a cargo de la Secretaría de Salud y Bienestar Social del Municipio de Medellín, la cual inició mediciones de la calidad del aire en 1975 con cinco estaciones ubicadas en Guayabal, Salvador, Belencito, Centro y Pedregal, que muestreaban diariamente entre semana. Se medía material particulado grueso por reflectometría, sedimentación en baldes, opacidad, corrosividad en discos metálicos y titulación química de SO₂ y NO_x. Asimismo se iniciaron los muestreos en chimeneas para la evaluación de emisiones. Posteriormente se incorporaron seis muestreadores de alto volumen, cuatro medidores de gases, un medidor automático de SO₂, un medidor de CO y medidores de ruido (sonómetro, dosímetro y analizador de frecuencias). Para ello se realizaban rotaciones trimestrales de equipos y se llevaban a cabo muestreos de emisiones y estudios en la calle. A finales de los 80s se realizaron inversiones conjuntas para la compra de equipos entre la Secretaría de Salud de Medellín y el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid.

En 1979 se publicó el Código Sanitario Nacional y se creó la Comisión para la Reglamentación de la Ley Sanitaria (CORELS), la cual se caracterizó por su enfoque interdisciplinario e intersectorial. Mediante el Decreto 2 de 1982 se estableció la reglamentación de la calidad del aire en el país, la cual fue una pieza fundamental de control durante 25 años. Es importante resaltar que dicho decreto solamente reglamentó las fuentes fijas de emisión pero no abordó el sector transporte, lo cual puede explicar el rezago que se ha tenido en el control de fuentes móviles.

La Constitución de 1991 confirió a la Contraloría poderes para hacer el inventario de los recursos naturales de la nación, que se plasman en un informe anual presentado por esta entidad, en el cual tradicionalmente ha habido un capítulo consagrado a la calidad del aire en las ciudades.

En 1993 se transfirió la responsabilidad del control ambiental de la Secretaría de Salud a la Autoridad Ambiental. En 1993-1994 se elaboró el Estatuto Metropolitano del Medio Ambiente y se creó el Área Metropolitana como ente de planificación territorial, designándola como autoridad ambiental. La transición en el control de la calidad del aire tuvo algunas dificultades entre las cuales cabe destacar:

- a) Pérdida de la experticia desarrollada por el recurso humano. Durante el traspaso de responsabilidades, muchas de las personas que habían trabajado durante años en el control de la calidad del aire en la Secretaría de Salud no fueron incorporados en la nueva institución.

- b) Pérdida en la capacidad operativa institucional para valorar y monitorear los contaminantes del aire. La Secretaría de Salud logró desarrollar infraestructura para el muestreo, recolección y análisis de la información. La nueva autoridad favoreció otro enfoque basado en la contratación de estudios, lo cual limitó en cierto modo el desarrollo progresivo que había venido experimentando la institución encargada del control ambiental.
- c) Pérdida de la coordinación interinstitucional que se venía gestando con la participación directa de diferentes sectores (salud, ambiente, universidades, etc.) en la elaboración e implementación de estrategias para mejorar la calidad del aire en la región.

Con respecto a la capacidad institucional para la valoración y monitoreo de contaminantes atmosféricos es importante resaltar que el Área Metropolitana y Corantioquia llevaron a cabo un estudio de factibilidad en 1999 con el fin de establecer cuál sería la alternativa más viable y pertinente, desde el punto de vista técnico, financiero y de sostenibilidad para valorar y monitorear regularmente los recursos agua, aire y suelo, ya sea a partir de laboratorios propios de la autoridad ambiental o contratando estos servicios con los existentes en la región, principalmente en las universidades. El estudio concluyó que la mejor alternativa para realizar el análisis de contaminantes ambientales en el Área Metropolitana, es la contratación con empresa o institución, como la Universidad, de las etapas de muestreo, análisis e interpretación de los resultados de laboratorio, ya sea en forma conjunta o individual¹.

Experticia institucional:

En el Valle de Aburrá la experticia en el estudio y seguimiento de la calidad del aire reposa en gran medida en las instituciones de educación superior. Dicha proceso se inició en 1974 con la creación del Centro de Investigación par el Desarrollo Integrado (CIDI) de la Pontificia Universidad Bolivariana, en el cual se montó el primer laboratorio de contaminación del aire. La participación y el aporte del sector académico se consolidó posteriormente con la creación en 1992 del Convenio Interinstitucional de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire del Valle de Aburrá, en el cual se conjugan los esfuerzos y recursos financieros de la autoridad ambiental, el suministro de equipos de la antigua Red de Monitoreo del Aire, y la capacidad técnica e investigativa de varias universidades del Área Metropolitana. La Red de Monitoreo de la Calidad del Aire del Valle de Aburrá es un grupo de investigación acreditado ante Conciencias que desarrolla proyectos de investigación relacionados con la calidad del aire y opera la red de monitoría de calidad del aire urbano en el Valle de Aburrá con 21 estaciones de medición que cubren toda la región.

¹ Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Corantioquia, Ingeambiente y Sanear (1999). “Identificación de Alternativas para el Análisis de Contaminantes Ambientales en el Valle de Aburrá” (Contrato No 240/1999).

La Red de Vigilancia de Calidad del Aire inició sus actividades de monitoria de la calidad del aire en el Valle de Aburrá y el Oriente cercano en 1993, dando inicio así a un proceso de estandarización de los métodos de medición de los contaminantes atmosféricos. Con el apoyo económico del Área Metropolitana, se ha consolidado esta red de monitoria con énfasis en la utilización de los métodos manuales aceptados por la *Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA)* y con una extensa labor de formación del personal técnico apropiado para asegurar la calidad de la monitoria de contaminantes.

Las universidades que participan en la Red de Vigilancia de la Calidad del aire son la Universidad de Antioquia, Universidad de Medellín, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Universidad Pontificia Bolivariana y Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín, instituciones que cuentan con trayectoria en el estudio de la contaminación atmosférica y la calidad del aire.

Principales Instituciones vinculadas con el monitoreo y control de la calidad del aire en el Valle de Aburrá

El **Área Metropolitana del Valle de Aburrá (Área Metropolitana)** es el principal organismo promotor y financiador de estudios e iniciativas para el monitoreo y control de la calidad del aire en el Valle de Aburrá. Sus acciones se realizan a través de la Subdirección Ambiental y más específicamente a través de la línea estratégica de gestión del recurso aire.

Desde su creación en 1980 y su posterior constitución como autoridad ambiental, el Área Metropolitana ha venido financiando estudios para la comprensión del fenómeno de la contaminación del aire en el valle de Aburrá e iniciativas para mejorar el monitoreo y control de contaminantes. Dentro de los principales logros e iniciativas cabe mencionar:

- La puesta en marcha de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire, la cual se apoya en la cooperación científica y tecnológica con instituciones de educación superior y organismos especializados para el estudio y seguimiento de la calidad del aire.
- La puesta en marcha del Sistema de Información Metropolitano de la Calidad del Aire (SIMECA) que consiste en un modelo de simulación para el pronóstico meteorológico y para la dispersión de contaminantes atmosféricos. Los resultados son guardados en bases de datos que los usuarios pueden consultar mediante una interfase Internet. SIMECA constituye una herramienta útil para la toma de decisiones sobre normatividad de emisiones para zonas afectadas por la contaminación, organización del territorio y definición de políticas y normas ambientales.

- El estudio del inventario de emisiones del Valle de Aburrá con Georreferenciación, actualizado en abril de 2007 tanto para fuentes fijas como para fuentes móviles. Este estudio permitió determinar que el monóxido de carbono (CO) es el contaminante más emitido a la atmósfera, representando más del doble de las cantidades obtenidas con relación a los otros contaminantes, seguido por los COV's y NOx. Las zonas más afectadas son el centro de la ciudad de Medellín, seguida de la región centro-oriental.
- El estudio sobre la caracterización de combustibles líquidos y sólidos en las estaciones de servicio de la ciudad, sitios de distribución y comerciales de Medellín, el cual incluyó el desarrollo de una “Guía Metodológica para la Caracterización y Evaluación de la Calidad de Combustibles en el Valle del Aburrá”. Este estudio muestra que la gasolina extra y corriente posee un elevado contenido de gomas que produce depósitos en los vehículos que pueden ser dañinos para los vehículos y el medio ambiente. Asimismo, los combustibles industriales líquidos registran altos contenidos de agua, cenizas y bajo poder calorífico, lo cual puede originar daños en las calderas y una combustión ineficiente, produciendo una mayor emisión de sustancias contaminantes en las fuentes fijas.
- La Elaboración de Mapas Acústicos y de concentraciones de monóxido de carbono para el Valle de Aburrá, los cuales hacen parte del Plan Integral de Desarrollo Metropolitano del Valle de Aburrá.
- El fomento al Debate Metropolitano sobre el control, monitoreo y protección de la calidad del aire en el Valle de Aburrá.
- El impulso a la implementación de un Pacto Metropolitano por la Calidad del Aire, con la participación de todos los sectores implicados en la emisión de contaminantes, y en la regulación, control y formulación de políticas públicas para mejorar la calidad del aire.
- La reglamentación para el sistema de “Cupos Transferibles de Emisión para el Control de la Contaminación Atmosférica”, la cual busca implementar medidas que permitan disminuir las concentraciones de contaminantes en zonas críticas y que controlen los niveles de concentración de contaminantes.

Varios de los principales estudios financiados o cofinanciados por el Área Metropolitana se encuentran en las fichas técnicas que hacen parte del repertorio de estudios sobre calidad del aire que figura en anexo de este documento.

La **Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín** tiene diferentes grupos de investigación que trabajan sobre la temática, como la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire del Valle de Aburrá, el *Centro del Carbón* y el Grupo de Análisis y Modelamiento Energía-Ambiente-Economía. La Universidad administra los equipos de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire y tiene un laboratorio especializado en

monitoria del aire con medidores de alto volumen, analizadores de tamaño de partículas, analizadores de stress térmico, monóxidos, medidores de ruido, etc. A nivel de la formación las actividades de capacitación se ofrecen principalmente a través del Postgrado en Gestión y Medio Ambiente. Desde 1980 la Universidad incorporó un curso sobre ingeniería ambiental, con un fuerte componente de aire, para todas las carreras de ingeniería. Entre los proyectos que adelanta actualmente la Universidad Nacional –Sede Medellín cabe mencionar la operación de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire, estudios de ruido, desarrollo de mapas ambientales y el desarrollo de modelos como Markal (modelo econométrico de energía). La cartera de proyectos de la Universidad en este campo supera los 1.000 \$M.

La **Universidad de Antioquia** lleva trabajando poco más de 20 años en el tema de la contaminación atmosférica y calidad del aire, inicialmente a través del *Centro de Investigaciones Ambientales (CIA)* y del *Grupo de Investigación en Gestión ambiental (GIGA)*, el cual fue uno de los primeros en empezar a hacer mediciones ambientales. Posteriormente se incorporaron otros grupos de investigación como el *Grupo de Ingeniería y Gestión Ambiental (GAIA)* que reúne alrededor de 13 docentes del área de la ingeniería sanitaria, trabajando en temas como el control de emisiones, la modelación atmosférica, los modelos fuente-receptor, la elaboración de mapas acústicos, y ofreciendo una amplia gama de servicios a empresas privadas y entidades públicas. Igualmente están los grupos de investigación de la *Facultad Nacional de Salud Pública (FNSP)* que realizan estudios en contaminación del aire en áreas de salud ocupacional y epidemiología, el *Grupo de Energías Alternativas*, el *Grupo de Desarrollo Sostenible* que ha realizado trabajos de modelación del aire y la *Corporación Educativa Ambiental* que representa a la Universidad en la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire del Valle de Aburrá. Esta multiplicidad de grupos de investigación interesados en la problemática de la contaminación del aire ha permitido que la Universidad de Antioquia se consolide como una de las pioneras con un amplio espectro de estudio e intervención en este campo.

A nivel de los programas de ingeniería se ofrece un curso de contaminación atmosférica en el último semestre del pregrado de ingeniería sanitaria, lo cual parece ser una limitante por cuanto se introduce muy tardíamente en el pénsum y no facilita que los estudiantes adopten ésta temática como tema de investigación. La formación se realiza igualmente a través del pregrado en gestión sanitaria y ambiental de la FNSP. Por otro lado, a través de la Corporación Educativa Ambiental, se han realizado conjuntamente con la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire del Valle de Aburrá dos diplomados sobre calidad del aire y se dirige una tesis sobre el Sistema Metropolitano en Aire.

La **Universidad de Medellín** ha adelantado sus acciones a través del programa en Ingeniería Ambiental que funciona desde 1980, particularmente a través del *Grupo de Estudio y Mediciones Ambientales (GEMA)*, creado en 1998. Este grupo desarrolla líneas de investigación en calidad del aire, emisiones atmosféricas, modelos de dispersión y recientemente en el área de epidemiología y valoración económica de la contaminación atmosférica. La Universidad de Medellín cuenta con

uno de los más completos laboratorios para la evaluación de contaminantes exteriores e interiores, incluyendo equipos para la medición de ruido, medidores de alto volumen, PM₁₀ y PM_{2,5}. El laboratorio se encuentra en proceso de acreditación ante el IDEAM. Por otro lado, la Universidad de Medellín en consorcio con la Corporación para Estudios en Salud (CES) adelantan actualmente un estudio epidemiológico sobre los efectos de la contaminación atmosférica en la patología respiratoria en preescolares y un estudio CAP (Conocimientos, Actitudes y Prácticas) y de diagnóstico de ruido en bares y discotecas del Valle de Aburrá. Asimismo, la Universidad adelanta estudios para el montaje de la red de ruido para el Valle de Aburrá. La cartera de proyectos de la Universidad de Medellín en este campo oscila alrededor de los 500 \$M.

La **Pontificia Universidad Bolivariana** trabaja en el tema desde 1974 con la creación del *Centro de Investigaciones para el Desarrollo Integrado (CIDI)*, al cual se agregó posteriormente el *Grupo de Investigación Ambiental (GIA)*. Su campo de acción se concentra en la modelación, el pronóstico ambiental y de reacciones químicas, inventario de emisiones y monitoreo de la calidad del aire y de emisiones. Recientemente la Universidad está incursionando en los estudios epidemiológicos (San Germán y Guayabal) y en el estudio de olores. El laboratorio de la Universidad Bolivariana tiene certificación ISO 9001 del ICONTEC y es el único laboratorio de aire en el Valle de Aburrá acreditado por el IDEAM. Este laboratorio tiene equipos para el tren de monitoreo de emisiones, PM₁₀, PST, gases y una estación automática completa.

A nivel de la formación, la universidad ofrece tres sesiones de formación sobre aire (diagnóstico, control y modelación) en los programas de maestría y especialización en ingeniería ambiental y especialización en gestión ambiental. Desde el 2003, la UPB ha realizado cinco publicaciones sobre aire, de las cuales dos en revistas internacionales y ha desarrollado numerosos contratos de investigación. Actualmente la Universidad tiene proyectos sobre monitoreo de emisiones, monitoreo de la calidad del aire, modelación del pronóstico fotoquímico y el desarrollo de la metodología para el monitoreo de olores. La cartera de proyectos de aire en la UPB es de alrededor 1.000 \$M.

El **Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid** viene trabajando en el tema desde inicio de los años 1980. Su accionar se ha centrado en la estandarización de los procedimientos de medición de la calidad del aire, lo cuales han sido adoptados por la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire del Valle de Aburrá, en la elaboración de mapas de ruido y el desarrollo de modelos fuente-receptor. Asimismo, el Politécnico opera la estación de monitoría de la calidad del aire que mayor continuidad ha tenido en la red.

La **Corporación para Estudios en Salud (CES)** ha sido la última institución de educación superior en haber ingresado en el campo de estudio sobre la calidad del aire, a través de su centro de investigación de la Facultad de Medicina. En virtud de un convenio con la Universidad de Medellín estas dos instituciones adelantan desde

el 2006 un estudio sobre patología respiratoria asociada a la contaminación del aire en niños en edad preescolar, proyecto financiado por la Secretaria de Medio Ambiente y en el diagnóstico de ruido en bares y discotecas del Valle de Aburrá. El CES tiene una especialización en salud ocupacional y recientemente lanzaron un diplomado en epidemiología ambiental, único programa de este tipo en el Valle de Aburrá.

Sin embargo, a pesar de las capacidades técnicas e investigativas desarrolladas por estas universidades, la formación sobre contaminación del aire presenta un importante déficit, el cual puede explicarse por las siguientes razones:

- Falta una mayor integración en los contenidos sobre calidad del aire ofrecidos en los diferentes programas que abordan el tema (ingeniería sanitaria, gestión ambiental y afines). Falta igualmente integración y complementariedad entre estos programas.
- La capacitación ofrecida se concentra en las acciones de evaluación de la contaminación del aire pero no en las de control.
- Los cursos sobre calidad del aire se ofrecen tardíamente tanto en los programas de pregrado como de postgrado. Esto dificulta que los estudiantes adopten las problemáticas de la contaminación del aire como temas de investigación.
- Ninguna universidad por sí sola tiene los recursos suficientes para desarrollar una línea de formación en aire. Se necesita consolidar alianzas estratégicas y promover el trabajo en consorcio.
- En las universidades existe una escasa transformación tecnológica e innovación en este campo.

1.5 Fortalezas, Debilidades, Oportunidades:

En materia del estudio de la contaminación atmosférica se puede apreciar que ha habido un desarrollo progresivo de la experticia y capacidad técnica y operativa de las instituciones de educación superior vinculadas con el tema, así como una alianza estratégica entre el sector académico y el sector público. Las universidades cuentan generalmente con laboratorios bien equipados para la realización de mediciones y análisis y se han hecho esfuerzos importantes para mejorar las competencias y habilidades para el diagnóstico y evaluación de los problemas de contaminación del aire por parte de los egresados de las carreras de ingeniería sanitaria, gestión ambiental y disciplinas afines. Sin embargo, la formación sobre control de la contaminación del aire es deficiente.

Las acciones de los grupos de investigación se centran principalmente en el diagnóstico y evaluación de la situación ambiental, particularmente en la medición de contaminantes (partículas suspendidas, gases, ruido y otras sustancias) y en el desarrollo de modelos de diagnóstico. Recientemente varios grupos de investigación han incursionado en el desarrollo de estudios epidemiológicos y en la búsqueda de correlaciones entre contaminación del aire y enfermedad. Sin embargo, en las universidades no se observa un desarrollo significativo en el estudio de los efectos de la contaminación del aire en la salud de la población, en la evaluación del impacto económico y social de la contaminación del aire ni en acciones de educación ambiental para favorecer la calidad del aire.

Las Corporaciones Regionales también han realizado estudios sobre la calidad del aire en sus áreas de jurisdicción en virtud del mandato que les otorga la ley en cuanto a la protección de los recursos naturales.

CORANTIOQUIA (Corporación Regional Autónoma del Centro de Antioquia) inició sus acciones en este campo en 2001, primero en el marco de su línea de acción de "Atención a Quejas". La Corporación cubre un vasto territorio mayoritariamente rural, con responsabilidad sobre 80 municipios que presentan grandes diferencias geográficas y sociodemográficas. Las acciones de monitoreo de la calidad del aire en su jurisdicción comenzaron en 2002 bajo la coordinación de la Unidad de Calidad Ambiental de la Subdirección de Recursos Naturales. Desde 2007 la Corporación estableció una unidad responsable de la Calidad del Aire, la cual dispone de 3 personas (1 de planta y 2 contratistas) y de un laboratorio de calidad del aire donde se pueden efectuar principalmente mediciones de material particulado.

La Corporación realiza acciones de acompañamiento, control y vigilancia de la calidad del aire. La selección de los lugares donde se ha realizado monitoreos (36 sitios) se ha basado en tres criterios: densidad poblacional, corredores viales y corredores industriales. Estos sitios han sido utilizados para los tres estudios realizados por CORANTIOQUIA hasta el momento:

- Línea Base 1 (2003-2004): se monitoreó en 10 sitios durante 15 días (PM_{10} , PST, NO_x y meteorología). En este estudio se utilizó por primera vez métodos pasivos para medir O_3 , NO_2 SO_2 .
- Línea Base 2 (2005): se monitoreó en 15 sitios diferentes.
- Periferia AMVA: durante este estudio se monitoreó en 10 sitios periféricos de los municipios del AMVA.

Durante estos estudios se pudo constatar concentraciones elevadas de PM_{10} y O_3 en municipios como Altavista (Belén) y La Sierra (Nare).

En lo que respecta al sector público (secretarías de salud, medio ambiente, tránsito, autoridad ambiental) éste concentra sus actividades en el control y reglamentación de contaminantes. En los últimos años se ha visto un interés y un apoyo creciente para el financiamiento de estudios sobre la contaminación atmosférica. Sin embargo, se observa un limitado desarrollo de la capacidad técnica en las propias instituciones.

Es igualmente importante resaltar el trabajo adelantado por el gremio industrial, el cual ha realizado esfuerzos significativos para el control de emisiones fijas con el fin de responder a la normatividad ambiental vigente. La ANDI puso en marcha un

Comité Ambiental con el fin de desarrollar e implementar la estrategia ambiental de este sector. Los esfuerzos han estado principalmente dirigidos a la instalación de equipos para el control de la calidad del aire y a la capacitación del recurso humano mediante un sistema de calificación/certificación del personal técnico vinculado con el control de la contaminación atmosférica fruto de la actividad industrial.

Por otro lado, es importante mencionar algunas iniciativas de concertación que se han generado como la creación y puesta en marcha de un comité epidemiológico ambiental con una línea de trabajo sobre calidad del aire. Esta iniciativa promovida por el Área Metropolitana busca establecer una mesa de concertación donde converjan autoridades de salud, medio ambiente, tránsito y transporte, municipalidades, universidades, centros de investigación y otros actores implicados en el tema, que permita definir orientaciones, establecer estrategias y poner en marcha iniciativas consensuadas para mejorar la calidad del aire en el Valle de Aburrá. El Comité epidemiológico ambiental incluiría una instancia técnica encargada de la vigilancia epidemiológica ambiental de la calidad del aire.

En lo que concierne a las acciones de educación ambiental sobre la problemática de la contaminación del aire y sus efectos en la salud y en la calidad de vida de las comunidades se observa una discreta actividad, tanto en el trabajo de sensibilización y educación del público general como de grupos específicos. Vale la pena subrayar que las instituciones de educación superior no llevan a cabo ningún proyecto o iniciativa de educación ambiental sobre la temática de la contaminación del aire.

Las actividades de sensibilización e información del público provienen casi exclusivamente de la autoridad ambiental y se limitan a acciones muy puntuales como algunos afiches, brochures, plegables, etc.

En cuanto a la participación de ONG y de organizaciones de la sociedad civil, no se encontró ninguna organización con línea de trabajo en la prevención de la contaminación atmosférica o la promoción de la calidad del aire.

En los últimos años el tema de la contaminación atmosférica ha cobrado una gran importancia en el Valle de Aburrá para distintos actores que han incrementado su interés y preocupación por este campo (universidades, autoridades, comunidad) y que empiezan a reconocer la amplitud y la complejidad del problema. Esto crea un

ambiente favorable para la realización de iniciativas conjuntas que aporten recursos en común y complementen algunos campos en los cuales no se ha desarrollado mayor experticia como el análisis epidemiológico, la evaluación del impacto económico y social de la contaminación del aire y la educación ambiental. Se hace necesario fortalecer a nivel universitario la línea de formación e investigación sobre contaminación y calidad del aire que articule los campos de diagnóstico, control y evaluación y que estimule el desarrollo tecnológico en este campo.

Por otro lado, se percibe la necesidad de aportar evidencia científica y opciones innovadoras a las innumerables problemáticas que existen, así como favorecer el desarrollo de iniciativas intersectoriales. Es fundamental promover una acción concertada para abordar problemáticas complejas como la calidad de combustibles, el desarrollo del transporte público masivo, el control del parque automotor, las normas de construcción para el control de fuentes fugitivas de polvo, el inventario de emisiones y fuentes de contaminación, la implantación de sistemas apropiados de gestión ambiental de la calidad del aire, etc. Los retos son grandes y sobrepasan las capacidades individuales de los diferentes sectores implicados.

personas y recursos

2. Recursos y personas disponibles para el estudio de la calidad del aire en el Valle de Aburrá

2.1 Recursos

Universidades	Programas de formación y Grupos de investigación en calidad del aire	Laboratorio & Equipos	Cartera de Proyectos (\$M)	Cartera de Proyectos (\$M)
Universidad Nacional - Seccional Medellín	<ul style="list-style-type: none"> • Red de Monitoreo de la Calidad del Aire del Valle de Aburrá • Centro del Carbón • Postgrado en Gestión y Medio Ambiente 	Laboratorio especializado en monitoria del aire con medidores de alto volumen, analizadores tamaño de partículas, analizadores de stress térmico, monoxoles, medidores de ruido, etc.	1.000 \$M	Operación de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire, estudios de ruido, desarrollo de mapas ambientales, desarrollo de modelos (ej. Markal: modelo econométrico de energía)
Universidad de Antioquia	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo GIGA • Grupo de Ingeniería y Gestión Ambiental (GAIA) • Grupo de Desarrollo Sostenible • Grupo de Energías Alternativas. • Facultad Nacional de Salud Pública 	Control de emisiones, la modelación atmosférica, los modelos fuente-receptor, la elaboración de mapas acústicos, y ofreciendo una amplia gama de servicios a empresas privadas y entidades públicas		
Pontificia Universidad Bolivariana	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo de Investigación Ambiental (GIA) – desde 1974 • Modelación, pronóstico ambiental y de reacciones químicas, inventario de emisiones y monitoreo de la calidad del aire y de emisiones. Recientemente la Universidad está incursionando en los estudios epidemiológicos y en el estudio de olores. 	Tren de monitoreo de emisiones, PM10, PST, gases y una estación automática completa (único laboratorio de aire en el Valle de Aburrá acreditado por el IDEAM)	1.000 \$M	monitoreo de emisiones, monitoreo de la calidad del aire, modelación del pronóstico fotoquímico y el desarrollo de la metodología para el monitoreo de olores
Universidad de Medellín	<ul style="list-style-type: none"> • Programa en Ingeniería Ambiental • Grupo de Estudio y Mediciones Ambientales (GEMA) - 1998 • Calidad del aire, 	Medición de contaminantes exteriores e interiores, ruido, medidores de alto volumen, PM10 y PM2,5. El laboratorio se encuentra en proceso de	500 \$M.	Efectos de la contaminación atmosférica en la patología respiratoria en preescolares, diagnóstico de

Universidades	Programas de formación y Grupos de investigación en calidad del aire	Laboratorio & Equipos	Cartera de Proyectos (\$M)	Cartera de Proyectos (\$M)
	emisiones atmosféricas, modelos de dispersión y recientemente en estudios epidemiológicos y valoración económica de la contaminación atmosférica.	acreditación.		ruido en bares y discotecas del Valle de Aburrá, montaje de la red de ruido para el Valle de Aburrá
Politécnico Jaime Isaza Cadavid	<ul style="list-style-type: none"> • Estandarización de los procedimientos de medición de la calidad del aire, • Elaboración de mapas de ruido • Desarrollo de modelos fuente-receptor 	Laboratorio especializado en monitoria del aire con medidores de alto volumen, analizadores tamaño de partículas, medidores de ruido, etc.		
CES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diplomado en salud ocupacional ▪ Diplomado en epidemiología ambiental 	No tiene laboratorio de aire		Efectos de la contaminación atmosférica en la patología respiratoria en preescolares, diagnóstico de ruido en bares y discotecas del Valle de Aburrá,

2.2 Personas entrevistadas

Julián Bedoya Velásquez, Universidad Nacional de Colombia – sede Medellín.

María Victoria Toro, Pontificia Universidad Bolivariana.

Carlos Alberto Zárate Yepes, Universidad de Antioquia.

Mauricio Correa, Universidad de Antioquia.

Carlos Echeverry, Universidad de Medellín.

Germán Amaya, Universidad de Medellín.

Miriam Gómez, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid.

Rigoberto Quinchía, Universidad de Antioquia.

Patricia Ossa, Calidad del Aire, Subdirección Recursos Naturales, CORANTIOQUIA.

Jaime Eduardo Ordoñez Molina. Facultad de Medicina – CES.

estudios

3. Estudios revisados sobre calidad del aire

- 1) Área Metropolitana del Valle de Aburrá – Universidad Pontificia Bolivariana (2001). **“Realización de contra-muestras isocinéticas en fuentes fijas (chimeneas) como acción de vigilancia y control en algunas empresas del Valle de Aburrá”** (Contrato 1005 de 2001).
- 2) Área Metropolitana del Valle de Aburrá (2005). **“Caracterización de las Emisiones de Calderas a Carbón del Valle de Aburrá: Determinación de Factores de Emisión”** (Convenio 327/2005).
- 3) Área Metropolitana del Valle de Aburrá – Universidad Nacional de Colombia (Facultad de Minas) Sede Medellín (2005). **“Caracterización de Combustibles en Sitios de Distribución, Establecimientos Comerciales, Industriales y Servicios para Verificar su Calidad”**. (Contrato Inter-administrativo No 162/2005).
- 4) Área Metropolitana del Valle de Aburrá – Universidad Pontificia Bolivariana (2005). **“Actualización del Inventario de Emisiones Atmosféricas en el Valle de Aburrá - con Georeferenciación de éstas”** (Convenio 323/2005).
- 5) Área Metropolitana del Valle de Aburrá – Universidad Pontificia Bolivariana (2002). **“Identificación de Episodios de Contaminación Atmosférica en el Valle de Aburrá”** (Contrato 1787 de 2002).
- 6) Área Metropolitana del Valle de Aburrá (2003). **“Apoyo en Ingeniería Mecánica al Grupo de Fuentes Móviles y del Proyecto de Monitoreo, Control y Protección de la Calidad del Aire en el Valle de Aburrá”**. (Contrato 1254 de 2003).
- 7) Área Metropolitana del Valle de Aburrá (2002). **“Realizar el control y seguimiento de las fuentes móviles y de los diagnosticentros aprobados por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá”** (Contrato 864 de 2002).
- 8) Área Metropolitana del Valle de Aburrá (2005). **La Calidad del Aire es Cuestión de Todos**. Cartilla Didáctica.
- 9) Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Corantioquia, Ingeambiente y Sanear (1999). **“Identificación de Alternativas para el Análisis de Contaminantes Ambientales en el Valle de Aburrá”** (Contrato No 240/1999).
- 10) Área Metropolitana del Valle De Aburrá - Universidad Nacional De Colombia (2004). **“Evaluar los Niveles de Contaminación del Aire en las Zonas Urbanas del Valle de Aburrá Mediante la Operación de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire en el Valle de Aburrá”** (Convenio 538/2004).
- 11) Área Metropolitana del Valle de Aburrá - Universidad Pontificia Bolivariana (2001). **“Estudio de la Formación de Contaminantes Fotoquímicos Mediante la Modelación Matemática y sus Efectos en la Salud”** (Contrato 340 de 2001).
- 12) **“Partículas suspendidas (PST) y partículas respirables (PM10) en el Valle de Aburrá, Colombia. 2000-2001”**.
- 13) Universidad Pontificia Bolivariana/Grupo de Investigaciones Ambientales (2006). **“Evaluación de la calidad del aire en la cuenca de la quebrada Altavista”**.

- 14) Universidad de Medellín (2003). **“Diseño de la red de monitoreo de la calidad del aire para el municipio de Envigado”**. Facultad de Ingeniería Ambiental.
- 15) Área Metropolitana del Valle de Aburrá - Universidad Pontificia Bolivariana (2004). **“Sistema de Información Metropolitano de la Calidad del Aire”**. Contrato 661 de 2004.
- 16) Corantioquia - Universidad Pontificia Bolivariana (año?). **“Aplicación del modelo RAMS para el diagnóstico preliminar del medio físico atmosférico en la jurisdicción de Corantioquia”**.
- 17) Área Metropolitana del Valle de Aburrá - Universidad Nacional –sede Medellín (2003). **“Concentración de monóxido de carbono presente en el aire y la intensidad de ruido en el centro de la ciudad de Medellín”**. Convenio 4800000064 de 2003.
- 18) Secretaría de Medio Ambiente, la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire del Valle de Aburrá, varias universidades (cuales xx) (2004). **“Efectos sobre la salud de la contaminación por ruido y monóxido de carbono y prevalencia de síntomas respiratorios en el centro de Medellín”**.
- 19) Toro, M.V. (2001). **“Modelo de emisiones atmosféricas para el Valle de Aburrá MODEMED”**. Universidad Pontificia Bolivariana.
- 20) Echeverri, C.A. (2001). **“Evaluación del Material Particulado en Suspensión en el Valle de Aburrá”**. Boletín de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire del Valle de Aburrá N° 8. Noviembre de 2001.
- 21) Universidad de Medellín – Universidad de Antioquia (2005). **“Consultoría para la evaluación de la calidad del aire, intensidad de ruido y sus efectos en la salud en 25 sitios de alto tráfico vehicular de la ciudad de Medellín”**. Informe n° 1, contrato n° 470018171 - 470018172 de 2005. Medellín, septiembre de 2006.
- 22) Gómez A., Henao E., Molina E., Molina F. (2003). **“Evaluación de las Partículas Suspendidas Totales (PST) y Partículas Respirables (PM10) en la Zona de Guayabal, Medellín, Colombia”**. Septiembre de 2003.
- 23) CORANTIOQUIA – Universidad Pontificia Bolivariana (2005). **“Evaluación de la Calidad del Aire en Zonas Rurales del Valle de Aburrá”**. Grupo de Investigaciones Ambientales (GIA/UPB). Octubre 2005.
- 24) Municipio de Girardota, Corantioquia y Corambiente (2002). **“Diagnóstico Ambiental Municipio de Girardota. (capítulo 1.5. Recurso Atmosférico)”**. Convenio interadministrativo 4377 de 2002 (Municipio de Girardota y Corantioquia).
- 25) Universidad de Antioquia y Politécnico Jaime Isaza Cadavid (2004). **“Correlación entre fuentes de PST y la contaminación existente en dos zonas de estudio”**. GIGA/Universidad de Antioquia y GHYGAM/Politécnico JIC, Medellín Antioquia Colombia. 2004.
- 26) Petro Bedoya, S. L., Robledo Arango C. A. (2000). **“Cálculo preeliminar de factores de emisión por tráfico vehicular en la ciudad de Medellín; aplicación del programa US-EPA Mobile5a”**. Escuela de Ingenierías y Facultad de Ingeniería Mecánica, UPB. Medellín.

- 27) García González L.M., Rico Florez C. (2003). **“Actualización y optimización del modelo de emisiones atmosféricas para el Valle de Aburrá MODEMED”**. Facultad de Ingeniería Mecánica, UPB, Medellín.
- 28) Universidad de Medellín – CES (2007). **“Patologías respiratorias en niños preescolares y su relación con la contaminación atmosférica de Medellín”**. Secretaría de Medio Ambiente.
- 29) Corantioquia-Universidad de Antioquia (2003). **“Construcción de la línea base de calidad del aire en 10 municipios de la jurisdicción de Corantioquia”**. Contrato inter-administrativo no. 4673 de 2003.
- 30) Corantioquia, Universidad de Antioquia, Universidad Pontificia Bolivariana (2004). **“Construcción de la línea base de calidad del aire en 15 municipios de la jurisdicción de Corantioquia”**. Contrato inter-administrativo no. 5915 de 2004.
- 31) Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Universidad Nacional de Colombia/Sede Medellín, Universidad de los Andes (2005). **“Evaluación de Alternativas para la Planificación Energética Sostenible de los Sectores Industrial y Transporte del Área Metropolitana del Valle de Aburrá”** Convenio No. 612 de 2005.
- 32) Centro de información y documentación Área Metropolitana del Valle de Aburrá. **Plan de Mercadeo Programas de Fuentes Móviles del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (1998)** Centro de información y documentación Área Metropolitana del Valle de Aburrá. A02 0212
- 33) Área Metropolitana del Valle de Aburrá – Universidad de Antioquia – Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid – Universidad Pontificia Bolivariana. **Programa De Protección y Control De La Calidad Del Aire En El Valle de Aburrá (1998)** A02 046 – Vol. 1
- 34) Red de Monitoreo de la Calidad del Aire del Valle de Aburrá. **Evaluar Los Niveles De Contaminación En Las Zonas Urbanas Del Valle De Aburrá Mediante La Operación De La Red De Monitoreo De La Calidad Del Aire.** (Convenio 301/05)
- 35) Luis Felipe Cardona Alvarez.UPB, Facultad de Ingeniería Mecánica.1999 **Evaluación de la reducción de emisiones contaminantes atmosféricos por las nuevas normas de tránsito en la ciudad de Medellín.**
- 36) Claudia María Montoya Palacio.UPB. Especialización en Ingeniería Ambiental.2000. **Factibilidad de la aplicación del índice PSI (Pollutant Standard Index), para evaluar la calidad del aire en el Valle de Aburrá.**
- 37) Gloria Stella Ramírez Casas. UPB. Esc. Ingeniería Msc. En ingeniería con énfasis en Ambiental.2004. **Propuesta de modelo matemático para estimar la emisión de material particulado en fuentes fijas del municipio de Itagüí.**

fichas técnicas

4. Fichas técnicas de estudios revisados sobre Calidad del Aire

Nombre del proyecto	Realización de contra-muestréos isocinéticos en fuentes fijas (chimeneas) como acción de vigilancia y control en algunas empresas del Valle de Aburrá (contrato 1005 de 2001).
Disponibilidad	Centro de información y documentación Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Medio físico
Referencia	A02 0291, A02 0292, A02 0293, A02 0294
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> Realizar contra-muestreo isocinético en las calderas de las empresas: Compañía Colombiana de Tejidos S.A "COLTEJER S.A", Procesadoras de Leche S.A "PROLECHE", Lavandería Industrial "PELCO" y Manufacturas "LIVERPOOL S.A." Evaluar la emisión de material particulado, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y neblina ácida (H₂SO₄). Determinar las condiciones de humedad, temperatura y composición de los gases de combustión. Comparar las emisiones encontradas con los valores establecidos en la norma ambiental Colombiana.
Contaminantes y/o efectos estudiados	Óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, partículas menores de 10 micras (PM ₁₀), monóxido de carbono, ozono, neblina ácida y variables meteorológicas.
Metodología: <ul style="list-style-type: none"> Datos de origen Muestreo Tipo de análisis 	<p>La metodología empleada en cada uno de los muestreos efectuados a las cuatro empresas seleccionadas cumplió con los requerimientos y exigencias de la normatividad Colombiana, según Decreto 02 de 1982 del Ministerio de Salud, Decreto 948 de 1995 del Ministerio de Medio Ambiente, y aplicando los métodos de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, E.P.A:</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinación del número de puntos y localización en la chimenea. Determinación de velocidad de las emisiones y del flujo volumétrico del gas. Análisis de los gases de chimenea para determinar los porcentajes de CO₂, CO y peso molecular del gas seco Determinación de la humedad contenida en los gases de chimenea. Recolección de material particulado en el filtro. Aspiración isocinética de los gases y posterior sometimiento por las sustancias absorbentes. <p>El equipo de muestreo usado fue un muestreador de chimenea de la marca Environmental Supply Company, modelo 2002 y compuesto por las siguientes partes: sonda de muestreo, conjunto de caja fría y caja caliente, cordón umbilical de 12 metros, consola manual, bomba de succión y un equipo analizador de gases de combustión marca Bacharach</p> <p>En la empresa de tejidos COLTEJER S.A se seleccionaron para el muestreo isocinético dos calderas destinadas a la generación de energía térmica en la planta de procesos, las cuales tienen un consumo de 13000 Kg/h de carbón y cada una opera a una presión de 600 psig. Para el control de emisiones, la caldera cuenta con un sistema de ciclón y Bag House.</p>

	<p>En la procesadora de lácteos PROLECHE S.A se realizó el muestreo en la caldera pirotubular destinada ala generación de vapor para el proceso de pasteurización. La caldera consume 55 gal/h de fuel – oil, opera en un rango de presiones de 100 a 120 psig y cuenta con un sistema de control de emisiones tipo ciclón.</p> <p>La lavandería industrial PELCO posee una caldera pirotubular con una capacidad de generación de vapor de 600BHP. El equipo consume 246 Kg/h de carbón mineral y posee un sistema de control de emisiones multiciclón.</p> <p>La empresa de manufacturas LIVERPOOL posee una caldera tipo acuotubular para la generación de vapor. Para tal fin, la caldera usa como combustible carbón mineral, con un consumo de 156 Kg/h. La presión de trabajo del equipo de combustión es de 120 psig y tiene un ciclón como sistema de control de emisiones.</p>
<p>Resultados</p>	<p>Los resultados de los contaminantes evaluados en la empresa COLTEJER S.A entregaron que las emisiones de material particulado, neblina ácida y dióxidos de azufre y nitrógeno son de 0.165 g/m³, 0.114 g/m³, 0.294 g/m³ y 0.880 g/m³, respectivamente. Todos los valores se encuentran por debajo de los límites permisibles estipulados por la legislación Colombiana.</p> <p>Los resultados de los contaminantes evaluados en la caldera de la empresa PROLECHE S.A., entregaron que las emisiones de material particulado, neblina ácida y dióxidos de azufre y nitrógeno son de 0.0930 g/m³, 0.1769 g/m³, 0.6094 g/m³ y 0.450 g/m³, respectivamente. Todos los valores se encuentran por debajo de los límites permisibles estipulados por la legislación Colombiana.</p> <p>Sin embargo, se recomienda a la empresa cumplir con el programa de mantenimiento definido tanto para el sistema de combustión como para el sistema de control de emisiones y se efectúe por parte de la empresa un muestreo mínimo por año lo cual reflejará unas emisiones mas limpias.</p> <p>Los resultados de los contaminantes evaluados en la empresa PELCO, entregaron que las emisiones de material particulado, neblina ácida y dióxidos de azufre y nitrógeno son de 0.106 g/m³, 0.050 g/m³, 0.1 g/m³ y 0.730 g/m³, respectivamente. Todos los valores se encuentran por debajo de los límites permisibles estipulados por la legislación Colombiana. Sin embargo, al verificar de forma cualitativa las condiciones físicas de la pluma; se recomienda a la empresa la implementación de un programa de mantenimiento adecuado, tanto para el equipo de combustión como para el sistema de control de emisiones.</p> <p>Los resultados de los contaminantes evaluados en la empresa de manufacturas LIVERPOOL entregaron que las emisiones de material particulado, neblina ácida y dióxidos de azufre y nitrógeno son de 0.153 g/m³, 0.160 g/m³, 0.223 g/m³ y 0.2 g/m³, respectivamente. Todos los valores se encuentran por debajo de los límites permisibles estipulados por la legislación Colombiana. Se recomienda a la empresa realizar las adecuaciones necesarias a la chimenea como instalar una plataforma de muestreos adecuada y las reparaciones de fisuras y picaduras por corrosión, las cuales pueden afectar la caída de presión de los gases de combustión.</p>

Recomendaciones	<p>Para efecto de la vigilancia y control, de las fuentes fijas contra muestreadas por parte del AMVA se recomienda de acuerdo a los parámetros definidos durante las evaluaciones tener los siguientes puntos de referencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Que la presión de vapor del sistema se encuentre cerca o en el valor de la presión de trabajo habitual. • Que el consumo de combustible reportado por la empresa corresponda al consumo real del equipo. • Dar cumplimiento al programa de mantenimiento definido por cada una de las empresas tanto para la caldera como para los sistemas de combustión. • Se recomienda a cada una de las empresas efectuar como mínimo un muestreo isocinético por año, lo cual se reflejará en unas emisiones más limpias.
Conclusiones	<p>De acuerdo a lo recomendado se puede tener una frecuencia de muestreo o contra-muestreo en el momento que alguna de las empresas no cumpla con alguno de los parámetros registrados en el estudio.</p> <p>Tener como punto de partida los parámetros de dióxido de azufre, neblina ácida y dióxido de nitrógeno los cuales son objeto de discusión por parte de la autoridad ambiental y otras entidades para fundamentar estudios que permitan avalar una norma adecuada de dichos contaminantes.</p>
Realizado por	<p>Área Metropolitana del Valle de Aburrá – Universidad Pontificia Bolivariana (grupo GIA)</p>

Nombre del proyecto	Caracterización de las Emisiones de Calderas a Carbón del Valle de Aburrá: Determinación de Factores de Emisión (Convenio 327/2005).
Disponibilidad	Área Metropolitana del Valle de Aburrá (Medio magnético)
Objetivos	<p>General</p> <p>Determinar los factores de emisión para material particulado (MP), NO_x y SO_x, en calderas colombianas con alimentación manual, potencia 50-100 HP, carbón como combustible y sin sistemas de control de emisiones.</p> <p>Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Generar factores de emisión que permitan determinar las emisiones de NO_x, SO_x y MP en las calderas objeto de estudio. • Entregar un protocolo que facilite el análisis de eficiencia energética, mejoramiento en procesos de combustión, minimización de impactos a la atmósfera y elaboración de inventarios.
Contaminantes y/o efectos estudiados	Material particulado, monóxido de carbono, dióxido de carbono, dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno.
<p>Metodología:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Datos de origen • Muestreo • Tipo de análisis 	<p>Durante la ejecución del proyecto se realizó una extensa revisión bibliográfica, estudiando en particular los factores de emisión existentes en otros países en relación con las calderas a carbón y el tipo de contaminantes a evaluar, así como las metodologías para la determinación de factores de emisión.</p> <p>Por medio de información suministrada por la empresa J.C.T., fabricante de calderas de vapor; y por medio de visitas realizadas a las empresas que usan estos equipos de combustión; se elaboró un diagnóstico de las condiciones de la tecnología local, diseño y operación de las calderas a carbón existentes en la industria, así como de las características de los combustibles empleados. Con base en la información recopilada por las diferentes fuentes, se consolidó una base de datos de las calderas a carbón existentes en el Valle de Aburrá.</p> <p>De acuerdo con la metodología trazada por el grupo de investigación, se decidió realizar muestreos isocinéticos en las empresas seleccionadas, para cuantificar los contaminantes emitidos en los gases de combustión.</p> <p>Se seleccionó el tamaño muestral de las calderas a evaluar, se visitaron las diferentes empresas escogidas, se recopiló información referente a la actividad productiva, los datos técnicos de la caldera a evaluar, se realizaron algunos requerimientos a las empresas para realizar el montaje del muestreo y por último se programaron cada uno de los muestreos isocinéticos. Además, para evaluar la calidad del combustible, en cada muestreo se tomaron muestras del carbón usado y se realizó el análisis proximo del mineral.</p>

	<p>La empresas seleccionadas para la realización de los muestreos isocinéticos fueron: Ospina Grasas y Pieles, Frigopor, Colorquímica, Cipa, Tintexa, Teñimos y Finca S.A. En cada empresa se realizaron dos muestreos en el mismo equipo de combustión. En total se realizaron 14 muestreos, de los cuales se tomaron solamente 12, debido a que la empresa Frigopor presento incumplimiento de la norma de emisión por material particulado en uno de los muestreos realizados.</p>
Resultados	<p>Con los datos obtenidos en los muestreos, se elaboraron hojas de cálculo para corroborar el porcentaje de isocinetismo y posteriormente recopilar los resultados, calculando también los factores de emisión del CO, CO₂, SO_x, NO_x y material particulado. Estos datos se ajustaron estadísticamente para encontrar los modelos matemáticos mas adecuados y hallar el factor de emisión de cada uno de los materiales mencionados. A continuación se presentan los valores promedio de los factores de emisión por contaminantes:</p> <p>CO: 7.986 kg/Ton carbón, CO₂: 2.519 Kg/Ton carbón, NO_x: 11.588 kg/Ton carbon, Sox: 7.588 kg/Ton carbón, M.P: 2.926 kg/Ton carbón.</p>
Conclusiones	<p>Se encontraron correlaciones estadísticamente validas para el SO_x, el material particulado y el CO₂, pero no se encontraron para el CO y el NO_x, sin embargo estos gases se encuentran influenciados en mayor proporción por el porcentaje de O₂ y el nivel de potencia. Además, para todos los factores de emisión, se elaboraron cartas de control para mostrar los límites entre los que deberían estar cada uno de ellos, de acuerdo a los resultados arrojados por el estudio realizado. Estos datos serán de utilidad para la autoridad ambiental para establecer límites superiores de emisión para las diferentes empresas, según la cantidad de carbón que consuman los equipos de combustión.</p>

Nombre del proyecto	Caracterización de combustibles en sitios de distribución, establecimientos comerciales, industriales y servicios para verificar su calidad (contrato interadministrativo no 162/2005).
Disponibilidad	Área Metropolitana del Valle de Aburrá (Medio magnético)
Objetivos	<p>General Caracterizar los combustibles usados en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y analizar su calidad en sitios de distribución, establecimientos comerciales, industriales y de servicio.</p> <p>Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caracterizar los combustibles sólidos, líquidos y gaseosos utilizados en las fuentes fijas ubicadas en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. • Verificar la calidad y características de los combustibles en sitios de distribución, establecimientos comerciales, industriales y de servicio. • Verificar la calidad de los combustibles utilizados en algunos sectores productivos. • Desarrollar una metodología práctica, aplicable al control de calidad de los combustibles en el Valle de Aburrá. • Construir guías técnicas con los estándares para el muestreo y caracterización de los combustibles. • Capacitar funcionarios idóneos en muestreo, preservación y transporte de muestras de combustibles para análisis. • Establecer las herramientas técnicas necesarias para la interpretación de los resultados de laboratorio tendientes a caracterizar y evaluar la calidad de los diferentes combustibles. • Analizar la normatividad Colombiana actual al respecto de calidad de combustibles y su cumplimiento en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.
Contaminantes y/o efectos estudiados	Contenido de agua en el petróleo y sus derivados, contenido de cenizas en productos del petróleo, determinación del color, contenido de azufre, contenido de gomas, capacidad de corrosión del petróleo y derivados, volatilidad, gravedad API, índice Cetano, poder calorífico, presión de vapor, punto de congelamiento, punto de fluidez, punto de inflamación y fuego por cápsula abierta y cerrada, punto de nube, cantidad de residuos carbonosos, viscosidad cinemática y la viscosidad Saybolt.
Metodología: <ul style="list-style-type: none"> • Datos de origen • Muestreo • Tipo de análisis 	Para realizar los análisis de caracterización de Combustibles Líquidos, se extrajeron muestras de los siguientes combustibles: gasolina corriente, gasolina extra, fuel – oil, diesel, crudo de Rubiales, aceites usados, crudo liviano, queroseno y Jet – A (gasolina de avión). Los muestreos se realizaron en estaciones de servicio y empresas ubicadas en todo el Valle de Aburrá, y las muestras de combustible se retiraron directamente del tanque de abastecimiento. Todas las pruebas de análisis y caracterización aplicadas a los Combustibles Líquidos, sólidos y gaseosos se encuentran cobijadas por las normas ASTM (American Society for Testing and Materials Standards).

<p>Resultados</p>	<p>Los análisis de laboratorio realizados a los Combustibles Líquidos demostraron que las muestras de gasolinas analizadas cumplen con los requerimientos de las normas ASTM excepto para el análisis de gomas, hecho atribuido principalmente a los aditivos agregados en las estaciones de servicio.</p> <p>Las muestras de combustibles como el Jet –A, diesel y queroseno cumplieron con todos los parámetros analizados. Sin embargo, los combustibles industriales presentaron la mayor cantidad de problemas de calidad y un gran porcentaje de las muestras recolectadas no cumplen con las especificaciones requeridas.</p> <p>De igual manera, los resultados de las pruebas de caracterización de carbones señalan que los menores porcentajes de azufre y cenizas se identificaron en las muestras de mineral recolectadas en las empresas ladrilleras. Paralelamente, las muestras de carbón del sector textil presentaron los menores índices de calidad, con contenidos de azufre y cenizas del 0.8 y 16%, respectivamente.</p> <p>La identificación y clasificación de los recursos forestales usados como combustibles demostraron que, el Sapan, El Cedro, La Teca, El Pino Pátula, El Ciprés, El Algarrobo, El Roble, El Abarco, El Nogal, El Eucalipto y La Cascarilla del Grano de Café, son las especies más utilizadas en calderas de vapor, hornos y secaderos. Los análisis de laboratorio demostraron que los mayores porcentajes de emisiones de azufre a la atmósfera son provenientes de la combustión de maderas como el Sapan (<i>Clathropis Brachypetala</i>) y de la Cascarilla de Café. Además, las menores emisiones de azufre, se encontraron en especies como El Pino Pátula, El Ciprés, EL Eucalipto, La Teca y El Algarrobo.</p>
<p>Conclusiones</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Las muestras de gasolina extra y corriente cumplen con los estándares de calidad según la norma ASTM D-4814 excepto con el contenido de gomas. El exceso en el contenido de gomas puede producir depósitos en el sistema de combustión, en los cilindros y alrededores de las válvulas de los vehículos. Estos depósitos pueden ser dañinos para los vehículos y el medio ambiente, sobre todo en combustibles de aviación, y restan eficiencia a todo tipo de motores. Adicionalmente, una combustión menos eficiente produce cambios en la cantidad de contaminantes emitidos por los vehículos, sin embargo, se requiere de un estudio más detallado para evaluar los efectos sobre el medio ambiente. • La causa más evidente del exceso de contenido de gomas son los paquetes de aditivos y el marcador que se le agrega a estos combustibles. • Las gomas son sustancias indeseables que provienen de componentes nitrogenados, se encuentran naturalmente en el crudo, y se distribuyen a los derivados de acuerdo a sus rangos de ebullición. Los crudos nafténicos, que se refinan en Colombia, tienen un mayor contenido de estos componentes, por lo tanto se debería realizar un mejor proceso de refinamiento para controlarlos. De la misma manera, es importante hacer un control de calidad a los combustibles que se importan antes de ser mezclados con los productos nacionales. • El aditivo detergente que se debe agregar obligatoriamente por los mayoristas incrementa el valor del contenido de gomas ya que su función es dispersar las gomas en las gasolinas. Este incremento aparente en el

	<p>contenido de gomas origina que el producto no cumpla con la Resolución 1180 de 2006 del Ministerio de Minas y Energía.</p> <p>La Resolución 1180 de 2006 en el Contenido de Gomas tiene un error que debe ser corregido ya que solo es aplicable al producto que sale de refinería sin marcador y sin los aditivos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El método ASTM-D381 no diferencia entre las gomas que son productos nitrogenados y los aditivos por lo que se requiere realizar un protocolo de análisis diferente para identificar las gomas. Existen técnicas ultravioletas e infrarrojas que permiten evaluarlas. • Algunas estaciones de servicio arrojaron resultados fuera de los estándares de calidad según la norma ASTM D-975 respecto al punto de inflamación, viscosidad y destilación del Diesel que pueden ocasionar problemas en los motores y de seguridad en el almacenamiento de este combustible. Analizando los resultados de viscosidad, punto de inflamación e índice Cetano se puede inferir que el Diesel se encontraba contaminado con gasolina o residuos de esta. • Aunque los análisis de cada combustible registró un comportamiento similar para cada operadora, se puede ver que la Exxon y Texaco registraron los mayores índices en contenidos de gomas para la gasolina corriente y extra respectivamente. Esto refleja el uso de aditivos detergentes en sus gasolinas. • El protocolo empleado en el laboratorio para mediciones de contenido de azufre de los combustibles líquidos detecta porcentajes superiores al 1%, lo que no permitió encontrar valores por debajo de este porcentaje. • Para los combustibles industriales líquidos se registraron resultados que no cumplen con los estándares de calidad, tales como: altos contenidos de agua, cenizas y bajo poder calorífico. Esto puede originar daños en las calderas y una combustión ineficiente, produciendo una mayor emisión de sustancias contaminantes en las fuentes fijas. • De los resultados obtenidos en este estudio acerca de la calidad de combustibles para calderas y analizando los registros de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire del Valle de Aburrá (en material particulado, PST y PM10) se puede inferir que existe una correlación entre las fuentes fijas que emplean combustibles para calderas y el deterioro de la calidad del aire. • El gas natural vehicular cumple con los estándares de calidad y con la normatividad NOVA (ver guía capítulo de metodología). • Los carbones no excedieron los límites de emisiones de azufre. Se encontró que el Sapan muestra altos porcentajes de azufre (1.03 %) por lo cuál se aconseja aumentar el muestreo en empresas que utilizan productos maderables como combustible en estudios posteriores. Con esta información, la autoridad ambiental podrá tomar acciones restrictivas en la utilización de estas especies maderables.
<p>Realizado por</p>	<p>Área Metropolitana del Valle de Aburrá – Universidad Nacional de Colombia (Facultad de Minas) Sede Medellín. La investigadora principal del presente proyecto fue, la Ingeniera Carmen Elena Zapata Sánchez y el interventor por parte del AMVA fue el Ingeniero Gustavo Londoño.</p>

Nombre del proyecto	Actualización del inventario de emisiones atmosféricas en el Valle de Aburrá, con georeferenciación de éstas (convenio 323/2005)
Disponibilidad	Área Metropolitana del Valle de Aburrá (Medio magnético)
Objetivos	<p>Elaborar y montar el Modelo de Inventario de Emisiones Atmosféricas MODEAM para la jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.</p> <p>Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar el inventario de emisiones tipo bottom-up en el cual se obtendrá para cada una de las celdas, todos los parámetros necesarios para estimar la contribución de cada fuente de emisión al total de emisiones. • Determinar el dominio, identificar y georeferenciar las fuentes de emisión (puntuales, de área y móviles para el modelo de inventario de emisiones). • Estimar las emisiones de las fuentes fijas de área o puntuales, las fuentes móviles y las fuentes naturales mediante la aplicación de factores de emisión o de información secundaria. • Diseñar la base de datos en el software apropiado acompañado por su diccionario de datos, y los documentos correspondientes a: manual del sistema e instalación, manual de usuario, variables y aspectos ambientales. • Implementar una interfaz para consulta y actualización de los datos en la base de datos • Implementar una interfaz para consulta y generación de reportes de los datos en la base de datos.
Contaminantes y/o efectos estudiados	Los principales contaminantes estudiados son: CO, NOx, SO ₂ , MP, y COV's. Las emisiones de COV's fueron agrupadas en 10 categorías: metano, otros-no-metanos, alcanos, cicloalcanos, alquenos, alquinos, aldehídos, cetonas, aromáticos y PAH's (hidrocarburos poli-aromáticos).
Metodología: <ul style="list-style-type: none"> • Datos de origen • Muestreo • Tipo de análisis 	<p>El MODEAM consiste en la aplicación de un conjunto de metodologías para el cálculo de emisiones de las diferentes fuentes de emisión (fijas, de área, biogénicas, móviles) en cada punto del espacio y en un determinado instante de tiempo. El inventario se compone de una lista compuesta de diferentes contaminantes emitidos por las fuentes mencionadas.</p> <p>De acuerdo a los objetivos, se desarrolló en este trabajo un inventario no homogéneo donde se implementó la disgregación espacial de tipo bottom-up que consiste en buscar, para cada una de las celdas, todos los parámetros necesarios para estimar la contribución de cada celda al total de emisiones. Este método, es raramente usado por la gran cantidad de datos que se requiere, como por ejemplo, número y tipo de vehículos, consumo de combustible, tipo de uso del suelo, densidad de población, pero da una mayor aproximación de la cantidad de gases emitidos.</p> <p>Los componentes del modelo de inventario de emisiones, se describen a continuación.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Fuentes de emisión Se analizan dos grupos de fuentes, las antropogénicas y las biogénicas. Las fuentes antropogénicas son las emisiones debidas a las actividades humanas representadas en las fuentes puntuales que se refieren a las emisiones generadas por procesos industriales, las de área, principalmente generadas por construcciones, canchas, entre otras y las fuentes móviles que representan el tráfico rodado. Las fuentes biogénicas son las emisiones provenientes de la naturaleza como la vegetación. • Año Base El año base del inventario identifica el año para el cual se estiman las emisiones y determina la posición del inventario en el tiempo. Esto da una marca fija para comparar los inventarios previos y subsecuentes. Es importante establecer un año base de manera que todas las estimaciones de emisiones tengan una base común y representen las actividades que ocurren durante el mismo período de tiempo. Para este caso en particular el año base es el 2005, por lo tanto se toman los valores de las mediciones de chimeneas, tráfico, población y usos del suelo proyectados a este año. • Población La población que es afectada directamente por las emisiones de las diferentes fuentes de emisión se enumera en la tabla 1 para cada municipio del Área Metropolitana extractado del censo realizado por el DANE en el último año. • Características relacionadas con el tiempo Se presentan dos características principales relacionadas con el tiempo que deben considerarse para el inventario: el período de tiempo y la variabilidad temporal. La primera se refiere al lapso representado por el inventario. Las emisiones del inventario se presentarán en unidades de masa del contaminante por periodo de tiempo del inventario (kg. de CO/año) La segunda característica describe la variabilidad de las emisiones en el tiempo. Si las emisiones son constantes en el tiempo, esta variabilidad no es de gran interés. El dominio del inventario representa el área para la cual se van a inventariar las fuentes de contaminante del aire. Para este caso se determina un área de 60x60 km. Los datos del inventario se manejan de manera electrónica. El programa principal de ejecución del MODEAM es el EXCEL.
<p style="text-align: center;">Resultados</p>	<p>En el Valle de Aburrá se emiten 224.774 t/año de diferentes sustancias, distribuidas en 3 principales fuentes de emisión. El aporte corresponde a 148.433 ton/año para fuentes móviles, 70.001 t/año para fuentes fijas y 6.340 t/año para las fuentes biogénicas. Cada una de estas fuentes emisoras se especifica en una serie de complementos que reúnen las características de los contaminantes, la metodología del inventario, el modelo de cálculo de las emisiones, la metodología para el manejo de datos, los resultados y conclusiones encontradas.</p> <p>Para el tráfico vehicular se obtuvieron las emisiones en caliente de algunos contaminantes atmosféricos como CO, NOx, SO₂, MP, y COV's (Compuestos Orgánicos Volátiles).</p>

	<p>Las emisiones de COV's fueron agrupadas en 10 categorías: metano, otros-no-metanos, alcanos, cicloalcanos, alquenos, alquinos, aldehídos, cetonas, aromáticos y PAH's (hidrocarburos poliaromáticos). En las fuentes fijas se tuvieron en cuenta las industrias que se encuentran en el Valle de Aburrá y las emisiones incluyen compuestos orgánicos e inorgánicos. En las emisiones biogénicas se calcularon los aportes de NO_x y COV's y el dominio seleccionado comprende 1.600km², aunque el área total de estudio del MODEAM fue de 3.600km², donde están localizados los 10 municipios que conforman el Área Metropolitana.</p> <p>La aplicación del modelo de emisiones atmosféricas MODEAM, permitió obtener el cálculo de los contaminantes analizados en cada una de las celdas, con lo que se pudo identificar que el dióxido de carbono (CO₂) es el contaminante más emitido a la atmósfera, con un total de 1656581 ton/año, seguido por el monóxido de carbono, cuyo aporte se estimó en 106625 ton/año. Los siguientes contaminantes en orden de importancia son los COV's y el material particulado, con totales de 38627 t/año y 32479t/año respectivamente. Para el NO_x se obtuvo un valor de 18471ton/año. De los COV's, el de mayor emisión son los aromáticos, seguidos por los alcanos y los alquenos.</p> <p>En general, el centro de la ciudad de Medellín representa el área más afectada por el tránsito vehicular y las industrias, siguiendo en importancia, la región centro-oriental y el municipio de Itagüí. Así mismo, las mayores emisiones se presentan durante las horas de mayor tráfico automotor correspondientes a las ocho de la mañana y a las seis de la tarde. La mayor emisión de contaminantes provenientes de las fuentes biogénicas se presenta en el norte del Valle de Aburrá y la región de Santa Elena.</p> <p>Con el fin de conocer la tendencia de las emisiones en el Valle de Aburrá, se realizó un análisis que permitió establecer que el actual inventario presenta un incremento significativo de los óxidos de nitrógeno (62%) y de compuestos orgánicos volátiles (95%), respecto de los valores obtenidos en el 2003. Este aumento se atribuye a los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Utilización de diferente información primaria para el cálculo de emisiones vehiculares en ambos estudios. - Diferencias importantes entre los factores de emisión de la EPA y CORINAIR - Actualización de la base de datos de las fuentes industriales del Valle de Aburrá. - Actualización de la PAR en las emisiones biogénicas del Valle de Aburrá. <p>Los resultados de emisión totales obtenidos en el inventario de 2005, mostraron un incremento global de 12% respecto del 2003. Los mayores aportes corresponden a los contaminantes CO y COV's.</p>
<p>Conclusiones</p>	<p>El modelo ETROME, constituye una herramienta que permite a las autoridades ambientales estimar las emisiones provenientes del tráfico vehicular en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. La obtención de información primaria como aforos vehiculares, flota vehicular es la actividad prioritaria tendiente a actualizar las emisiones, lo que implica que las entidades responsables del manejo de esta información posean bases de datos confiables y completas.</p>

	<p>La aplicación de modelos computacionales es el punto de partida para establecer escenarios espacio-temporales críticos en determinadas regiones. El desarrollo de este trabajo permitió actualizar y mejorar un programa de computador con el propósito de elaborar de una forma fácil y eficaz el inventario de emisiones atmosféricas de fuentes vehiculares para la malla vial del Valle de Aburrá y servir como base para la definición y adopción de mecanismos de prevención y control de las emisiones producidas por el parque automotor.</p> <p>El análisis de aforos vehiculares permitió identificar las principales vías del Valle de Aburrá que presentan congestiones significativas en horario pico de la mañana y de la tarde. Estas vías corresponden a la Autopista Norte (Cra 64C), Regional Norte y Sur, Avenida Oriental, Avenida el Poblado, Avenida Industriales, Calle 30, Calle 33, Calle 44 y Calle 12Sur.</p> <p>Se observó que la emisión de contaminantes atmosféricos en el Valle de Aburrá, debido a fuentes vehiculares se presenta con mayor intensidad en la zona central urbana y centro oriental de la ciudad de Medellín, mostrando que cerca del 72% del tránsito total diario circula entre las siete de la mañana y las siete de la noche, con horario crítico correspondiente a las 6:00 de la tarde, en el que se presenta el 6.07% del tráfico total y las menores velocidades de circulación. Los máximos valores de emisión identificados durante el horario de la madrugada, corresponde a 250 kg/h para CO, 35 kg/h para NOx y 60 kg/h para COV's. Al medio día, se obtuvieron emisiones de 950 kg/h, 130 kg/h y 250 kg/h para CO, NOx y COV's respectivamente. Al finalizar la tarde (6:00 p.m.), se registró la mayor circulación del parque automotor y por consiguiente las emisiones promedio fueron las más intensas: 1100 kg/h para CO, 140 kg/h para NOx y 270 kg/h para COV's.</p> <p>La mayor tasa de emisión diaria corresponde a 285,26 t/día para el monóxido de carbono lo que representa más del doble de las cantidades calculadas para el resto de los compuestos estudiados. Adicionalmente, los contaminantes COV's y NOx presentan una emisión de 75,69 t/día y 40,49 t/día respectivamente. Los resultados del modelo mostraron una relativa baja emisión de SO2 y material particulado por el exhosto de los vehículos, debido a las características específicas de los combustibles europeos y a la adecuada sincronización de vehículos a diesel de esta zona.</p> <p>Las emisiones de CO representan la mayor participación en los resultados totales del inventario, debido a que están relacionadas con algunos elementos que generan menos eficiencia en los motores de los vehículos como los que se enuncian a continuación.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Procesos de combustión incompleta. - Las bajas velocidades de circulación. - La edad del parque automotor. - Las deficiencias en el mantenimiento y sincronización de los vehículos. <p>Con la aplicación del modelo, se pudo establecer que de los COV's, los aromáticos fueron los de mayor emisión con un aporte de 21,8 t/día, seguidos por los alcanos con 12,7 t/día y los alquenos con 9 t/día. Este comportamiento se debió al perfil de composición de los contaminantes orgánicos volátiles presentado por CORINAIR en 2002.</p>
--	--

	<p>El tráfico rodado es una importante fuente de emisión de contaminantes en el Valle de Aburrá. El aporte estimado en el actual inventario corresponde a una cantidad global de 148433 t/año. De este total, 104117t/año corresponde a CO, 14780 t/año a NOx, 27627 t/año a COV's, 989 t/año para MP y 920 t/año para SO2.</p> <p>La utilización de los factores europeos, es mucho más favorable para la región de estudio, debido a que permite estimar emisiones de contaminantes primarios como CO, SO_x, NO_x, PST y de algunos compuestos orgánicos volátiles como los aromáticos, alcanos, alquenos, alquinos entre otros, mientras que el modelo americano sólo estima CO, NOX y COV en general. La especiación de COV's se convierte en una información primaria fundamental para la modelación de la calidad del aire, a través del uso de modelos fotoquímicos.</p> <p>A partir del cálculo de factores de emisión para diferentes modelos y tipos de vehículos, se estableció que la emisión de CO es inversamente proporcional a la velocidad, es decir que a más bajas velocidades de tránsito, la emisión es mayor. Esto puede apreciarse, por ejemplo, en el caso de liberación de CO para buses transitando a velocidades de 30km/h y 60km/h, cuya diferencia asciende a 26% más emisión para la velocidad de 30km/h. En el caso de NOx., se encontró que a mayores velocidades la emisión aumenta proporcionalmente. En cuanto al metano, se obtuvieron mayores emisiones cuando los vehículos circulan a bajas velocidades. Para los buses urbanos que funcionan con diesel se tienen emisiones mayores de CO, NOx, COV's y MP para velocidades bajas.</p> <p>Las motocicletas presentan emisiones directamente proporcionales a la velocidad, es decir que a mayor velocidad, mayor emisión. Esto se evidencia en el caso de velocidades de 30km/h y 60km/h, donde el valor emitido de CO asciende a 22,36g/km y 24,86g/km respectivamente. La misma situación se presenta para los demás contaminantes. Las motocicletas de 4 tiempos presentan emisiones de tendencia similar a las de 2 tiempos. A mayor velocidad, mayor emisión.</p> <p>Al realizar promedios ponderados de los factores de emisión y evaluando las emisiones totales se pudo conocer que las motocicletas son la mayor fuente de emisión de CO, con un porcentaje de participación del 53%. Los buses generan 45% de las emisiones de MP, cerca del 8% de las emisiones de CO y 52% de las emisiones de NOx. Para el SO2 se determinó que los buses y camiones contribuyen con el 50% de las emisiones totales, mientras que los automóviles sólo aportan el 1%. Para los COV, el aporte parcial se distribuye en porcentajes de 13% para automóviles, 7% para buses, 11% para camiones y 69% para las motos.</p> <p>Al comparar el perfil de emisión horaria con los resultados de la calidad del aire en el Valle de Aburrá, se pudo determinar que el comportamiento horario sigue una tendencia similar en ambos casos. Sin embargo, es de esperarse que las concentraciones de SO2 y MP en el Valle de Aburrá sean mayores a los que pueden obtenerse con factores de emisión europeos, debido a que los combustibles locales presentan muchos más altos contenidos de azufre y cenizas, comparados con los combustibles de Europa. Además, los vehículos diesel en Europa están bien calibrados, mientras que en los automóviles locales emiten mayor cantidad de hollín y material particulado debido a las bajas eficiencias de combustión.</p>
--	--

	<p>Se determinó que los vehículos que más emiten a la atmósfera, cuando se analiza la contaminación unitaria, son los de mayor antigüedad (< 1970), seguidos por los demás modelos en orden creciente. En la malla total, los modelos que más aportan contaminación son los >1986, esto se debe a que su participación corresponde al 69% del total del parque automotor.</p> <p>Los vehículos diesel son responsables de la mayor emisión de MP, NO_x y SO_x, mientras que los vehículos a gasolina contribuyen significativamente en las emisiones de CO y COV. La estrategia efectiva de reducción de emisiones de contaminantes debe enfocarse a la utilización de nuevos combustibles como el Gas Natural y a mejoras en la calidad de los combustibles diesel que se utilizan en la actualidad.</p> <p>El análisis del estudio del diagnóstico del plan maestro de movilidad para la región metropolitana, permite concluir que existe una deficiente infraestructura vial en los municipios del Valle de Aburrá. En promedio general para el área de influencia del estudio se observa que la relación área vial/área urbana corresponde a un valor de 13,76% inferior al 15% recomendado por el Banco Mundial. Lo más preocupante es que ningún Municipio aparte de Medellín supera el 15% de área vial y el promedio de los 9 Municipios, excluyendo Medellín es de tan sólo 3,4% de área vial.</p> <p>La implementación de los sistemas de información geográfica en el desarrollo de la tesis, permitió establecer que el modelo de distribución de contaminantes más confiable y utilizado es el Universal Kriging, debido a que permite obtener una moderada interpolación de datos que puede ser exacta dependiendo de la confiabilidad de la información. El kriging usa un modelo estadístico que puede generar una gran variación de mapas incluyendo predicciones, probabilidad, etc.</p> <p>El inventario realizado es una estimación de las emisiones producidas por las fuentes móviles en el Valle de Aburrá, sin embargo es necesario indicar que existen niveles de incertidumbre significativos por los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los factores de emisión utilizados se desarrollaron bajo metodologías europeas y americanas apropiadas para las características locales particulares. - La información obtenida de las Secretarías de Tránsito del Área Metropolitana en la mayoría de los casos es incompleta o inexistente. - Los aforos vehiculares analizados para las 24 horas en diferentes sitios de la ciudad de Medellín, se obtuvieron en diferentes meses del año. - En otros sitios estratégicos se procesaron los aforos a través de una interpolación horaria, debido a que sólo se tenían datos reales para las horas de la mañana, medio día y final de la tarde. - Es importante la realización de nuevos estudios tendientes al cálculo de factores de emisión de contaminantes provenientes de fuentes móviles en el Valle de Aburrá. <p>En el análisis de incertidumbres, se pudo apreciar que la participación de las partículas y el SO₂ en las emisiones totales del Valle de Aburrá es menor a la presentada en las otras zonas de estudio, y esto puede deberse al hecho de que en otras ciudades el tráfico vehicular pesado se presenta en un porcentaje mayor y a las diferencias del contenido de azufre y cenizas en el combustible utilizado.</p>
--	---

	<p>Para las emisiones de NOx se observó que los porcentajes son bastante similares para las zonas del AMVA, Bogotá y Nuevo León, lo cual puede atribuirse a la forma de calcular las emisiones de las fuentes móviles. Las emisiones anuales del monóxido de carbono igualmente presentan una mayor diferencia entre las estimadas para el AMVA y para las otras zonas, situación que se atribuye a la metodología de cálculo de las emisiones, a los factores de emisión utilizados y a la forma de estimación del flujo vehicular. Las emisiones relativas de COV's son comparables a las presentadas por las otras zonas; sólo la contribución a las emisiones totales en Bogotá es claramente mayor.</p> <p>Existen diferencias significativas, entre los inventarios realizados mediante los métodos de balances de masa y factores de emisión. La elección de alguna de las 2 metodologías depende de la cantidad y confiabilidad de información disponible en la región de estudio y de la exactitud de los resultados que se pretendan alcanzar.</p> <p>En general para los municipios del Área Metropolitana la información existente acerca del parque automotor es deficiente e incompleta, es por esto que se hace necesario mejorar los mecanismos de recolección y procesamiento de datos al interior de cada una de las dependencias encargadas del manejo de esta información.</p> <p>Inventario de fuentes biogénicas</p> <p>En la generación del inventario de emisiones biogénicas se consideraron 9 tipos fuentes de vegetación entre los que se incluyen el matorral, los bosques de pino y eucalipto, y los cultivos de frijol, café, papa, maíz caña de azúcar y frutales.</p> <p>Las cantidades totales anuales emitidas por la vegetación del Valle de Aburrá, son 6340.49 t, donde el 95% corresponde a COV's y el 5% a NO. Estas fuentes sólo representan aproximadamente un 5% de las emisiones totales, convirtiéndose en la tercera fuente con mayor importancia en la liberación de gases a nivel regional, después de las fuentes móviles y fijas.</p> <p>El isopreno es un gas biogénico de olor agradable con mayor emisión en el Valle, con una tasa de 11239.21 kg/día. Para los monoterpenos, otros COV's y NO, la emisión diaria corresponde a 2147.57 kg, 3109.65 kg y 874.79 kg, respectivamente. La hora del día en la que se presenta mayor emisión es la 1 de la tarde, mientras que a las 4 de la mañana, la tasa de emisión es la menor.</p> <p>Se observó cómo a las horas diurnas se incrementa la liberación de gases por parte de la vegetación, debido a su relación con la temperatura y la radiación solar.</p> <p>Los resultados de emisión obtenidos para las diferentes especies forestales y agrícolas permiten concluir que los matorrales emiten una mayor cantidad de isopreno. Esta alta emisión se debe a que cubren el 48% del área de estudio. La siguen los bosques que representan los parques naturales de coníferas y eucaliptos sobre en los alrededores del Valle de Aburrá. Estas especies generan una mayor proporción de monoterpenos.</p>
--	---

	<p>Las especies no forestales, por su parte, emiten mayores cantidades de otros compuestos orgánicos volátiles y NO según sea la especie agrícola. De éstas, se observó que la caña de azúcar es la especie agrícola que más emite isopreno, monoterpenos y OCOV y el maíz el mayor emisor de NO.</p> <p>En general, la emisión de contaminantes atmosféricos debido a fuentes biogénicas se presenta con mayor intensidad en la zona nor-oriental del Valle de Aburrá (municipios de Barbosa y Girardota). Igualmente, se pudo identificar que los gases liberados (COV's) por la vegetación, se concentran en su mayoría en los bosques cercanos a Caldas (parque natural) y en la zona de Piedras Blancas en Santa Elena, con horario crítico a las 13 h.</p> <p>En los inventarios de 2003 y 2005 la contaminación disminuyó un 17 %. Esta variación se debe especialmente a que los resultados se afinaron con este último inventario, a partir de la utilización de valores de la PAR suministrados por el IDEAM y obtenidos con sensores que miden la irradiancia para longitudes de onda comprendidas entre 400 y 700 nm.</p> <p>Con el lenguaje de programación Visual Basic y las Macros desarrolladas en EXCEL se logró facilitar y agilizar el análisis de los datos; además se pudo actualizar de forma automática el valor de la PAR de las fuentes biogénicas y todos los archivos del inventario de emisiones.</p> <p>Para el desarrollo de futuros inventarios de emisiones y con el propósito de minimizar las fuentes de incertidumbre, se recomienda:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ampliación del dominio seleccionado y el número de especies vegetales incluidas en el inventario. - Revisión de las actualizaciones del Plan de Ordenamiento Territorial para los municipios que conforman el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. - Cálculo de valores de la PAR por diferentes métodos (teóricos y reales) y evaluación de su respectiva aplicación a las condiciones particulares del Valle de Aburrá <p>Inventario de fuentes fijas</p> <ul style="list-style-type: none"> - En el desarrollo del inventario de fuentes fijas, se encontró en las bases de datos del Area Metropolitana del Valle de Aburrá que un número importante de empresas no presentan muestreos isocinéticos recientes razón por la cual no es posible comparar los resultados obtenidos de los muestreos con los calculados por factores de emisión. - En el proceso de recolección de datos en campo se encontró un gran número de empresas que no son reguladas en la emisión de sus fuentes fija por parte de autoridad ambiental. - Las industrias del Valle de Aburrá se encuentran en un 80% ubicadas en centro y hacia el sur del valle es decir, Medellín, Itagüí, Sabaneta y La estrella convirtiéndose esta zona en la que mayores fuentes fijas posee y por consiguiente realiza las mayores emisiones. En este sector en particular las industrias se encuentran dentro de los centros urbanos presentándose solo algunas empresas que están ubicadas en las zonas rurales que en su mayoría corresponden al sector cerámico y de vítreos donde están las ladrilleras, alfarerías y tejares. La mayor concentración de estas empresas se ubica en la zona rural del municipio de Itagüí realizando grandes aportes de Material Particulado, CO₂ y CO.
--	--

	<ul style="list-style-type: none"> - Predominan en el inventario realizado de fuentes fijas, el sector de bebidas, alimentos y tabacos con un 20,5% seguido del sector textil con el 16,7%. Se puede observar un aumento considerable de empresas nuevas que se están asentando dedicadas al procesamiento y producción de textiles debido a la gran proyección y desarrollo que tiene este campo en el valle de aburrá. - Los procesos contaminantes se deben a la producción de vapor en un 48,5% de las empresas para la generación de energía, sin embargo, en el municipio de Itagüí el equipo más usado es el horno el cual esta asociado con los procesos cerámicos y vítreos. - Aunque el combustible más usado es el carbón bituminoso con un 33,1%, un gran número de empresas (47,6%) consumen como combustible el gas y el fuel oil No 2 (ACPM y Diesel) los cuales son considerados combustibles limpios. Este proceso se hace más notorio en el municipio de Medellín donde el 56% de las fuentes fijas usan estos combustibles. Este proceso de transformación se ha generado gracias a las políticas acertadas del AMVA y que muchas de estas empresas han emprendido el proceso de producción mas limpia y reconversión tecnológica. - El 70% de las fuentes fijas no posee sistemas de control de emisiones, el 30% de las empresas que si posee estos sistemas, lo hacen de manera permanente en parte porque la normatividad colombiana existente en el momento es muy laxa permitiendo que las empresas cumplan fácilmente con las emisiones permitidas. - Los contaminantes que se emiten más a la atmósfera por parte de las fuentes fijas son el material particulado con 31490.4 t/año y el SOx con 21362.7 t/año debido a la quema que se realiza de los combustibles que se utilizan para sus procesos. La emisión de CO2 que es el causante del efecto invernadero solo como resultado de la emisión de las fuentes fijas, es del orden de 1656582 t/año siendo esta cifra supremamente alta. - La emisión de metales y PAH que son los causantes de enfermedades como el cáncer, los tumores o las malformaciones congénitas se consideran muy representativas sobre todo para la población que permanece expuesta a ellas durante largos periodos de tiempo. - Al comparar los resultados obtenidos con los de otras ciudades de características geográficas y demográficas similares, se puede concluir que las emisiones realizadas por las diferentes fuentes contaminantes del valle de aburrá se encuentran por debajo de los otros municipios sin significar ello que se debe bajar la guardia en la implementación de medidas de mejoramiento, mitigación y control de la contaminación. - Existen variaciones importantes en cuanto a la composición de los contaminantes entre los inventarios de 2003 y 2005 lo cual se puede entender como el cambio que se ha generado en los últimos años en los procesos y los combustibles usados en las diferentes fuentes fijas.
<p>Realizado por</p>	<p>Área Metropolitana del Valle de Aburrá – Universidad Pontificia Bolivariana. La investigadora principal del presente proyecto fue la Dra Maria Victoria Toro Gómez.</p>

Nombre del proyecto	Identificación De Episodios de Contaminación Atmosférica en el Valle de Aburrá (Contrato 1787 de 2002)
Disponibilidad	Centro de información y documentación Área Metropolitana del Valle de Aburrá.
Referencia	A02 0239
Objetivos	El documento no tiene objetivos
Contaminantes y/o efectos estudiados	Óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, partículas menores de 10 micras (PM ₁₀), monóxido de carbono, ozono y variables meteorológicas.
Metodología: <ul style="list-style-type: none"> • Datos de origen • Muestreo • Tipo de análisis 	<p>Las mediciones se realizaron con la estación móvil de monitoreo de la calidad del aire propiedad de la Universidad Pontificia Bolivariana en las situada en las instalaciones de las empresas SUMICOL y HOLASA. Los sitios de muestreo se seleccionaron de acuerdo a los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Flujo del viento. Este parámetro permite evaluar como son transportados los contaminantes hacia otros lugares, los cuales se comportan como sumidero. ✓ Lugares con una ubicación cercana al centro del valle de modo que se permita analizar el efecto de las fuentes móviles. ✓ Instalación. Este criterio define cuales deben ser las condiciones mínimas que debe cumplir el lugar de ubicación de la estación de monitoreo; ejemplo, estar fuera de la interferencia cercana de árboles y edificaciones. <p>La estación de móvil de monitoreo se ubico en SUMICOL desde el 7 de marzo al 6 de abril de 2003. En la empresa HOLASA las mediciones se realizaron entre el 7 de abril y el 5 de mayo de 2003.</p>
Resultados	<p>De acuerdo a la norma Colombiana vigente para el año 2003, el límite máximo permisible para los óxidos de nitrógeno es 100 µg/m³ anual y 150 µg/m³ diario. Durante el periodo de medición para las dos estaciones no se presentaron eventos de concentraciones promedio diarias que excedieran las normas de calidad de aire.</p> <p>La concentración promedio del periodo de muestreo de SUMICOL de 25 ppb (en un mes) no excedió la norma promedio anual para los óxidos de nitrógeno. Para la estación HOLASA, la concentración promedio de 26.3 ppb (en un mes) tampoco excedió la norma ambiental.</p> <p>Respecto a los óxidos de azufre la norma actual Colombiana tiene fijados como limites máximos de emisiones de 100 µg/m³ anual y 400 µg/m³ diario. Durante el periodo de medición no se presentaron eventos de concentraciones promedio que excedieran la norma de calidad del aire diaria y trihoraria para este contaminante en ninguna de las dos estaciones.</p> <p>La concertación promedio del periodo de muestreo para sumicol fue de 9.1 ppb (en un mes), la cual no excedió la norma promedio anual para los</p>

	<p>óxidos de azufre. Así mismo, la concentración promedio de 19.6 ppb (en un mes) para la estación Holasa tampoco excedió esta norma.</p> <p>Para el monóxido de carbono se tenía establecido como límite permisible 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ horario y 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ octohorario de acuerdo a la norma ambiental Colombiana. Durante el periodo de medición no se presentaron eventos de concentraciones promedio que excedieran la norma tanto horaria como octohoraria en ninguna de las dos estaciones.</p> <p>En cuanto al ozono las concentraciones máximas de acuerdo a la norma Colombiana para el año 2003 era de 170 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Durante el periodo de medición se presentaron 46 episodios de incumplimiento de la norma horaria, distribuidos entre las 10:00 am y las 13:00 horas. Para la estación Holasa se presentaron 35 episodios de incumplimiento de la norma horaria, distribuidos entre las 10:00 am y las 13:00 horas. Esta situación es atribuida a que este es el periodo del día con la mayor intensidad de radiación solar, y por lo tanto con la mayor formación de ozono en la atmósfera por reacciones fotoquímicas.</p> <p>La concentración máxima en la estación Sumicol de ozono fue de 161 ppb mientras que para la estación Holasa fue de 162 ppb.</p> <p>Finalmente la norma ambiental Colombiana máxima para material particulado (PM_{10}) era de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ anual y 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ diaria. Para la estación Sumicol se presentó un episodio de violación a la norma ambiental para este contaminante, con un valor de 158.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Para la estación Holasa no se presentaron violaciones a esta norma.</p> <p>La concentración promedio del periodo de muestreo en la estación Sumicol fue de 99.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (en un mes) y en la estación Holasa fue 63.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ambos valores excedieron la norma propuesta.</p> <p>En cuanto a las variables meteorológicas se encontró que las direcciones predominantes del viento vienen desde el NE y SW.</p>
Conclusiones	El documento no tiene conclusiones
Realizado por	Área Metropolitana del Valle de Aburrá – Universidad Pontificia Bolivariana (grupo GIA)

Nombre del proyecto	Apoyo en Ingeniería Mecánica al Grupo de Fuentes Móviles y del Proyecto de Monitoreo, Control y Protección de la Calidad del Aire en el Valle de Aburrá. (Contrato 1254 de 2003)
Disponibilidad	Centro de información y documentación del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (Medio Físico y magnético)
Ubicación	A02 0259
Objetivos	<p>General</p> <p>Apoyo en Ingeniería Mecánica al Grupo de Fuentes Móviles y del Proyecto de Monitoreo, Control y Protección de la Calidad del Aire en el Valle de Aburrá.</p> <p>Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar control y seguimiento a los equipos que realizan la verificación por emisiones de combustión interna a las Fuentes Móviles de los diferentes Centros de Diagnóstico aprobados por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. • Apoyar técnicamente operativos de vigilancia y control en la jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. • Apoyar al grupo de fuentes móviles en el funcionamiento y principios de motores diesel y gasolina, estableciendo las características de las revoluciones necesarias o requeridas de las fuentes móviles, para establecer la operación normal de los vehículos, en marcha relanti y aceleración libre. • Realizar 90 visitas de seguimiento y control a los centros de diagnóstico aprobados para la verificación a fuentes móviles, con la logística propia y requerida para dar cumplimiento a esta actividad. • Apoyar a la Subdirección Ambiental en la elaboración de propuestas y alternativas frente al grado de contaminación que generan las Fuentes Móviles, para mejorar la calidad del Aire en el Valle de Aburrá. • Realizar dos (2) capacitaciones para los técnicos de los Diagnosticentros aprobados por el Área Metropolitana del Valle de Aburra, en la temática técnico-mecánica sobre el funcionamiento de motores diesel y a gasolina y su repercusión en las emisiones generadas. • Realizar informes mensuales y análisis estadístico de los resultados obtenidos en el Programa de Fuentes Móviles.
Contaminantes y/o efectos estudiados	Dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos no quemados, compuestos orgánicos volátiles y compuestos fotoquímicos.
Metodología:	Se realizaron visitas de inspección a los Diagnosticentros con el fin de verificar las condiciones de operación de los equipos de análisis de las emisiones de gases de contaminantes.
<ul style="list-style-type: none"> • Datos de origen • Muestreo 	

<ul style="list-style-type: none"> Tipo de análisis 	<p>Se realizaron operativos relámpago de control a los automotores en la Jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.</p> <p>De acuerdo a las zonas de mayor flujo vehicular y con acompañamiento de las autoridades de tránsito respectivas de cada municipio, se verificaron durante cada mes y en cada municipio cerca de 4.200 vehículos. Estas actividades permitieron estudiar el comportamiento de la combustión interna de todas las fuentes móviles.</p>
<p>Resultados</p>	<p>Se encontró durante las visitas realizadas a los diagnósticentros, que se estaba permitiendo la preparación previa del vehículo para que al momento de realizarse la prueba de emisiones, el automotor cumpla con los requerimientos mínimos exigidos por la norma Colombiana.</p> <p>Los estudios demostraron que el 48.7% de las fuentes móviles verificadas superaban los límites permisibles de emisión para el monóxido de carbono y/o hidrocarburos para el modelo determinado, según la Resolución 005 de 1995 del Ministerio del Medio Ambiente.</p> <p>En la Jurisdicción Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA), de acuerdo a las zonas de mayor flujo vehicular y con acompañamiento de las autoridades de tránsito respectivas de cada municipio, se verificaron durante cada mes y en cada municipio un total de 4.181 vehículos.</p> <p>Para una mejor comprensión de los resultados obtenidos, se presentan a continuación, el total de los vehículos verificados discriminados por municipio, haciendo relevancia sobre la concentración de monóxido de carbono e hidrocarburos y comparándolo con el estándar establecido por la Resolución 005 y 909 de 1996 emanada por el Ministerio del Medio Ambiente. Los resultados de cada vehículo verificado aparecen en anexo.</p>
<p>Conclusiones</p>	<ul style="list-style-type: none"> De los reportes realizados por los Diagnosticentros, donde se especifica los vehículos que pasaron la prueba y se certificaron. Es de anotar que este Parque Automotor, cuando se acerca a un centro de diagnostico para adquirir el certificado que lo acredita cumpliendo las normas mínimas de emisión de gases de combustión; en general está preparado el vehículo para que pase dicha prueba, es por esto que el análisis por vehículo reprobando emisión de análisis por vehículo reprobando emisión de CO y/o Hc no es variable de peso. En los operativos de vigilancia y control realizados en los municipios que conforman el Área Metropolitana del Valle de Aburrá con énfasis en las vías de mayor circulación y vías arteriales que sirven de cruce para otras regiones, nos dan un gran aporte del comportamiento de la combustión interna de todas las fuentes móviles que circulan por esta jurisdicción. De los resultados obtenidos, es predominante los modelos 1981 – 1990, con mayor cantidad de vehículos circulando y con relevancia superan las emisiones de monóxido de carbono e hidrocarburos. De los operativos de vigilancia y control discriminados por municipios se observa:

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ El mayor número de vehículos circulando están entre los modelos 1981 – 1990 y 1991 – 1995. ➤ En el Municipio de Bello es relevante el parque automotor mayor de 20 años circulando por la zona norte de la jurisdicción del Área Metropolitana del Vallé de Aburrá: <ul style="list-style-type: none"> • Un 33% de los vehículos verificados son modelos 1980 y anteriores. • Un 36.76% de los vehículos verificados son modelo 1981 – 1990. ➤ En el Municipio de Medellín e Itagüí, es notable el parque automotor mayor de 20 años en circulación por la zona centro y sur respectivamente. <ul style="list-style-type: none"> • En Medellín el 36.4% de los vehículos verificados son modelo 1981 – 1980. • En el Municipio de Caldas se verificaron un total de 379 vehículos de los cuales un 35% son vehículos con 20 años de circulación, en los que se determinó mayor porcentaje de emisión de monóxido de carbono e hidrocarburos. • Los vehículos circulando en la jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá Modelos 1998 y posteriores es la población más baja, además de ser lo que menos aporta contaminación al recurso aire. • El parque automotor con más de 20 de años que circula en la jurisdicción Área Metropolitana del Valle de Aburrá, son los que presentaron mayor número de vehículos rechazados por hidrocarburos. • En los municipios Frontera en zona norte (Bello, Copacabana) y Caldas en la zona sur, es determinante el parque automotor mayor de 20 años. Los vehículos de modelos 1981 a 1990 son los que presentaron mayor contaminación de monóxido de carbono e hidrocarburos. • De 4.181 vehículos verificados se determinó concentración de monóxido de carbono superando la norma en el 63.45% (Modelos 1981 a 1990) de las fuentes móviles circulando en la jurisdicción Área Metropolitana del Valle de Aburrá y predominando las emisiones de hidrocarburos emitidos a la atmósfera. • El 48.7% de las fuentes móviles verificadas superaban el estándar de emisión de monóxido de carbono y/o hidrocarburos para el modelo determinado en la Resolución 005 de 1995 del Ministerio del Medio Ambiente. • De un total de vehículos verificados en las diferentes vías del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, se observa el predominio de vehículos en circulación modelo 1981 a 1995, los cuales determinan la emisión predominante de monóxido de carbono a la atmósfera. <p>De las fuentes móviles verificadas en el Municipio de Copacabana se presentó un mayo número de vehículos en circulación modelo 1980 y anteriores (más de 20 años) los cuales representan el 48.5% de la población vehicular verificada en este municipio.</p>
Recomendaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar un estudio del parque automotor operado con combustible Diesel, con énfasis en servicio público, de tal forma que se pueda

	<p>determinar una tabla de estándares para este tipo de fuentes móvil.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementar en los centros de diagnóstico aprobados por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y Unidades Móviles, un software único de operación para los diferentes equipos que miden las emisiones a las Fuentes Móviles a Diesel y Gasolina, de tal forma que se garantice un reporte único de la prueba, condiciones estándar de verificación que garanticen una mayor confiabilidad de la prueba realizada. • Adoptar como estándares de emisión para concentración de monóxido de carbono e hidrocarburos los resultados de la Tabla No.2 de la actividad 2.2.8. Ver documento • Realizar un inventario de emisiones de fuentes móviles para estimar la cantidad de contaminante emitido a la atmósfera en las áreas donde se realizan operativos de vigilancia y control acorde con las estaciones de la red de calidad del aire. • Establecer en la red de calidad del aire medidores de monóxido de carbono e hidrocarburos en los sitios de mayor circulación o influencia en el acceso de tráfico vehicular, de tal forma que se confronte la contaminación generado por combustión interna en emisión e inmisión. • Adquirir un kit de gases de calibración, un kit de calibración de temperatura y un kit de calibración de opacidad para mayor control de los equipos que realizan la verificación a las Fuentes Móviles en los Centros de Verificación Ambiental. • Establecer de carácter permanente el análisis estadístico de la información tomada en los operativos de vigilancia y control para determinar el análisis puntual por zona y/o área. • Usar la herramienta de factores de emisión para determinar la calidad del aire por las Fuentes Móviles en los sitios de los operativos en tiempo real. • Adquirir, alquilar o establecer un convenio para disponer de otra unidad móvil y los técnicos requeridos con el fin de ampliar la cobertura de vigilancia y control a las fuentes móviles que circulan por la jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. • Continuar con el programa de vigilancia y control a las fuentes móviles en cumplimiento del Decreto 948/95 y la Resolución 005 y 009 de 1996. • Intensificar las estrategias y mecanismos de sensibilización y educación ambiental con respecto a las fuentes móviles, de tal forma que se garantice que llegue a la población objeto en forma idónea. • Crear incentivo dentro de los cuerpos de guardas de Tránsito de los municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, con el fin de fortalecer la capacidad operativa de vigilancia y control en cada municipio. • Estudiar la factibilidad técnico – económica de reubicación de rutas en los puntos críticos de alto tráfico vehicular. • Implementar como norma técnica y educativa la Escala de Ringelmann, la cual colorimétricamente determina la opacidad de los vehículos operados con combustible a Diesel. Anexo. • Establecer en el grupo interdisciplinario del programa de Fuentes Móviles la actividad de estudiar la Ley de Bear y establecer el correcto uso de esta en los diferentes opacímetros de los centros de verificación ambiental a las Fuentes Móviles.
Realizado por	Área Metropolitana del Valle de Aburrá – Ing. Mecánico Jorge A. García Gómez

Nombre del proyecto	Realizar el control y seguimiento de las fuentes móviles y de los diagnósticos aprobados por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (Contrato 864 de 2002)
Disponibilidad	Centro de información y documentación Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Medio físico
Referencia	A02 0260
Objetivos	<p>General</p> <p>Realizar el control y seguimiento de las fuentes móviles y de los diagnósticos aprobados por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá</p> <p>Específicos</p> <p>Realizar 450 visitas de inspección a los centros de diagnóstico aprobados para la revisión de emisiones de gases contaminantes a las fuentes móviles.</p> <p>Tramitar las solicitudes de aprobación y renovación de los Centros de diagnósticos para la verificación de las fuentes móviles.</p> <p>Coordinar el monitoreo control y vigilancia de las fuentes móviles en circulación del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.</p> <p>Adelantar procesos sancionatorios a los centros de diagnóstico aprobados por las infracciones a la resolución de aprobación y las resoluciones 005 y 909 de 1996.</p> <p>Proponer acciones correctivas frente al grado de contaminación generada por fuentes móviles.</p> <p>Proponer estrategias que confluyan al mejoramiento de la calidad del aire desde la problemática de la contaminación vehicular.</p> <p>Realizar acompañamiento y seguimiento a los diferentes Municipios de la jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá con respecto a la aplicación de la política ambiental en todo lo relacionado con las fuentes móviles.</p> <p>Atención de quejas de los usuarios de fuentes móviles.</p> <p>Diseñar estrategias para lograr mayor cobertura de vehículos revisados por año.</p> <p>Realizar 150 operativos de control del Área Metropolitana y conjuntos. La Entidad suministrará un operario y la unidad móvil con su conductor.</p> <p>Apoyar el grupo aire en cuanto al manejo de ese recurso; que involucre la convergencia de las fuentes móviles.</p> <p>Realizar 4 talleres de divulgación de la legislación y del programa de fuentes móviles del Área Metropolitana.</p> <p>Apoyar la sensibilización y educación ambiental en materia de fuentes móviles.</p>

	<p>Apoyar el seguimiento y control de las fuentes fijas del Municipio de Itagüí como contribución a la definición de este municipio como área fuente de contaminación.</p> <p>Evaluar estadísticamente la información resultante del análisis de emisiones por el exhosto, para vehículos a gasolina y diesel, reportados por los centros de diagnóstico y los resultados de los operativos en vías de acuerdo con los lineamientos de la interventoría</p>
Contaminantes y/o efectos estudiados	Monóxido de carbono (CO) e Hidrocarburos
Metodología: <ul style="list-style-type: none"> • Datos de origen • Muestreo • Tipo de análisis 	<p>Durante el período comprendido entre 25 de julio de 2002 y el 11 de marzo de 2003, se efectuaron visitas de seguimiento, monitoreo y control a los diagnosticentros que cuentan con la aprobación del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, para la verificación de la prueba de emisión de gases de las fuentes móviles que circulen o residan en Área Metropolitana. Durante las visitas se verificó:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calibración interna de los equipos. • Estado y funcionamiento de los sensores. • Kit de revoluciones y temperatura. • Verificación de los estándares. • Personal idóneo en cada diagnosticentro. • Control y seguimiento a la expedición del carnet por parte de los centros de diagnóstico. • Área locativa destinada para el servicio. • Verificación de los diferentes requisitos establecidos en los informes técnicos y resolución de aprobación a cada centro. <p>Se coordinaron ciento setenta y cinco (175) operativos en los cuales se verificaron vehículos en las diferentes vías de los Municipios de Itagüí, Sabaneta, Caldas, La Estrella, Medellín, Girardota, Copacabana y Bello.</p> <p>Entre el 25 de julio de 2002 y el 24 de febrero de 2003 se realizaron 171 operativos de control.</p>
Resultados	<p>En el documento se encuentra un listado con los 513 diagnosticentros y/o unidades móviles aprobados, 14 visitas de preinspección locativa a establecimientos pendientes de aprobación, 15 visitas de renovación de aprobación. De las visitas de inspección a los centros se presenta un listado de requerimientos para algunos centros de diagnóstico. Se proponen acciones correctivas frente al grado de contaminación generada por fuentes móviles. Una de las estrategias que se propone para el mejoramiento de la calidad del aire es la obligatoriedad de la verificación del parque automotor de servicio público cada seis meses. Se presentan cuadros con los operativos de vigilancia y control.</p>
Conclusiones	<p>De los reportes realizados por los Diagnosticentros, donde se especifica los vehículos que pasaron la prueba y se certificaron, es de anotar que este Parque Automotor, cuando se acerca a un centro de diagnóstico para adquirir el certificado que lo acredita cumpliendo las normas mínimas de emisión de gases de combustión; en general está preparado el vehículo para que pase dicha prueba, es por esto que el análisis por vehículo reprobando emisión de CO y/o HC no es variable de peso.</p>

	<p>En los operativos de vigilancia y control realizados en los municipios que conforman el Área Metropolitana del Valle de Aburrá con énfasis en las vías de mayor circulación y vías arteriales que sirven de cruce para otras regiones, nos dan un gran aporte del comportamiento de la combustión interna de todas las fuentes móviles que circulan por esta jurisdicción.</p> <p>De los resultados obtenidos, es predominante los modelos 1981 – 1990, con mayor cantidad de vehículos circulando y con relevancia superan las emisiones de monóxido de carbono e hidrocarburos.</p> <p>De los operativos de vigilancia y control discriminados por municipios se observa:</p> <p>El mayor número de vehículos circulando están entre los modelos 1981 – 1990 y 1991 – 1995.</p> <p>En el Municipio de Bello es relevante el parque automotor mayor de 20 años circulando por la zona norte de la jurisdicción del Área Metropolitana del Vallé de Aburrá:</p> <p>Un 33% de los vehículos verificados son modelos 1980 y anteriores. Un 36.76% de los vehículos verificados son modelo 1981 – 1990.</p> <p>En el Municipio de Medellín e Itagüí, es notable el parque automotor mayor de 20 años en circulación por la zona centro y sur respectivamente.</p> <p>En Medellín el 36.4% de los vehículos verificados son modelo 1981 – 1980.</p> <p>En el Municipio de Caldas se verificaron un total de 379 vehículos de los cuales un 35% son vehículos con 20 años de circulación, en los que se determinó mayor porcentaje de emisión de monóxido de carbono e hidrocarburos.</p> <p>Los vehículos circulando en la jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá Modelos 1998 y posteriores es la población más baja, además de ser lo que menos aporta contaminación al recurso aire.</p> <p>El parque automotor con más de 20 de años que circula en la jurisdicción Área Metropolitana del Valle de Aburrá, son los que presentaron mayor número de vehículos rechazados por hidrocarburos.</p> <p>En los municipios Frontera en zona norte (Bello, Copacabana) y Caldas en la zona sur, es determinante el parque automotor mayor de 20 años. Los vehículos de modelos 1981 a 1990 son los que presentaron mayor contaminación de monóxido de carbono e hidrocarburos.</p> <p>De 5522 vehículos verificados se determinó concentración de monóxido de carbono superando la norma en el 63.45% (Modelos 1981 a 1990) de las fuentes móviles circulando en la jurisdicción Área Metropolitana del Valle de Aburrá y predominando las emisiones de hidrocarburos emitidos a la atmósfera.</p> <p>El 48.7% de las fuentes móviles verificadas superaban el estándar de emisión de monóxido de carbono y/o hidrocarburos para el modelo determinado en la Resolución 005 de 1995 del Ministerio del Medio Ambiente.</p> <p>De 1809 vehículos entre modelos 1981 y 1990, el 24.4% superan la norma de monóxido de carbono y el 23% superan la norma de hidrocarburos.</p>
--	--

	<p>De un total de 5522 vehículos verificados el 33% corresponden al Municipio de Medellín, predominando los vehículos modelos 1981 – 1995, equivalentes al 59.9% (1092 vehículos), los cuales superaron la norma de emisión para monóxido de carbono e hidrocarburos en 30.9% y 14.8%.</p> <p>De un total de vehículos verificados en las diferentes vías del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, se observa el predominio de vehículos en circulación modelo 1981 a 1995, los cuales determinan la emisión predominante de monóxido de carbono a la atmósfera</p>
<p>Recomendaciones</p>	<p>Implementar en los centros de diagnóstico aprobados por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y Unidades Móviles, un software único de operación para los diferentes equipos que miden las emisiones a las Fuentes Móviles a Diesel y Gasolina, de tal forma que se garantice un reporte único de la prueba, condiciones estándar de verificación que garanticen una mayor confiabilidad de la prueba realizada.</p> <p>Adoptar como estándares de emisión para concentración de monóxido de carbono e hidrocarburos los resultados de la Tabla No.2 de la actividad 2.2.8.</p> <p>Realizar un inventario de emisiones de fuentes móviles para estimar la cantidad de contaminante emitido a la atmósfera en las áreas donde se realizan operativos de vigilancia y control acorde con las estaciones de la red de calidad del aire.</p> <p>Establecer en la red de calidad del aire medidores de monóxido de carbono e hidrocarburos en los sitios de mayor circulación o influencia en el acceso de tráfico vehicular, de tal forma que se confronte la contaminación generado por combustión interna en emisión e inmisión.</p> <p>Adquirir un kit de gases de calibración, un kit de calibración de temperatura y un kit de calibración de opacidad para mayor control de los equipos que realizan la verificación a las Fuentes Móviles en los Centros de Verificación Ambiental.</p> <p>Establecer de carácter permanente el análisis estadístico de la información tomada en los operativos de vigilancia y control para determinar el análisis puntual por zona y/o área.</p> <p>Usar la herramienta de factores de emisión para determinar la calidad del aire por las Fuentes Móviles en los sitios de los operativos en tiempo real.</p> <p>Adquirir, alquilar o establecer un convenio para disponer de otra unidad móvil y los técnicos requeridos con el fin de ampliar la cobertura de vigilancia y control a las fuentes móviles que circulan por la jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.</p> <p>Continuar con el programa de vigilancia y control a las fuentes móviles en cumplimiento del Decreto 948/95 y la Resolución 005 y 009 de 1996.</p> <p>Intensificar las estrategias y mecanismos de sensibilización y educación ambiental con respecto a las fuentes móviles, de tal forma que se garantice que llegue a la población objeto en forma idónea.</p>

	<p>Crear incentivo dentro de los cuerpos de guardas de Tránsito de los diferentes municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, con el fin de fortalecer la capacidad operativa de vigilancia y control en cada municipio.</p> <p>Estudiar la factibilidad técnico – económica de reubicación de rutas en los puntos críticos de alto tráfico vehicular.</p> <p>Implementar como norma técnica y educativa la Escala de Ringelmann, la cual colorimétricamente determina la opacidad de los vehículos operados con combustible a Diesel.</p>
<p>Realizado por</p>	<p>Área Metropolitana del Valle de Aburrá – el grupo de trabajo estuvo conformado por la Abogada Adriana Salas, la Contadora Bianedt Zapata, la Química María Edilia Arboleda y el interventor Juan Fredy Sánchez.</p>

Nombre del proyecto	La Calidad del Aire es Cuestión de Todos
Ubicación	Centro de información y documentación Área Metropolitana del Valle de Aburrá.
Disponibilidad	Medio físico
Referencia	A02 0240
Realizaron el proyecto	Área Metropolitana del Valle de Aburrá
Resumen	<p>“La Calidad del Aire es Cuestión de Todos”, es una publicación elaborada por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, que contó con el apoyo de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire del Valle de Aburrá, con el fin de difundir y dar a conocer de manera didáctica las acciones que desarrolla el Área metropolitana del Valle de Aburrá, como autoridad ambiental, para cuidar la calidad del aire que respiramos.</p> <p>La información se presenta en tipo cartilla de historietas, diseñada especialmente para el público infantil, pero es su lenguaje claro e ilustrativo el que permite que la información pueda ser asimilada por todo tipo de lector, desde los más jóvenes hasta los de edades más avanzadas. Por medio de una serie de diálogos e ilustraciones, el lector aprenderá a identificar los componentes y contaminantes del aire, las principales fuentes emisoras de contaminantes y los controles de emisiones respectivos; como es el caso de las revisiones periódicas que deben hacer quienes tienen vehículos, para garantizar que estén en buen estado. Igualmente, se explican las actividades que realizan la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire y como funcionan los equipos que registran la contaminación en el Valle de Aburrá.</p> <p>Además, el texto expresa de manera clara y sencilla las actividades que realizan entidades como el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y la Secretaría de Tránsito, encargadas de cuidar la calidad del aire que respiramos y velar por el cumplimiento de las normas que permiten un aire limpio.</p> <p>También se explican los tipos de contaminantes que encontramos en el aire, como el CO, CO₂, NO_x, SO_x, su procedencia y su posible formación en la atmósfera, como es el caso del ozono, el cual se forma por reacciones entre otros contaminantes y la incidencia de los rayos ultra violeta (UV) provenientes del sol.</p> <p>Es importante aclarar que el contacto continuado con las diferentes sustancias contaminantes del ambiente presenta serias implicaciones en la salud y en la calidad de vida de los habitantes del Valle de Aburrá. Los estudios han demostrado que las principales enfermedades causadas por la contaminación atmosférica son la irritación en los ojos y nariz, problemas respiratorios, enfermedades cardíacas, además, se atribuyen algunas infecciones por hongos y enfermedades bacterianas.</p> <p>Finalmente, de manera esquemática se enseña la ubicación de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire, las cuales están distribuidas a lo largo del Valle de Aburrá, y su respectivo índice de la calidad del aire en el sitio de muestreo.</p>

Nombre del proyecto	Identificación de alternativas para el análisis de contaminantes ambientales en el Valle de Aburrá (contrato no 240/1999)
Disponibilidad	Centro de información y documentación del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (Medio Físico)
Referencia	A10 0221 – t. 3
Objetivos	Determinar la alternativa más viable para suplir las necesidades de laboratorio ambiental para el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, en el cual se puedan realizar los análisis para los recursos agua, aire y suelo, de tal forma que el AMVA como autoridad ambiental, ejerza sus funciones de monitoreo, seguimiento, control, vigilancia, y conservación de los recursos naturales en el área de su jurisdicción.
Contaminantes y/o efectos estudiados	Estudio de viabilidad
Metodología: <ul style="list-style-type: none"> • Datos de origen • Muestreo • Tipo de análisis 	El proyecto se divide en tres fases. En la primera fase, se establecieron las necesidades del Área Metropolitana del Valle de Aburrá acerca de cuales y cuantos parámetros se deben medir para los tres recursos y cual sería su costo a partir de su propio laboratorio o contratando estos servicios con los existentes en la región, principalmente en las universidades.
Resultados	<p>Establecidas las necesidades con base en las fuentes a vigilar y controlar y a los tres recursos (agua, aire y suelo) que se deben valorar y monitorear regularmente, se estableció la oferta instalada en el Departamento para suplir la necesidad de la Autoridad Ambiental, en caso de estructurar y financiar un programa de esta naturaleza, como única forma de proyectar su recuperación, uso racional y conservación en el tiempo.</p> <p>Esta primera fase contiene tres grandes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La identificación y selección de los parámetros básicos • La selección de la infraestructura de laboratorio • Los costos para la dotación de laboratorio <p>La segunda y tercera fase corresponden a la prefactibilidad y factibilidad del análisis de las alternativas para contaminantes ambientales en el Valle de Aburrá, formulando las diferentes posibilidades, su análisis, y selección de la mejor, calificada de acuerdo con los indicadores diseñados para este fin. La alternativa recomendada finalmente se hace considerando los factores económicos, técnicos e institucionales que definen su pertenencia y oportunidad conforme a las demandas que se estarían generando a partir de la planeación y programación del monitoreo, seguimiento, control y vigilancia de los recursos agua, aire, y suelo en el Valle de Aburrá.</p>

	<p>Para llegar a la formulación del grupo de alternativas, se ha resumido el escenario básico, sobre el que se fundamentan las necesidades del laboratorio; es decir, tanto los parámetros a determinar en cada recurso, como el número de puntos de muestreo y la frecuencia mensual con que ellos se proyectan.</p> <p>Se estructuraron seis alternativas, que tienen un escenario común de comparación, las cuales son calificadas a través de una matriz, con cuatro componentes: la funcionalidad técnica de cada una de ellas, su correspondencia con el desarrollo institucional, su análisis económico – financiero y los beneficios ambientales y sociales que de ellas se espera.</p> <p>La alternativa recomendada se desarrolla en sus aspectos estratégicos y de gestión integral dentro de la Institución, tendiendo como referencia principal el modelo de Gestión Ambiental aplicado por la unión temporal Biotopo – Perini.</p>
Conclusiones	<p>La alternativa seleccionada y recomendada, para realizar el análisis de contaminantes ambientales en el Área Metropolitana, es aquella en la cual la autoridad ambiental debe contratar con empresa o institución, como la Universidad, las etapas de muestreo, análisis e interpretación de los resultados de laboratorio, ya sea en forma conjunta o individual.</p>
Realizado por	<p>Área Metropolitana del Valle de Aburrá – Corantioquia - INGEAMBIENTE Ltda. Y SANEAR Ltda</p>

Nombre del proyecto	Evaluar Los Niveles De Contaminación Del Aire En Las Zonas Urbanas Del Valle de Aburrá Mediante La Operación De La Red De Monitoreo De La Calidad Del Aire En El Valle de Aburrá. (Convenio 538/2004)
Disponibilidad	Área Metropolitana del Valle de Aburrá (Medio magnético)
Objetivos	<p>General</p> <p>Evaluar los niveles de contaminación del aire en las zonas urbanas del valle de Aburrá mediante la operación de la red de monitoreo de calidad del aire.</p> <p>Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apoyar el Área Metropolitana del valle de Aburrá como Autoridad Ambiental en el desarrollo del proyecto de Monitoreo de la calidad del aire en los municipios de la jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá-Red de Aire. • Operar y efectuar mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos de monitoreo de contaminantes atmosféricos existentes en la Jurisdicción del AMVA. • Analizar la información de los monitoreos efectuados de manera que posibilite la planeación y reglamentación del uso del recurso aire. • Divulgar los resultados del monitoreo de la calidad del aire.
Contaminantes y/o efectos estudiados	Partículas suspendidas totales (PST), dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno (tres Gases), partículas menores de 10 micras (PM ₁₀), monóxido de carbono, lluvia ácida, ozono y variables meteorológicas.
Metodología: <ul style="list-style-type: none"> • Datos de origen • Muestreo • Tipo de análisis 	Se operaron 15 equipos medidores de partículas suspendidas totales (PST), 6 medidores de dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno (tres Gases), 3 equipos medidores de partículas menores de 10 micras (PM ₁₀), 3 medidores automáticos de monóxido de carbono, 2 medidores de lluvia ácida, un equipo medidor de ozono y una estación meteorológica ubicada en la planta San Fernando, sector de guayabal. Dentro de estos equipos están incluidos los medidores de la estación Corantioquia (partículas PM ₁₀) y la estación Bello (partículas suspendidas totales y tres gases) que se instalaron el 21 de junio y el 03 de agosto de 2006, respectivamente.
Resultados	<p>Los resultados del promedio geométrico de PST indican que en las estaciones Miguel de Aguinaga, Guayabal 1, Itagüí, Politécnico y Universidad Nacional (Facultad de Minas) se supera la norma ambiental de 100 µg/m³ establecido en la legislación Colombiana (Decreto 02/1982), pero con concentraciones muy cercanas a dicha norma ambiental. Las estaciones con promedios inferiores a la norma anual son Envigado, Girardota Liceo y Universidad Pontificia Bolivariana.</p> <p>En ninguna estación se ha superado la norma diaria de los 400 µg/m³ (Decreto 02/1982).</p>

	<p>Los resultados de material particulado respirable (PM10) presentan valores donde se supera la norma establecida en Estados Unidos, 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en las estaciones Corantioquia, Guayabal y Miguel de Aguinaga. La norma Colombiana no tiene límites permisibles para este parámetro y es necesario comparar los resultados obtenidos con la norma de los Estados Unidos.</p> <p>Los resultados de dióxido de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno (NO_2) y monóxido de carbono (CO) muestran concentraciones muy bajas de estos gases, en promedios aritméticos. Ninguno de estos resultados sobrepasa la norma diaria ni la norma anual.</p> <p>Todas las mediciones de pH de las aguas lluvias recolectadas en el medidor de la Facultad de Minas, son inferiores a 5.6, indicativo de la existencia de lluvia ácida moderada. La norma Colombiana no establece límites permisibles de pH para establecer valores lluvia ácida.</p>
<p>Conclusiones y Recomendaciones</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Los resultados del promedio geométrico de PST durante el primer semestre del 2005 indican que en las estaciones Miguel de Aguinaga, Guayabal 1, Itagüí, Politécnico y Universidad Nacional (Facultad de Minas) se supera la norma ambiental de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ establecido en la legislación Colombiana (Decreto 02/1982), pero con concentraciones muy cercanas a dicha norma ambiental. Las estaciones con promedios inferiores a la norma anual son Envigado, Girardota Liceo y Universidad Pontificia Bolivariana. En ninguna estación se ha superado la norma diaria de los 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Decreto 02/1982). • Los procesos de construcción han reflejado aumentos de las concentraciones de partículas en las estaciones Copacabana y Caldas. Se recomienda hacer un mayor control ambiental a estos tipos de obras, en especial se debe localizar monitores cerca de las obras para hacer seguimiento a su impacto ambiental en la calidad del aire. • De acuerdo con el Índice de Calidad ambiental, ICA, definido para el Valle de Aburrá, todas las estaciones se encuentran en una categoría atmosférica entre Buena y Aceptable en el 100 % de los datos. Según esta categorización atmosférica, se puede concluir que el Valle de Aburrá no tiene problemas serios de contaminación de aire por PST. • Los resultados de material particulado respirable (PM10) siguen presentando la misma tendencia de los meses anteriores, donde se supera la norma establecida en Estados Unidos, 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en las estaciones Corantioquia (que suspendió monitoreos entre el 02 de marzo y el 30 de abril por trabajos de construcción en la terraza donde está ubicado el equipo), Guayabal y Miguel de Aguinaga. Es necesario que la ciudad intensifique la monitoría de este tipo de contaminantes y en especial que se desarrollen normas para su control. • Los resultados de dióxido de azufre (SO_2) y óxidos de nitrógeno (NO_2) siguen mostrando unas concentraciones muy bajas de estos gases, en promedios aritméticos, aunque son superiores los óxidos de nitrógeno. Ninguno de estos resultados sobrepasa la norma diaria de los 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ni la norma anual de los 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Decreto 02/1982). Según estos resultados, podemos concluir que en el Valle de Aburrá no tenemos problemas graves de contaminación de aire por dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno.

	<p>Pero se debe tener en cuenta que los óxidos de nitrógeno son precursores de Ozono y que se han detectado eventos de incumplimiento de estándares de calidad del aire con el Ozono.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los resultados de monóxido de carbono en las tres estaciones no presentan niveles que superen la norma ambiental, aunque en el sector del Edificio Nuevo Centro La Alpujarra y el Edificio Miguel de Aguinaga se presentan algunas concentraciones entre 10 y 14 ppm en horas del medio día. Hace falta tener series de datos mas largas para definir si se trata de efectos climáticos o de cambios en los flujos vehiculares los que generan las variaciones de los resultados con el tiempo. • La implementación de la medida del pico y placa en Medellín y otros municipios del Valle de Aburrá, desde febrero de este año, no ha reflejado hasta ahora disminución en los niveles de contaminación de aire en las estaciones de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire del Valle de Aburrá. • Todas las mediciones de pH de las aguas lluvias recolectadas en el medidor de la Facultad de Minas, son inferiores a 5.6, lo que indica que en este sector tenemos presencia de lluvia ligeramente ácida, quizá debido al lavado de CO y CO₂ que se hace con la lluvia. • El comportamiento de las concentraciones promedio mensual de las PST en el primer semestre del 2005 muy similar al comportamiento encontrado en los años 2001, 2002, 2003 y 2004, en su primer semestre, donde se destacan unas concentraciones pico en el mes de marzo. Adicionalmente, este comportamiento es muy similar entre las estaciones ubicadas en los municipios que implementaron la medida del “pico y placa”, como el municipio de Medellín donde están ubicadas las estaciones de las cinco Universidades que pertenecen al Convenio de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire del Valle de Aburrá, comparadas con estaciones ubicadas en municipios que no han implementado la medida, tal es el caso de Barbosa y Girardota en el norte del Valle de Aburrá y Sabaneta, La estrella e Itagüí en el sur del Valle de Aburrá.
Realizado por	Área Metropolitana del Valle De Aburrá - Universidad Nacional De Colombia. Carmen Elena Zapata Sánchez., Msc., Directora Administrativa

Nombre del proyecto	Estudio de la Formación de Contaminantes Fotoquímicos Mediante la Modelización Matemática y Sus Efectos En La Salud (Contrato 340 de 2001)
Disponibilidad	Centro de información y documentación Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Medio físico
Referencia	A02 0209
Objetivos	<p>General</p> <p>El objetivo general de este trabajo fue conocer la formación y el transporte de contaminantes fotoquímicos mediante un modelo de pronóstico a mesoescala y un modelo de dispersión fotoquímico Euleriano en el Valle de Aburrá (Medellín, Colombia), donde la topografía compleja, formada por la cordillera de los Andes, proporciona unas condiciones adversas para la dispersión de contaminantes atmosféricos.</p> <p>Específicos</p> <p>Determinación de las emisiones de especies químicas, tanto orgánicas como inorgánicas, que provienen de las fuentes antropogénicas debidas al transporte y a los procesos productivos; y las emisiones biogénicas provenientes de la vegetación, adaptando los métodos de la EPA y de CORINAIR al medio real de estudio.</p> <p>Identificación del campo de vientos o líneas de transporte en una región con una topografía compleja y con características meteorológicas de una región tropical.</p> <p>Simulación y conocimiento de la contaminación fotoquímica en la troposfera de una zona urbana y, en particular, del Valle de Aburrá (Medellín, Colombia) para un día típico.</p> <p>Verificar el mecanismo de reacción obtenido en la simulación, mediante la correlación de estos resultados con los datos de la calidad del aire.</p> <p>Establecer la relación epidemiológica existente entre las concentraciones de contaminantes en el aire y enfermedades alérgicas y respiratorias.</p>
Contaminantes y/o efectos estudiados	Para la modelación matemática se estudiaron: óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, ozono y variables meteorológicas. Para el estudio epidemiológico se tuvieron en cuenta: SO ₂ , NO _x , CO O ₃ y PM ₁₀ y las siguientes enfermedades respiratorias y alergias: asma, rinitis y eczema
Metodología:	Para el estudio de la calidad del aire se utilizó una estación móvil automática, provista con equipos de monitoreo on-line para el análisis de CO, SO ₂ , SO ₃ , NO _x , partículas respirables y parámetros meteorológicos, tales como, dirección y velocidad del viento, radiación solar, presión atmosférica y temperatura.
<ul style="list-style-type: none"> • Datos de origen • Muestreo • Tipo de análisis 	

La estimación de emisiones se realizó mediante el uso de factores de emisión (valores medios que relacionan la cantidad de contaminante emitido hacia la atmósfera con la actividad asociada a la emisión de contaminante).

El propósito del inventario fue utilizarlo como base de datos para la modelización de la formación de ozono en el Valle de Aburrá, para lo cual se definió un área de 40 x 40 km² con una resolución espacial de 1 x 1 km², donde están localizados los 10 municipios que conforman el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

Metodología para el tráfico rodado

Los datos necesarios se obtuvieron de las Secretarías de tráfico rodado y transporte de los municipios de Medellín, Bello, Itagüí y Envigado, así como, del departamento Administrativo de Planeación Metropolitana y del Fondo de Prevención Vial y Nacional. La información utilizada en la red de aforos corresponde a los años 1997 a 2000. Los aforos con los que se trabajó fueron obtenidos a partir de equipos de aforo manual y automático.

Metodología para las emisiones biogénicas

Para la estimación de las emisiones debidas a la vegetación, se utilizó el modelo definido por Guenther et al. (1993) (Modelo G93). Este modelo se adapta para a las condiciones del área de estudio utilizando la ecuación

$$E_i = \sum_{j=1}^n (LAI_i * I_y * A_i)$$

Donde el flujo de emisión ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para el contaminante i y de la especie vegetal j (E_{ij}), es calculado a partir de la sumatoria del producto entre: el índice del área de la hoja (leaf Area Index) expresado como m^2 de hoja seca por m^2 de uso de suelo (LAI_j), por el factor de emisión del componente i y la especie j expresado como μg por m^2 de hoja seca por hora (I_{ij}), por el área en m^2 que ocupa la especie j (A_j).

Para definir los tipos de usos del suelo: el dominio cubre un área de 40 x 40 km^2 . En cada celda, se identificó el uso del suelo, determinando el porcentaje ocupado por bosques (coníferas y eucaliptos), cultivos (maíz, frijol, café, caña, patata, flores y frutales) y matorrales (bosque alto).

Una vez realizada la malla de distribución de usos del suelo, se procedió al cálculo de la emisión de cada uno de los tipos de vegetación antes mencionadas, durante 24 horas del día. Para esto, se utilizó el modelo G93.

Metodología para las emisiones industriales

La estimación de las emisiones industriales para el área de estudio se realizó por dos métodos diferentes: monitoreos directos en la chimenea y por factores de emisión.

Los monitoreos se extrajeron de los archivos del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Estos fueron realizados por la Universidad de Antioquia, Ingeaire y Universidad Pontificia Bolivariana, para el periodo comprendido entre 1995 y 1999. Los registros presentan las emisiones de material particulado, los óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno.

	<p>Las fuentes para las cuales no se encontró datos de monitoreos se calcularon utilizando los factores de emisión de la Environmental Protection Agency (AP42). Estos factores relacionan la cantidad de contaminante emitido con la cantidad de producto o de combustible consumido.</p> <p>En total se tomaron 503 datos de fuentes recolectadas, que permiten caracterizar la industria en el Valle. Se observa que los municipios con mayor densidad industrial son Medellín, Itagüí y Sabaneta, representados en su mayoría, por los sectores textil, químico, metalmecánico y alimenticio.</p> <p>Aplicación de los modelos meteorológico y fotoquímico.</p> <p>Los modelos pueden ser divididos, de forma general, en dos tipos; físicos y matemáticos. Los primeros se utilizan para simular procesos ambientales en representaciones a pequeña escala del sistema actual. Los segundos proporcionan una serie de algoritmos que describen las interacciones y procesos atmosféricos. Esta clase de modelos están compuestos básicamente por el tipo de emisión, transporte y transformaciones fisicoquímicas, el monitoreo ambiental, los experimentos de laboratorio y la modelización. Esta actividad científica es la que da el acercamiento al conocimiento de los procesos atmosféricos.</p> <p>El modelo EUMAC Zooming (EZM) es un conjunto de modelos para simulación del flujo del viento, transporte y transformación de los contaminantes en una escala local o regional. Los modelos principales son el modelo mesoescala no hidrostático MEMO y el modelo de dispersión fotoquímico MARS. Otros modelos que constituyen el EZM son el CONDOR, que es un modelo de diagnóstico de viento utilizado para inicializar MEMO y, el LAPMOD, el cual es un modelo Lagrangiano.</p> <p>El modelo MEMO es un modelo meteorológico de mesoescala no hidrostático que describe la dinámica de la capa límite atmosférico, y resuelve las ecuaciones de conservación de masa de aire, movimiento y energía. De la resolución de estas ecuaciones, derivan variables tan importantes como, temperatura potencial y energía cinética turbulenta. Para encontrar la variación del campo de concentraciones de contaminantes se utiliza el modelo de dispersión atmosférica para especies reactivas MARS.</p> <p>Las épocas elegidas para las simulaciones cumplían con el requerimiento de ocurrencia de episodios de alta concentración de ozono durante el día, y altas concentraciones de óxidos de nitrógeno y, que a su vez, mostraron condiciones meteorológicas típicas de la región.</p> <p>Adicionalmente, en los días previos a estos escenarios, hubo evento de lluvias, lo que contribuiría en principio a crear unas condiciones inicial es de background nulo en las concentraciones de ozono. Los días seleccionados para realizar el estudio fueron: 26 de Octubre de 1999, 26 de diciembre de 1999 y 15 de marzo de 2000.</p> <p>Para generar el estado inicial se utilizaron datos de temperatura y velocidad del viento, los cuales se obtuvieron de estaciones superficiales y de sondeos verticales de temperatura y velocidad del viento a diferentes alturas.</p>
--	--

	<p>Para simular la concentración de compuestos fotoquímicos, en el aire del Valle de Aburrá, mediante el modelo MARS, la zona de estudio se restringió a un cuadrado centrado aproximadamente en la ciudad de Medellín. Se tuvo en cuenta parámetros como el número de capas verticales, número de celdas, la altura máxima en la vertical, el número de reacciones fotoquímicas, entre otras; y la solución numérica con el modelo de dispersión fotoquímico MARS y el mecanismo fotoquímico EMOP, se llevo a cabo en un ordenador Pentium II 800Mhz, con sistema operativo Linux, siendo el tiempo de ejecución, para un día de simulación, aproximadamente de unas 48 horas Por supuesto, para dar inicio a las simulaciones es necesario ingresar una serie de datos o información semilla a los modelos; tales como, la topografía, el tipo de superficie, datos meteorológicos y datos de las emisiones de contaminantes, del Valle de Aburrá.</p> <p>Estudio de impacto epidemiológico</p> <p>Se realizó un estudio de comparación estadística simple (Montgomery, 1991), con base en información epidemiológica ya existente, a partir del estudio <i>“Prevalencia de asma y otras enfermedades alérgicas: estudio en la población Colombiana”</i> en el cual se aplicó en cuestionario estandarizado ISAAC para determinar la prevalencia de asma, rinitis y eczema de la población asentada en las principales ciudades capitales de Colombia. En Medellín se realizaron más de mil encuestas (repartidas en las 16 comunas de Medellín) en casas cercanas a escuelas públicas y privadas, cantidad necesaria y suficiente para la validez estadística.</p> <p>Debido a la sectorización y a las fechas de las encuestas realizadas y a los sitios monitoreados con la estación automática de calidad del aire durante la ejecución del proyecto. Los datos disponibles correspondieron a 90 días continuos en cada estación que para el caso se escogieron como representativos los registros obtenidos en el sector U.P.B (Laureles) y plaza Mayorista (Guayabal).</p>
<p>Resultados</p>	<p>En la generación del inventario de emisiones se consideraron las siguientes fuentes de emisión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tráfico rodado en las principales avenidas y calles y el corredor del río Medellín. • 503 focos industriales de diversos sectores (químico, textil, alimenticio, etc.) • 9 tipos de vegetación. <p>Las cantidades totales anuales emitidas son 73.878 ton procedentes del tráfico rodado donde el 71% corresponden a CO, el 11% a NOx, el 17% a COV y el resto a partículas suspendidas y SO2. Las industrias, la segunda fuente emite un total de 69028 ton, son las mayores aportantes de partículas suspendidas y SO2. Por ultimo, las fuentes biogénicas aportan en su mayoría COV aunque solo es el 5% del total emitido por todas las fuentes anualmente.</p> <p>La cantidad total de gases emitidos donde la afección a los receptores es directa es de 81596 ton/año.</p>

	<p>Al igual que en el inventario total, el CO es el mayor contribuyente, seguido por los COV como el propano.</p> <p>En las capas atmosféricas superiores (aprox 300 m.s.n.m) hasta donde alcanzan a llegar los gases, la cantidad total de contaminantes es de 67660 ton/año.</p> <p>Los gases liberados (COV) por la vegetación en el área de estudio se concentran en su mayoría en los bosques cercanos a Caldas (parque natural) y en la zona de Piedras Blancas en Santa Elena. Las emisiones alcanzan los 14 kg/h a las 13h en cada celda.</p> <p>En las emisiones de COV para las 503 fuentes puntuales estudiadas se observa que la emisión máxima es de 160 kg/h y su mayor densidad se presenta en el sur del Valle.</p> <p>De la aplicación del modelo meteorológico MEMO, se puede decir que la simulación muestra el efecto del calentamiento de la superficie terrestre, debida a la radiación solar en las laderas occidentales de la cordillera durante la mañana y luego desplazándose hacia el occidente en el resto del día. Este calentamiento en las horas del medio día, origina una turbulencia de una anchura de casi 4 km, provocando movimientos convectivos del aire que hacen que este ascienda sobre las laderas de las montañas y confluyan en fuertes vientos en la cima.</p> <p>Las mediciones muestran una muy baja velocidad durante todo el periodo de la simulación, dejando dudas a cerca de la validez de los valores medidos. La media horaria de la velocidad del viento mayor de 1m/s ocurre dos veces (a las 5 y 18h). En ambos casos los valores fueron 1.2 m/s, los valores pronosticados por el MEMO, varían entre 1 y 4 m/s.</p> <p>De la aplicación del modelo de dispersión atmosférica para especies reactivas MARS se obtuvo: Para octubre las medidas de NO y O3 procedentes de la estación móvil que estuvo ubicada desde el día 25/10/99 al día 27/10/99 en el municipio de Caldas. Los valores de concentración ofrecidos por el modelo en este punto fueron: 8 ppm de NO (a las 6h) y 72 ppm O3 (a las 16h), por su parte, los valores observados en las mediciones esas mismas horas fueron: 44 ppm NO (a las 6h) y 72 ppm O3 (a las 16h). El valor de ozono obtenido por el modelo coincide perfectamente con el observado, en cambio el de NO es más bajo.</p> <p>Los resultados de las simulaciones se muestran en figuras no posibles de adjuntar en este resumen, por lo que se sugiere dar una mirada mas detallada al documento.</p>
<p>Conclusiones</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La caracterización meteorológica del Valle de Aburrá se realizó a partir de la información suministrada por el IDEAM, la cual se utilizó para la selección del día a simular. El día 26 de octubre presentó situaciones meteorológicas como son: baja velocidad del viento, alta radiación solar y de la estación de monitoreo de la calidad del aire se evidencio un episodio de alta contaminación por compuestos fotoquímicos por lo que se eligió como escenario para realizar las simulaciones.

	<ul style="list-style-type: none"> • Del análisis de los datos de inmisión de CO, NO, NO₂ y O₃ en la estación situada en Caldas se concluye que las máximas concentraciones de ozono se presentan el medio día cuando la radiación solar es mayor y las reacciones fotoquímicas tienen lugar. • La concentración de las inmisiones ocurre en la zona central del Valle en el centro de Medellín y en la zona residencial localizada al occidente por los barrios de Conquistadores y Belén. • El CO es el contaminante con mayor emisión en el Valle. Las emisiones son básicamente debidas a los vehículos que son causadas por la deficiente combustión vehicular en las horas de alta congestión (7-8 H y 18-19h). • Se observo como en las horas diurnas se incrementa la liberación de gases por parte de la vegetación, debido a su relación con la temperatura y la radiación solar. Las emisiones de las industrias se mantienen constante, ya que se suponen continuas durante un proceso de producción. • El modelo MEMO de pronóstico meteorológico es capaz de predecir el campo de vientos y temperaturas en el Valle de Aburrá, a condición de disponer de buenos datos de sondeo vertical. Asumiendo la hipótesis de representatividad de los datos de la estación de monitoreo, y la subestimación de las emisiones, el modelo MARS ofrece valores comparables de ozono. Aunque se aclara que es necesario verificar los resultados con más puntos de monitoreo. • El modelo EZM (MEMO_MARS) ha sido aplicado a la zona del Valle de Aburrá. Los resultados de la simulación presentaron buena concordancia con los valores observados, estableciéndose una herramienta eficiente para predecir, con alta resolución, el comportamiento de los vientos y la concentración de ozono. • Referente al estudio de correlaciones epidemiológicas, el resultado concluye que no hay una relación estrecha entre la epidemiológica y los niveles de contaminación atmosférica, no es posible establecer un índice de calidad del aire hasta tanto no existan estudios más contundentes. Este trabajo sigue el diseño de una investigación dedicada exclusivamente a este estudio.
Recomendaciones	No hay recomendaciones en el documento
Realizado por	Área Metropolitana del Valle de Aburrá - Universidad Pontificia Bolivariana

Nombre del proyecto	Partículas suspendidas (PST) y partículas respirables (PM10) en el Valle de Aburrá, Colombia. 2000-2001.
Objetivos	General Evaluar la Correlación entre Partículas suspendidas (PST) y partículas respirables (PM10) en el Valle de Aburrá.
Metodología: Datos de origen. Muestreo. Tipo de Análisis.	<p>Para la medición de las concentraciones de material particulado en suspensión se emplearon equipos medidores de partículas suspendidas totales PST Hi-Vol y equipos para medición de partículas respirables, denominados medidores de alto volumen PM10.</p> <p>Durante el período de estudio de la calidad del aire en el Valle de Aburrá se realizaron mediciones de PST y PM10, en 10 estaciones de muestreo; dichos muestreos se realizaron de forma periódica escalonada con el fin de cubrir todos los sitios de muestreo con los equipos disponibles.</p> <p>Selección de sitios de muestreo:</p> <p>Se realizó teniendo en cuenta criterios como densidad demográfica, usos del suelo, dirección de viento, tipos y características de las fuentes más importantes del sector, y los objetivos del estudio. Las mediciones de partículas totales y respirables se realizaron en 10 sitios del Valle de Aburrá el cual se dividió en tres zonas así:</p> <p>Zona Norte (Barbosa y Girardota), Zona centro (Medellín, Copacabana, Bello, Sabaneta e Itagüí) y la zona sur (Caldas y La Estrella), en cada zona se localizaron estaciones en áreas rurales y áreas urbanas.</p> <p>El período de muestreo para la medición de partículas estuvo comprendido entre el 17 de diciembre de 2000 y el 6 de junio de 2001. Durante dicho período se recolectó un total de 91 muestras de PST y PM10, para un total de 182 muestras.</p> <p>Las determinaciones de PST y PM10 se realizaron en 10 estaciones distribuidas de norte a sur, cubriendo zonas urbanas y rurales de los municipios de girardota, Bello, Medellín Itagüí, Sabaneta y Caldas.</p>
Contaminantes y/o efectos estudiados	PM10, PST.
Resultados	El coeficiente de correlación indica que las estaciones de muestreo, excepto Girardota rural y Bello urbana, presentan una relación fuerte entre partículas suspendidas totales y respirables. El estadístico R^2 explica el porcentaje de variabilidad de las PST en función de las PM10. Las estaciones que explican mejor la variabilidad de las PST en función de las PM10 son Medellín sur rural Medellín norte urbana y Caldas urbana. La diferencia entre 100 y R^2 es el porcentaje de variabilidad de las partículas suspendidas totales que no es explicado por las partículas respirables.

<p>Conclusiones</p>	<p>Al analizar la relación PM10 – PST se encontró que las mejores correlaciones estadísticas se localizan en las zonas centro y sur del Valle de Aburrá. Además se observó la tendencia creciente en la relación PM10/PST desde 0.527 en la estación rural de Girardota (norte), hasta 0.813 en la estación urbana Caldas (sur).</p> <p>Se encontró un gradiente en la relación PM10/PST que parece estar relacionado con el régimen de vientos que predominan en el Valle de Aburrá con dirección norte-sur, el cual hace que las partículas más pequeñas migren de norte a sur, incrementando la relación PM10/ PST en la misma dirección.</p> <p>Las mejores correlaciones entre PM10 y PST se presentan en las estaciones Medellín sur rural (0,990970), Medellín norte urbana (0,990150) y Caldas urbana (0,975258). En estas estaciones se podría monitorear un solo contaminante, PST o PM10 y estimar el otro; desde el punto de vista económico es recomendable medir PST y estimar el PM10.</p>
----------------------------	---

Nombre del proyecto	Evaluación de la calidad del aire en la cuenca de la quebrada Altavista. Grupo de investigaciones ambientales, GIA. 2006. UPB.																																				
Objetivos	<p>General Evaluar la calidad del aire en la cuenca de la quebrada Altavista.</p> <p>Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Monitorear la concentración ozono, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, PM10 y óxido de azufre en tiempo real. ➤ Determinar episodios de contaminación atmosférica en las zonas monitoreadas. ➤ Evaluar el estado de la calidad del aire utilizando indicadores. ➤ Observar y analizar la evolución horaria de la concentración de los contaminantes a lo largo del día. ➤ Realizar mediciones de dirección y velocidad el viento, temperatura y radiación solar. 																																				
<p>Metodología:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Datos de origen • Muestreo • Tipo de Análisis 	<p>Para el desarrollo de la investigación se dispone de una estación automática de monitoreo de la calidad del aire marca ECOTECH la cual está dotada de los siguientes componentes:</p> <p>Analizador de Oxidos de Nitrógeno (NO, NO₂, NO_x) Analizador de Dióxido de Azufre (SO₂) Analizador de monóxido de Carbono (CO₂) Analizador de Ozono (O₃) Sensores de Dirección y Velocidad del Viento Sensor de Radiación Solar Sensor de Temperatura Ambiente Sensor de Humedad Relativa</p> <table border="1" data-bbox="517 1236 1362 1469"> <tr> <td colspan="2">1.1 Analizador de Oxidos de Nitrógeno (NO, NO₂, NO_x)</td> </tr> <tr> <td>Marca</td> <td>MonitorLabs</td> </tr> <tr> <td>Rango</td> <td>0.05 a 20 ppm</td> </tr> <tr> <td>Precisión</td> <td>0.001ppm</td> </tr> <tr> <td>Método de Medición</td> <td>Quimiluminiscencia ("Chemiluminescence")</td> </tr> <tr> <td>Características Adicionales</td> <td>Medición Digital</td> </tr> </table> <table border="1" data-bbox="517 1498 1385 1686"> <tr> <td colspan="2">Analizador de Dióxido de Azufre (SO₂)</td> </tr> <tr> <td>Marca</td> <td>MonitorLabs</td> </tr> <tr> <td>Rango</td> <td>0.05 a 20 ppm</td> </tr> <tr> <td>Precisión</td> <td>0.001ppm</td> </tr> <tr> <td>Método de Medición</td> <td>Fluorescencia</td> </tr> <tr> <td>Características Adicionales</td> <td>Medición Digital</td> </tr> </table> <table border="1" data-bbox="517 1715 1385 1904"> <tr> <td colspan="2">Analizador de monóxido de Carbono (CO)</td> </tr> <tr> <td>Marca</td> <td>MonitorLabs</td> </tr> <tr> <td>Rango</td> <td>0.0 a 200 ppm</td> </tr> <tr> <td>Precisión</td> <td>0.01ppm</td> </tr> <tr> <td>Método de Medición</td> <td>Absorción IR.</td> </tr> <tr> <td>Características Adicionales</td> <td>Medición Digital</td> </tr> </table>	1.1 Analizador de Oxidos de Nitrógeno (NO, NO₂, NO_x)		Marca	MonitorLabs	Rango	0.05 a 20 ppm	Precisión	0.001ppm	Método de Medición	Quimiluminiscencia ("Chemiluminescence")	Características Adicionales	Medición Digital	Analizador de Dióxido de Azufre (SO₂)		Marca	MonitorLabs	Rango	0.05 a 20 ppm	Precisión	0.001ppm	Método de Medición	Fluorescencia	Características Adicionales	Medición Digital	Analizador de monóxido de Carbono (CO)		Marca	MonitorLabs	Rango	0.0 a 200 ppm	Precisión	0.01ppm	Método de Medición	Absorción IR.	Características Adicionales	Medición Digital
1.1 Analizador de Oxidos de Nitrógeno (NO, NO₂, NO_x)																																					
Marca	MonitorLabs																																				
Rango	0.05 a 20 ppm																																				
Precisión	0.001ppm																																				
Método de Medición	Quimiluminiscencia ("Chemiluminescence")																																				
Características Adicionales	Medición Digital																																				
Analizador de Dióxido de Azufre (SO₂)																																					
Marca	MonitorLabs																																				
Rango	0.05 a 20 ppm																																				
Precisión	0.001ppm																																				
Método de Medición	Fluorescencia																																				
Características Adicionales	Medición Digital																																				
Analizador de monóxido de Carbono (CO)																																					
Marca	MonitorLabs																																				
Rango	0.0 a 200 ppm																																				
Precisión	0.01ppm																																				
Método de Medición	Absorción IR.																																				
Características Adicionales	Medición Digital																																				

	<table border="1" data-bbox="518 347 1385 564"> <tr> <td colspan="2">Analizador de Ozono (O₃)</td> </tr> <tr> <td>Marca</td> <td>MonitorLabs</td> </tr> <tr> <td>Rango</td> <td>0 a 20 ppm</td> </tr> <tr> <td>Precisión</td> <td>0.001ppm</td> </tr> <tr> <td>Método de Medición</td> <td>Quimiluminiscencia ("Chemiluminescence")</td> </tr> <tr> <td>Características Adicionales</td> <td>Medición Digital</td> </tr> </table> <p>Sitio de monitoreo</p> <p>La selección de los sitios de monitoreo, se ha realizado por parte de la empresa HOLOS quien decidió el punto teniendo en cuenta las condicionantes del equipo como son el acceso, la seguridad, la energía y la representatividad de las mediciones, por lo que se ha tratado de cumplir con los requisitos de ubicación dictados por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de Estados Unidos.</p> <p>El monitoreo inició el 13 de junio a las 13 horas locales y culminó el 27 de junio a las 15 horas.</p>	Analizador de Ozono (O ₃)		Marca	MonitorLabs	Rango	0 a 20 ppm	Precisión	0.001ppm	Método de Medición	Quimiluminiscencia ("Chemiluminescence")	Características Adicionales	Medición Digital
Analizador de Ozono (O ₃)													
Marca	MonitorLabs												
Rango	0 a 20 ppm												
Precisión	0.001ppm												
Método de Medición	Quimiluminiscencia ("Chemiluminescence")												
Características Adicionales	Medición Digital												
Contaminantes y/o efectos estudiados	<p>Óxidos de Nitrógeno (NO, NO₂, NO_x) Dióxido de Azufre (SO₂) monóxido de Carbono (CO) Ozono (O₃).</p>												
Resultados	<p>Los resultados del monitoreo muestran que las horas de mayor concentración ocurren entre las 7 y las 10 de la mañana, mostrando como el flujo vehicular influye en la cantidad de estos contaminantes en las horas de la mañana. También no hay que descartar la posibilidad de que en la mañana se de inicio a las operaciones productivas que se encuentran en la zona y por lo tanto no se ven valores representativos en la tarde.</p> <p>Las concentraciones horarias del monóxido de carbono no superan la norma horaria nacional (35 ppm). Los máximos valores medidos se observan a las 9 a.m. de 2.59 ppm y en la tarde aumenta hasta 2.7 ppm.</p> <p>Promedios diarios de las concentraciones de los gases primarios NO_x y SO₂. Se nota una baja concentración entre los días 16 y 19 que corresponden a un fin de semana. El 14 y 21 que corresponden a un día miércoles, ocurren máximas concentraciones para los dos gases analizados, sería importante verificar que evento hace que las concentraciones se incrementen en este día en particular. La concentración en los días restantes se mantiene parcialmente constante y se puede concluir que ambos contaminantes no superan la norma diaria nacional (96 y 80 ppm para SO₂ y NO₂ respectivamente).</p> <p>Las partículas respirables de la figura 6 muestran que la mayor parte del tiempo monitoreado la concentración se mantuvo alrededor de 40 µg/m³, concentración que no supera el valor máximo permitido por la norma nacional de 150 µg/m³. También se observa que el día 21 de junio miércoles al igual que en los gases se presentan las máximas concentraciones.</p>												

	<p>Analizando e comportamiento del ozono se puede observar que ocurren concentraciones que sobrepasan la norma nacional (61 ppb a condiciones de referencia) en los 11 primeros días. Las máximas concentraciones ocurren el 14, 15, 17 20 y 21 de junio llegando a 202 ppb el día 15 que es el más crítico. El número de veces que se sobrepasa la norma local, es 33 episodios la mayoría en las horas del medio día.</p> <p>La rosa muestra que el viento proviene del oeste con una intensidad entre 1.59 y 3.09 m/s en una 49% del tiempo, un 25 % del tiempo el viento sube por la ladera hacia el Suroeste y el resto del tiempo viene del Este.</p>
<p>Conclusiones</p>	<p>Se puede concluir que la calidad la mayor parte del tiempo es buena (97.7%) pero tiene eventos de calidad inaceptable por ozono (0.5%) inadecuada por ozono un 1.3% del tiempo y mala un 0.5% del tiempo de monitoreo. Valores que no deben pasar desapercibidos pues aunque la cantidad de tiempo con alta concentración es baja los efectos de estas pocas horas pueden causar efectos nocivos en la comunidad y en los materiales.</p>

Nombre del proyecto	Diseño de la red de monitoreo de la calidad del aire para el municipio de Envigado. Carlos Andrés Hinestroza Gómez, Jorge Luis Murillo Soto. Universidad de Medellín. Facultad de Ingeniería Ambiental. 2003
Objetivos	<p>General</p> <p>Diseñar una red de monitoreo de la calidad del aire para el municipio de Envigado.</p> <p>Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Evaluar los niveles de contaminación del aire por (PST, NOx, SOx y CO) en el municipio de Envigado causada por las fuentes móviles y fijas del Área Metropolitana. ➤ Identificar las fuentes de emisión de contaminantes convencionales en el área de interés, tanto móviles como fijas, Clasificarlas y localizarlas geográficamente. ➤ Realizar un análisis de la calidad del aire de tal manera que se pueda determinar la dimensión de la problemática ambiental existente en el Municipio de Envigado. ➤ Establecer los niveles de contaminación a los que la población del Municipio de Envigado está expuesta. ➤ Hacer una modelación de la dispersión de los contaminantes utilizando el programa ISCST3 (Industrial Source Complex 3).
Metodología: Datos de origen. Muestreo. Tipo de Análisis.	<p>Inventario de fuentes fijas. Para la realización de este trabajo se tomaron los datos registrados en el estudio “Evaluación del material particulado en suspensión en el Valle de Aburrá”, realizado por la Universidad de Medellín y la Universidad de Antioquia para el Área Metropolitana de Medellín.</p> <p>Inventario de fuentes móviles. Los datos recopilados para el análisis de las fuentes móviles se tomaron del estudio “Evaluación del Material Particulado en Suspensión en el Valle de Aburrá”, en el cual se encuentran los datos de las principales vías del Valle de Aburrá con sus nombres, coordenadas X, Y, Z, y su Tráfico Horario Equivalente (THE).</p> <p>Los datos de las principales vías del municipio de Envigado se tomaron de los aforos realizados para el Plan vial de transporte del Municipio de Envigado 1999.</p> <p>Cálculo de emisiones Cálculos de las emisiones para las fuentes fijas.</p> <p>Emisión de material particulado (PST). Las emisiones de material particulado (PST) se obtuvieron directamente por los muestreos isocinéticos de las diferentes industrias. Estos datos fueron tomados de la base de datos del Área Metropolitana de Medellín.</p>

Emisión de SO₂, NO₂ y CO. Para el cálculo de las emisiones de NO₂, SO₂ y CO se utilizaron los factores de emisión de la EPA y los porcentajes de composición de los combustibles. Para el caso de las fuentes fijas se calcularon los consumos de combustible para cada fuente partiendo de la emisión de material particulado y del factor de emisión para PST debido a que la información sobre el consumo de combustible no es muy confiable.

A partir del consumo de combustible estimado y de los diferentes factores de emisión se hallaron las emisiones para los demás contaminantes. Lo anterior se hace debido a la falta de información sobre las emisiones diferentes a PST.

En general para el cálculo de las emisiones y el consumo de combustible se utilizó la siguiente ecuación en la cual se relaciona el consumo de cada industria con el factor de emisión correspondiente al tipo de combustible utilizado.

En este caso los cálculos se realizaron asumiendo que no existen sistemas de control para la disminución de emisiones, lo cual puede sobreestimar los resultados.

$$E = C \times FE$$

Donde:

E: emisión del contaminante.

C: consumo energético.

FE: factor de emisión.

Cálculos de las emisiones para las fuentes móviles.

Emisión de material particulado (PST). Para la estimación de las emisiones de material particulado por parte del parque automotor se tienen en cuenta dos elementos: uno es la emisión generada por la fricción de las llantas con el suelo, y el otro es el material particulado emitido por el exhosto de los vehículos.

En este caso los cálculos se realizaron mediante la aplicación de factores de la EPA, utilizando la información de los aforos de vehículos en las principales vías y la longitud de éstas. Estos factores son los mismos para todos los tipos de vehículos según la clasificación de la EPA .

Datos meteorológicos

Los datos meteorológicos fueron tomados de la estación meteorológica ubicada en el aeropuerto Olaya Herrera de la ciudad de Medellín, la cual registra la dirección (en grados sexagesimales) y velocidad del viento (en metros por segundo) Estos se registran en intervalos de una hora.

Para esta modelación se tomaron los datos desde las cero horas del 3 de mayo de 2000, hasta las 21 horas del 16 de junio de 2000. Estos datos equivalen a 1077 horas, aproximadamente 45 días.

Rosa de vientos. Para la realización de la rosa de vientos se utilizaron dos programas: el programa ROSE WORKS FREQUENCY para calcular las distribuciones de las frecuencias de las velocidades y el programa ROSE WORKS con el cual se graficó la rosa de vientos.

	<p>Modelación de los contaminantes atmosféricos:</p> <p>Para la modelación de la dispersión de los distintos contaminantes se utilizó el programa ISCST3, el cual es la versión para modelar a corto plazo. La elección se debe a que sólo se va a modelar para 1077 horas, lo que equivale a 45 días.</p> <p>A pesar de que la entrada de datos tiene cierta flexibilidad, en cuanto a la entrada de datos se refiere, existen ciertas reglas de sintaxis que son necesarias seguir.</p> <p>Cada registro que se encuentra en una línea de la programación se conoce con el nombre de imagen. La información de cada imagen consiste de una ruta, una palabra clave y de 1 o más parámetros. Cada uno de estos campos de la imagen debe estar separado por uno o más espacios en blanco. Para simplificar la interpretación de la imagen, las rutas deben estar en las columnas 1 y 2, las palabras claves (las cuales tienen 8 caracteres) en las columnas 4 hasta la 11, seguidas de los parámetros que van desde la columna 13 hasta la 132, según sea necesario. Cabe anotar que para la mayoría de las palabras clave, el orden de los parámetros sí es importante, no siendo este el caso para los espacios de los parámetros, siempre y cuando estén separados por una o más columnas y no excedan el límite establecido para 132 caracteres.</p>
<p>Contaminantes y/o efectos estudiados</p>	<p>Material particulado, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno monóxido de carbono.</p>
<p>Resultados</p>	<p>Al analizar las isopletras para 24 y 1077 horas para PST, se puede determinar que ambas presentan la misma estructura de dispersión y al mismo tiempo las mismas zonas críticas, sólo varían las concentraciones.</p> <p>Un punto crítico es el corredor vial de la quebrada la Ayurá comprendido entre las calles 24 y 25 Sur, sector en el que la modelación arrojó las más altas concentraciones de PST, presentándose los máximos valores entre la avenida Regional y la avenida el Poblado (carrera. 43A) con una concentración de 250 µg/m³ para un período de 24 y de 82 µg/m³ para un periodo de 1077 horas. En esta zona del Municipio de Envigado las concentraciones de PST disminuyen a medida que se asciende por el corredor vial de la quebrada la Ayurá, presentando concentraciones más bajas en la parte alta.</p> <p>Considerando que esta es una zona residencial, la cual cuenta con 3 instituciones educativas (Colegio La Salle, Colegio Teresiano y la Escuela de Ingenieros de Antioquia), un almacén de cadena (Carrefour) y varios centros comerciales, el sector debe ser tenido en cuenta para la ubicación de equipos de monitoreo para PST; a pesar de que las concentraciones se encuentra por debajo de la norma diaria, esta zona es susceptible de presentar incrementos que puedan llegar a deteriorar la calidad del aire, reduciendo la calidad de vida de los habitantes, incluso puede afectar la población flotante que diariamente concurre al sector.</p>

	<p>El otro punto crítico se encuentra en los límites con los Municipios de Itagüí y Sabaneta, sector donde se presentan altas concentraciones a causa del gran número de industrias asentadas en la zona (zona industrial), por tal motivo, debe tenerse en cuenta para la ubicación de equipos de monitoreo. Las concentraciones máximas son de 220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para un periodo de 24 horas y 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para un periodo de 1077 horas, valores que también están por debajo de la norma diaria, pero se pueden incrementar drásticamente si se presenta un aumento en el número de industrias en este sector.</p> <p>El centro del Municipio de Envigado (Parque principal y sus alrededores) es una zona de mucha importancia por contar con una considerable afluencia de personas que concurren a diversas actividades sociales, económicas y administrativas que se desarrollan, razón por la cual es importante considerarla al momento de diseñar la red de monitoreo de calidad de aire, presenta concentraciones que varían desde 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para un periodo de 1077 horas y desde 95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para un periodo de 24 horas. Estas concentraciones también se encuentran por debajo de la norma diaria. Cabe destacar que las zonas menos afectadas, son las que se encuentran en los límites entre la zona urbana y la zona rural, donde se encuentra una menor densidad poblacional.</p> <p>Las isoplejas para 1, 8 y 1077 horas tienen la misma estructura de dispersión, y se asemejan al comportamiento presentado por las isoplejas de PST, con la diferencia de que para este caso, las zonas de mayor concentración son más extensas, pero también disminuyen las concentraciones a medida que se asciende por el corredor vial de la quebrada la Ayurá. Este comportamiento está relacionado directamente con el aporte de las fuentes móviles, ya que no se tiene industrias y si vías arteriales de alto tráfico vehicular.</p> <p>Para el caso de CO solo se presenta una zona crítica (el corredor vial de la quebrada la Ayurá), presentando sus máximas concentraciones entre la avenida Regional y la avenida el Poblado en los límites con el Municipio de Medellín. Los valores máximos obtenidos con la modelación son de 3236 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para un periodo de 1 hora, 1957 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para un periodo de 8 horas y 461 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para un periodo de 1077 horas, valores que también se encuentran por debajo de la norma para 1 y 8 horas.</p> <p>En el centro del Municipio de Envigado (Parque principal y sus alrededores) presenta concentraciones que varían desde 260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta 330 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para un periodo de 1077 horas, desde 1276 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta 1600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para un periodo de 8 horas y desde 2150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta 2550 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para un periodo de 1 hora, valores que cumplen con la norma. Es importante considerar este sector al momento de diseñar la red de monitoreo de calidad de aire, ya que aquí se desarrolla gran parte de las actividades económicas, sociales y administrativas del municipio y se encuentra aproximadamente el 21% de la población receptora.</p> <p>Las isoplejas tienen la misma estructura de dispersión, y se asemeja también al comportamiento presentado por la modelación de PST, diferenciándose en que para este caso, las zonas son de menor concentración y de menor extensión, pero al igual que en los casos anteriores, las concentraciones disminuyen a medida que se asciende por el corredor vial de la quebrada La Ayurá.</p>
--	--

	<p>Para el caso de NOx se presentan 2 zonas críticas las cuales deben tenerse en cuenta para la ubicación de estaciones de monitoreo. La primera es el corredor vial de la quebrada La Ayurá, principalmente entre la avenida Regional y la avenida el Poblado, las máximas se encuentran cerca de la avenida el Poblado en los límites con el Municipio de Medellín. Las concentraciones en este sector son de 299 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para un período de 24 horas y de 93 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para un período de 1077 horas. Si se asume un comportamiento similar extendido para un año, se podría esperar que se cumpla la norma anual.</p> <p>La otra zona crítica está ubicada en los límites de los Municipios de Itagüí y Sabaneta, sector donde se presentan altas concentraciones a causa del gran número de industrias asentadas en la zona (zona industrial), y las vías que tienen un importante flujo vehicular, razón por la cual debe tenerse en cuenta para la ubicación de equipos de monitoreo. Las concentraciones máximas en este sitio son de 216 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para un periodo de 24 horas y 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para un periodo de 1077 horas.</p> <p>El centro del Municipio de Envigado (Parque principal y sus alrededores) presenta concentraciones que varían desde 52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta 82 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para un período de 24 horas, y desde 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para un periodo de 1077, valores que se encuentran por debajo de la norma. Es importante considerarla al momento de diseñar la red de monitoreo de calidad de aire.</p> <p>Teniendo en cuenta los resultados de la modelación para un período de 45 días, es recomendable considerar el corredor vial de la Quebrada la Ayurá como sitio de monitoreo para el NOx.</p> <p>Las isopletras tienen la misma estructura de dispersión, presentando las mismas 2 zonas críticas observadas para PST y NOx.</p> <p>Una zona crítica es el corredor vial de la quebrada la Ayurá, principalmente entre la avenida Regional y la avenida el Poblado. Estas concentraciones también disminuyen a medida que se asciende por el corredor vial de la quebrada la Ayurá. La zona presenta concentraciones máximas de 305 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para un período de 3 horas, 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para un periodo de 24 horas, y 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para un periodo de 1077 horas. Si se asume un comportamiento similar extendido para un año, se podría esperar que no se cumpla la norma anual en esta zona. Para 3 y 24 horas, la concentración está por debajo de la norma. La zona más crítica se encuentra nuevamente en el corredor vial de la quebrada la Ayurá</p> <p>En el centro del Municipio de Envigado (Parque principal y sus alrededores), zona que cuenta con una considerable afluencia de personas por las diversas actividades sociales y administrativas que se desarrollan en el sector, se presentan concentraciones que varían desde 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para un período de 3 horas, desde 34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta 51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para un periodo de 24 horas, y desde valores 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para 1077 horas. Para todos los períodos se cumple la norma, por lo cual se puede determinar que la zona no presenta problemas por SOx.</p>
--	--

	<p>Cabe destacar que la zona limítrofe entre los Municipios de Itagüí y Sabaneta con el Municipio de Envigado presenta también altas concentraciones, por lo que se debe tener en cuenta para la selección de puntos de monitoreo. Las concentraciones máximas en este sector son de 2160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para un periodo de 3 horas, 703 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para un periodo de 24 horas y de 112 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para un periodo de 1077 horas, razón por la cual es necesario monitorear el comportamiento del SOx en este sitio, ya que se sobrepasa la norma para 3 y 24 horas.</p> <p>Número de equipos para el monitoreo de PST. Según las recomendaciones de la OMS, las redes de monitoreo de la calidad del aire en ciudades con menos de 1 millón de habitantes requieren como mínimo dos equipos de monitoreo para PST; sin embargo, este número puede variar dependiendo de diferentes factores como: el tráfico vehicular, industrias, entre otros; por otra parte, la EPA establece que se requieren 4 estaciones para los 146406 habitantes de Envigado.</p> <p>Después de analizar, tanto el comportamiento y la estructura de dispersión de PST dentro del Municipio de Envigado como las recomendaciones de la EPA y de la OMS, se determinó la necesidad de instalar 3 equipos para el monitoreo de este contaminante, uno más que los recomendados por la OMS. Esta determinación se tomó debido a que existen tres zonas críticas: una en el corredor vial de la quebrada la Ayurá entre la avenida Regional y la avenida el Poblado; otra en la zona limítrofe con los Municipios de Itagüí y Sabaneta, y por último la zona centro.</p> <p>Es importante resaltar que la zona centro es donde se presentan las concentraciones más bajas de PST, es considerada crítica por la alta afluencia de público, lo que hace necesario el monitoreo de PST en el sector.</p> <p>Número de equipos para el monitoreo de CO. Según las recomendaciones de la OMS y de la EPA, las redes de monitoreo de calidad del aire en ciudades con menos de 1 millón de habitantes requieren como mínimo 1 equipo para el monitoreo para CO. Este equipo deberá ser ubicado en la zona donde se presentan las máximas concentraciones, que para este caso es el corredor vial de la quebrada la Ayurá, entre la avenidas El Poblado y la avenida Regional, sector que presenta el mayor flujo de vehículos. Recuérdese que las fuentes móviles aportan el 99% de CO en el Municipio de Envigado, según la modelación.</p> <p>Número de equipos para el monitoreo de NOx. La OMS recomienda que las redes de monitoreo de calidad del aire en ciudades con menos de 1 millón de habitantes requieren como mínimo 1 equipo para el monitoreo para NOx, cantidad que puede variar según las condiciones particulares de cada caso en estudio. Por otro lado, según los cálculos realizados con los parámetros de la EPA, se requiere la instalación de 4 estaciones.</p> <p>Después de considerar las recomendaciones anteriores y los resultados de la modelación, se sugiere la instalación de dos equipos para el monitoreo de NOx; se deberán ubicar en las zonas que presentan las máximas concentraciones, como son el corredor vial de la quebrada la Ayurá, entre la avenidas el Poblado y la avenida Regional y en la zona limítrofe con los Municipios de Itagüí y Sabaneta, sector donde se encuentran asentadas industrias que pueden aportar grandes cantidades de NOx.</p>
--	--

	<p>Número de equipos para el monitoreo de SOx. En ciudades con menos de un millón de habitantes, la OMS como la EPA recomiendan instalar dos y tres equipos, respectivamente, para el monitoreo de SOx.</p> <p>Se considera necesario la implementación de 2 equipos de monitoreo de SOx, los cuales deberán ubicarse en las zonas donde se presentan las máximas concentraciones: el corredor vial de la quebrada la Ayurá, entre las avenidas el Poblado y Regional y en la zona limítrofe con los Municipios de Itagüí y Sabaneta.</p> <p>Estación Ayurá. Esta estación contará con equipos de monitoreo de PST, CO, SOx y NOx, ya que para estos cuatro contaminantes la zona presenta problemas. Se recomienda ubicarla diagonal a la Escuela de Ingeniería de Antioquia (EIA) en la azotea del edificio Stefania's. Otro sitio recomendado podría ser la propia Escuela de Ingeniería de Antioquia ya que esta tiene una facultad de Ingeniería Ambiental, y de esta forma los estudiantes de la misma podrían realizar sus prácticas académicas y al mismo tiempo contribuir en la obtención de los datos; sin embargo, si se quisiera ubicar la estación en este lugar, habría que hacer las adecuaciones necesarias, ya que la parte superior de las edificaciones no cuenta con una infraestructura que permita colocar los equipos necesarios.</p> <p>Estación Centro. La estación Centro (carrera 43 con calle 38 Sur) contará con un equipo para el monitoreo de PST y una estación meteorológica. Esta estará ubicada en el parque central del Municipio de Envigado, se recomienda como sitio de ubicación la azotea del edificio Quórum el cual cumple con las especificaciones de la EPA, pese a que sobrepasa por no más de 3 metros la recomendación de ubicación vertical. A pesar de que el flujo de aire libre no es tan amplio como en el caso de la estación Ayurá, si está por encima de los 270° estipulados por los parámetros seguidos; no cuenta con árboles, sistemas de ventilación o chimeneas a su alrededor y está frente a una vía cuyo flujo no sobrepasa los 10.000 vehículos al día, por lo que la separación mínima para vías también se cumple.</p> <p>Estación Sur. La estación Sur estará ubicada en los límites con los Municipios de Itagüí y Sabaneta. Para esta se recomiendan 2 sitios: uno es la azotea de la Clínica de la Policía Seccional Valle de Aburrá (ver figura 34); el otro es la azotea de la sede de Enviaseo (ver figura 35). Esta estación, ubicada en cercanías de un sector industrial, contará con equipos para el monitoreo de PST, NOx y SOx.</p> <p>La estación Sur es la que tiene el mayor área de flujo libre de aire, por tener lotes aledaños sin construcciones y por tener un número relativamente bajo de edificios a su alrededor, en comparación a las otras 2 estaciones. La distancia entre la avenida el Poblado y la posible ubicación de los equipos en la Clínica de la Policía es de 60 metros aproximadamente, cumpliéndose así las estipulaciones de la EPA en cuanto a separación para vías se refiere, en tanto que la distancia aproximada entre la avenida el Poblado y Enviaseo es de unos 30 metros, razón por la cual los equipos en este sitio se encontrarían bajo una mayor influencia del tráfico vehicular que para el caso de la primera recomendación.</p>
--	---

	<p>Métodos y frecuencias de muestreo</p> <p>Los métodos y frecuencias de muestreo se basarán en las recomendaciones establecidas por la legislación colombiana en el Artículo 33 del Decreto 02 de 1982, las cuales se presentan a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Material particulado: se evaluará utilizando el método gravimétrico por muestreador en alto volumen, con una muestra tomada en forma continua, durante 24 horas, cada 3 días. • Dióxido de azufre: se evaluará utilizando el método colorimétrico con pararosanilina, tomando una muestra en forma continua durante 24 horas, cada 3 días. • Monóxido de carbono: se evaluará por medio de un analizador infrarrojo no dispersivo, tomando una muestra en forma continua desde las 6 horas hasta las 22 horas, en períodos de 8 horas. • Óxidos de nitrógeno: una muestra tomada en forma continua durante 24 horas, cada 3 días, utilizando el método del arsenito de sodio.
<p>Conclusiones</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ El corredor vial de la quebrada la Ayurá es la zona más crítica del Municipio de Envigado, ya que en esta zona los contaminantes modelados presentan sus máximas concentraciones para un período de 45 días con una concentración de 82 µg/m³. ➤ Según las modelaciones realizadas para PST en el programa ISCST3, en el área de estudio no se sobrepasa la norma diaria, y si continuara con el mismo comportamiento presentado para 45 días, se podría esperar que no cumpla con la norma anual establecida por la legislación colombiana. ➤ La modelación para CO, dio como resultado que en el Municipio de Envigado las concentraciones máximas no sobrepasan la norma según el Decreto 02 de 1982, 3235 µg/m³ para 1 hora y 1956 µg/m³ para 8 horas. ➤ Las concentraciones de NO_x obtenidas con la modelación para el área de estudio, no sobrepasarían la norma anual estipulada en el Decreto 02 de 1982, aunque estaría cerca del límite permisible. ➤ La modelaciones para SO₂ muestran que en algunos sectores del Municipio de Envigado no cumplen con la norma para 3 y 24 horas, en tanto que en esos mismos puntos se podría esperar que si se sigue misma tendencia presenta en la modelación para 45 días, no se cumpliría la norma anual. ➤ El mayor aporte de PST, NO_x y SO₂ proviene de las fuentes fijas, en tanto que las emisiones de CO son emitidas, casi en su totalidad por las fuentes móviles y sirven como instrumento para la toma de decisiones e implementación de medidas de control por parte de las autoridades ambientales

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Al comparar los valores registrados por muestreos de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire del Valle de Aburrá en el Hospital Manuel Uribe Ángel con los obtenidos en la modelación de PST, se determinó que la modelación presentaba un error del 18%, valor que puede considerarse aceptable para una modelación, esto se debe a que la modelación se realizó con datos reales de muestreos isocinéticos. ➤ El uso de factores de emisión para los diferentes combustibles puede sobreestimar o subestimar las concentraciones al momento de realizar la modelación; por lo tanto se requiere de datos reales para la calibración del modelo. ➤ Los modelos de dispersión permiten identificar de forma rápida cuales son las fuentes de emisión que están afectando más una determinada zona, y sirven como instrumento para la toma de decisiones e implementación de medidas de control por parte de las autoridades ambientales. ➤ El hecho de que los datos que se introdujeron en el ISCST3 fueron los mínimos requeridos por el programa, pudo haber influido en la incertidumbre de la modelación. Cabe aclarar que si se hubiesen utilizado otras opciones de modelación más complejas que requerían de más información, los resultados habrían sido diferentes, aunque no necesariamente más cercanos a la realidad. ➤ La falta de datos confiables del consumo de combustible para las fuentes fijas, son una causa de error tanto para calcular las emisiones de cada contaminante, como para realizar la modelación. ➤ Pese a que los sitios seleccionados para la ubicación de las estaciones no necesariamente cumplen con todos los parámetros establecidos por la EPA, son los que más se aproximan a todas las especificaciones técnicas y de seguridad que se deben tener en cuenta. ➤ La gran mayoría de las empresas no cuentan con datos de emisión diferentes a los de material particulado, razón por la cual fue necesario hallarlos por medio de factores de emisión de diversos autores. ➤ Las redes de monitoreo y la modelación de la calidad del aire, permiten escoger las estrategias de control de emisiones más óptimas para una determinada zona, es decir, permite determinar las políticas de corto y mediano plazo que contribuyan a mejorar la calidad del aire. ➤ Los factores de emisión utilizados son extranjeros, y por lo tanto no corresponden con las características físico-químicas de los combustibles utilizados por las industrias del Valle de Aburrá. ➤ Es importante contar con un modelo avanzado de dispersión de contaminantes, que permita simular la emisión, generación, transporte y dispersión de contaminantes como, PST, CO, NOx y SOx al momento de diseñar una red de monitoreo de la calidad del aire, el cual permita validar los inventarios de emisiones y adecuar la ubicación de las redes. ➤ Una modelación es una forma mucho más económica de identificar puntos críticos de una zona en estudio, y puede contribuir a la toma de decisiones que permitan controlar o mitigar los impactos causados a la comunidad por la contaminación atmosférica.
--	---

	<ul style="list-style-type: none">➤ La finalidad del diseño de la red de monitoreo es brindar una herramienta para la toma de decisiones que permitan mejorar la calidad de vida de los habitantes del Municipio de Envigado.➤ Para poder diseñar medidas que conlleven a mejorar la calidad del aire en una zona dada, es necesario conocer las relaciones cuantitativas entre las emisiones de contaminantes, tanto en escalas espaciales como temporales.➤ Los efectos de la contaminación atmosférica sobre los seres humanos dependen del tipo de contaminante y de sus concentraciones, frecuencia y tiempo de exposición. Nuestro país establece las concentraciones máximas permisibles de contaminantes para asegurar la protección de la salud y el bienestar de la población. Estos valores están estipulados en el decreto 02 de 1982.➤ El material particulado menor o igual a 10 micras (PM10) no fue discriminado del PST, por el hecho de que no se posee información suficiente para su modelación. Dado lo anterior, no fue posible hacer ningún análisis con respecto a este contaminante en especial.
--	--

Nombre del proyecto	Sistema de Información Metropolitano de la Calidad del Aire. Contrato 661 de 2004. Maria Victoria Toro Gómez; Néstor Waldyd Álvarez Villa; Andrea Marín Calderón.
Objetivos	<p>General</p> <p>Implementar un modelo de simulación atmosférica y un sistema de información metropolitano de calidad del aire.</p> <p>Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Instalar, montar y validar el modelo de pronóstico a mesoescala RAMS (Regional Atmospheric Modeling System) y el modelo de reacción química CAMx (Comprehensive Air quality Model with extensions), para la simulación del transporte y transformación de contaminantes de tal manera que permitan estimar la calidad del aire en el Valle de Aburrá. ➤ Montar, Instalar, y operar el sistema de modelación atmosférica regional, en las instalaciones del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. ➤ Identificar las zonas críticas del Valle de Aburrá mediante los resultados de los modelos de pronóstico y de reacción química donde se deben enfocar principalmente las acciones de control y de prevención de la contaminación atmosférica por parte de la Autoridad Ambiental. ➤ Pronosticar las concentraciones diurnas de los siguientes contaminantes: Partículas Suspendidas Totales menores de 10 micrones - PM₁₀, Ozono-O₃, Monóxido de Carbono - CO, Óxidos de Nitrógeno - NO_x, Óxidos de Azufre - SO_x y de compuestos orgánicos volátiles COV. ➤ Asesorar a los funcionarios designados por el Área Metropolitana en el montaje, instalación, operación y actualización del sistema de modelación atmosférica para el Valle de Aburrá. ➤ Adaptar la información arrojada por el modelo de pronóstico, a una forma sencilla, de tal manera que sea compatible con ARECNAVA (sistema de información del Área Metropolitana del Valle de Aburrá), permitiendo reportar la información en tiempo real dentro de la red de comunicaciones de esta entidad.
Metodología: Datos de origen. Muestreo. Tipo de Análisis.	<p>Instalación y montaje de los modelos RAMS y CAMx: El modelo de pronóstico meteorológico RAMS (Regional Atmospheric Modeling System) y el Modelo de reacción química CAMx (Comprehensive Air quality Model with extensions), son modelos GNU de dominio público diseñados para el estudio de la dispersión de contaminantes y el pronóstico de la trayectoria del viento, son obtenidos a través de la empresa ATMET y de la EPA, Los modelos son instalados en el sistema operativo linux que es el requerido para este tipo de algoritmos.</p> <p>Determinación de la circulación de viento en el Área de Estudio: Alimentación del modelo Meteorológico RAMS con la información obtenida de modelos globales y ejecución del mismo para un período de simulación.</p>

	<p>Los datos requeridos para la creación de los archivos de alimentación al modelo serán adquiridos del proyecto “Reanalyses” de la NCAR y de los sondeos verticales realizados por el IDEAM en Bogotá. Durante esta actividad se obtienen las líneas de flujo, las cuales se validan con base en los registros de dirección del viento, tanto para el período analizado, como para una hora característica del día. La circulación del viento en el valle se simula para un caso especial donde se identifiquen los vientos anabáticos y catabáticos además de la formación de la estructura térmica de la atmósfera sobre la ciudad.</p> <p>Validación de la circulación de viento con otro modelo (MEMO): Alimentación del modelo de pronóstico MEMO (MEsoescale MOdel) y simulación de las trayectorias eólicas para el mismo escenario de RAMS. Al finalizar esta etapa se evalúa el porcentaje de error entre los dos modelos de simulación y utilizando la mejor aproximación para la alimentación del modelo reactivo.</p> <p>Definición de Escenarios: Esta actividad consiste en simular condiciones futuras de las emisiones con base en el inventario realizado en PAMOMED (2003) y su posible evolución. Los escenarios pueden ser espaciales o temporales. En los espaciales se eligen las zonas donde es interesante ver el comportamiento de la dispersión de contaminantes realizando un enfoque con mayor resolución que la modelización general. Para el inventario de emisiones se considerará la base de datos del Área Metropolitana actual y se verá la posibilidad de interrelacionarla con los modelos.</p> <p>Mecanismo de reacción: El mecanismo que será seleccionado usará los Compuestos Orgánicos Volátiles específicos determinados durante el inventario de emisiones, además de los contaminantes primarios emitidos en el valle.</p> <p>Pronóstico: Luego de validado los modelos de pronóstico y de reacción química se realizarían pronósticos semanales para obtener los datos de la calidad del aire para mínimo 3 días.</p> <p>Verificación: La verificación y evaluación de los modelos de dispersión fotoquímica y meteorológica para los escenarios históricos definidos en el paso previo, se efectuará una comparación de los resultados obtenidos en la modelización con los datos de la calidad del aire en el área de estudio, que se obtendrán de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire del Valle de Aburrá.</p> <p>Sistema de información: Se diseñará un portal en Internet en el cual se visualizarán los resultados del modelo de pronóstico utilizando para ello bases de datos en ORACLE 9i. El sistema comprende el almacenamiento de datos y la visualización interactiva de la región en estudio, para la cual se tiene el pronóstico en cualquier parte del dominio.</p> <p>Capacitación del personal de Área Metropolitana del Valle de Aburrá: Capacitar en la instalación, montaje y ejecución del sistema de modelación atmosférica y del sistema de información al personal designado por el Área Metropolitana, el cual debe presentar un nivel adecuado en termodinámica, mecánica de fluidos, sistema Linux, meteorología y química general.</p>
--	--

	<p>Durante la capacitación se atenderán las consultas que se presenten durante la instalación, implementación y tiempo de garantía de la aplicación, que aseguren que el entorno de trabajo del usuario sea operativo.</p> <p>El objetivo del proyecto SIMECA es Implementar un modelo de simulación para el pronóstico meteorológico y para la dispersión de contaminantes atmosféricos. Para llevarlo a cabo se tomó el inventario de emisiones de contaminantes provenientes de fuentes industriales, transporte y vegetación en un dominio de 40x40 km² y resolución espacial y temporal de 1x1 km² y una hora, respectivamente realizado para el 2005 por la UPB.</p>
Contaminantes y/o efectos estudiados	<p>Partículas Suspendidas Totales menores de 10 micrones - PM₁₀, Ozono-O₃, Monóxido de Carbono - CO, Óxidos de Nitrógeno - NOx, Óxidos de Azufre - SOx y de compuestos orgánicos volátiles COV.</p>
Resultados	<p>Este modelo de pronóstico permite realizar proyecciones del estado del tiempo en el Valle de Aburrá reportando datos meteorológicos que son posteriormente usados para realizar el pronóstico de la calidad del aire utilizando el Modelo Comprehensive Air quality Model with extensions (CAMx,ENVIRON) que es un modelo de dispersión fotoquímico Euleriano el cual integra “en una -atmósfera” la evaluación de contaminantes gaseosos y partículas tales como el ozono, CO, NOx y COV’s igualmente se podrían visualizar las partículas respirables, PM10 y aerosoles, mercurio etc. para desarrollos futuros, sobre escalas tanto urbanas como continentales.</p> <p>Los resultados de los pronósticos meteorológicos y químicos son guardados en bases de datos que posteriormente son consultadas por los usuarios mediante el Sistema De Información Metropolitano De La Calidad Del Aire –SIMECA- que consiste en un portal de Internet (Figura 4) mediante el cual los usuarios realizan consultas de los datos en cualquier lugar del Valle y a cualquier hora del día.</p>
Conclusiones	<p>Los resultados de los pronósticos meteorológicos y químicos son guardados en bases de datos que posteriormente son consultadas por los usuarios mediante el Sistema De Información Metropolitano De La Calidad Del Aire –SIMECA- que consiste en un portal de Internet; mediante el cual, los usuarios realizan consultas de los datos en cualquier lugar del valle y a cualquier hora del día.</p>

Nombre del proyecto	Aplicación del modelo RAMS para el diagnóstico preliminar del medio físico atmosférico en la jurisdicción de Corantioquia. Universidad Pontificia Bolivariana, María Victoria Toro Gómez I.q. Msc. Phd. Néstor Waldyd Alvarez I.E.E. Sergio Luis Petro Bedoya I:M.
Objetivos	<p>General</p> <p>Implementación y ejecución del modelo de pronóstico RAMS para el diagnóstico preliminar del medio físico atmosférico de la jurisdicción de Corantioquia.</p> <p>Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Adquirir, instalar y ejecutar el modelo RAMS (Regional Atmospheric Modeling System). ➤ Estudiar y determinar el comportamiento de los parámetros meteorológicos dentro de la capa límite atmosférica en un periodo no menor a 1 año a partir de la información secundaria de estaciones superficiales del IDEAM. ➤ Estudiar las trayectorias del flujo del viento en el área de estudio para un periodo de 48 horas y en dos épocas del año donde las condiciones atmosféricas sean las más desfavorables para la dispersión de contaminantes. ➤ Calibración y Verificación del modelo RAMS con datos de estaciones de monitoreo del IDEAM para los días simulados. ➤ Enfocar las líneas de flujo eólico en las zonas de mayor interés para las subregiones de CORANTIOQUIA con las peores condiciones atmosféricas. ➤ Capacitar a funcionarios de la Corporación en la ejecución del Modelo RAMS.
Metodología: Datos de origen. Muestreo. Tipo de Análisis.	<p>Para la modelización de la circulación del viento se utilizó uno de los modelos mas reconocidos en el medio para el pronóstico de las trayectorias. El modelo RAMS (Regional Atmospheric Modeling System) es un código matemático altamente versátil desarrollado en la Universidad del Estado de Colorado (USA) y la división ASTER, para simular y realizar pronósticos de fenómenos atmosféricos, Los mayores componentes del modelo son:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Un modelo atmosférico que realiza las simulaciones reales 2) Un paquete para el análisis de datos el cual prepara archivos de entrada al modelo a partir de observaciones meteorológicas 3) Un modelo de visualización y un paquete de análisis de datos, que sirven como interfase entre los resultados de la simulación de RAMS con una variedad de software de graficación.

	<p>El modelo RAMS permite realizar el pronóstico de variables como velocidad y dirección del viento, temperatura, humedad relativa e incluso puede llegar a predecir el desplazamiento de una tormenta, en diferentes dominios los cuales pueden ser globales, regionales o simplemente de micro escala.</p> <p>Los datos de entrada al modelo consisten en perfiles verticales de velocidad y dirección del viento, temperatura y humedad relativa tomados en Bogotá para las horas 0 y 12 (Local Standar Time LST), del 7 y 8 de agosto de 2001.</p> <p>En la modelización de la circulación del viento es necesario realizar numerosos experimentos (Sounding e ISAN) hasta obtener un modelo de pronóstico que represente las variables estudiadas con un error mínimo de desempeño. El error se obtiene de la comparación de los datos reales obtenidos en estaciones superficiales meteorológicas con los resultados de la corrida del modelo, mediante la aplicación de los estadísticos: desviación fraccional FBIAS, el error cuadrático medio normalizado NMSE, y el Factor de 2 Fa2 que tienen las siguientes restricciones en la evaluación de los modelos. Se dice que un modelo está calibrado (o que es confiable) cuando cumple las siguientes condiciones:</p> <p>-0.3 \square FB* \square +0,3 NMSE* \square 0,3</p> <p>En los resultados obtenidos de la aplicación de estadísticos se observa que la simulación tipo ISAN de agosto es la que cumple con casi todos los estadísticos.</p> <p>Se podría concluir que las simulaciones SOUNDING pueden reportar el pronóstico con un nivel de certeza restringido al manejo de las variables de radiactividad, de usos del suelo y de interpolación de la topografía del suelo. Lo mas aconsejable es realizar modelizaciones ISAN con los datos obtenidos de los centros de Meteorología o construirlos con más detalle, es decir, realizar mas simulaciones SOUNDING con diferentes perfiles verticales conocidos a diferentes horas del día de tal manera que se obtengan suficientes archivos dp-p* como horas simuladas y aparte de esto construir suficientes archivos de datos de estaciones meteorológicas superficiales a diferentes horas del día.</p> <p>De las simulaciones anteriores se elige la ISAN para agosto 7, ya que resultó con la mejor aproximación, para realizar el análisis de trayectorias.</p>
Contaminantes y/o efectos estudiados	Variables meteorológicas.
Resultados	<p>Flujo del Viento en la Mañana:</p> <p>En la mañana el flujo del viento inicia su recorrido desde dos frentes. Uno proveniente del norte y del noreste que rodean la sierra de San Lucas confluyendo hacia el municipio del Bagre donde las corriente chocan y se anulan produciendo áreas con poca velocidad del viento.</p>

	<p>El viento que entra por el noreste es desviado hacia el este por una corriente que baja de la cordillera central, tal vez activado por el calentamiento del sol en el lado opuesto de la cordillera occidental. Este flujo luego es encausado hacia el sur siguiendo el Valle del Magdalena en las inmediaciones del Puerto Berrio y La Sierra. En los alrededores de Vegachí se muestra como en este sitio se generan vientos en todas las direcciones unas de las cuales se encumbran por la cordillera occidental alcanzando los municipios desde Medellín hasta Urrao siguiendo la topografía.</p> <p>Flujo del Viento en la Tarde: Al medio día y en la tarde hay mayor radiación solar ocasionando que el aire se eleve y este sea reemplazado por corrientes más frescas en la superficie. Esta turbulencia hace que el viento corra con mayor velocidad sobre la primera capa (900mb). Esta condición de inestabilidad modifica el flujo del viento presentado tres trayectorias en el dominio B. Una primera con altas velocidades se nota hacia el norte donde los vientos alisios del norte sobrepasan las serranías de San Jerónimo y Ayapel chocando hacia el oeste con una corriente que viene de esta dirección. Otro flujo que proviene del noreste pasa por todo el valle del Magdalena se une con la corriente que viene del norte formando un canal de drenaje marcado sobre la cordillera occidental hacia Amalfi y llegando a Santa Fe de Antioquia. Finalmente viene una corriente del sur que sube por el Magdalena y es cancelada por la corriente del norte creando zonas de atrapamiento del aire, tal como se observa en Puerto Triunfo. Allí los vientos son desviados hacia las dos cordilleras. Estos vientos anabáticos están normalmente húmedos y cálidos formando nubes lenticulares al ascender por las montañas.</p> <p>Flujo del Viento en la Noche: Durante la noche (1 LST) se presenta un patrón de vientos donde la dirección es bastante heterogénea en todo el dominio. Esto indica que se presenta la una circulación de viento debida a las masas de aire que aun permanecen calientes sobre la superficie terrestre. En general se observan dos corrientes predominantes, una que entra por el noreste al lado derecho de la sierra de San Lucas y otra que entra con dirección norte hacia el suroeste de esta serranía. En el municipio del Bagre se observan bajas velocidades del viento y actuando este sitio como punto de origen de varias zonas líneas de dispersión. El viento sigue la rugosidad del suelo internándose por el valle del Magdalena. Parte de estos suben por la cordillera occidental hacia el oeste con un flujo más o menos homogéneo.</p> <p>Flujo del Viento en el Valle de Aburrá: En la noche y en las primeras horas de la mañana el flujo del viento presenta una dirección homogénea hacia el oeste por el lado oriental del dominio. Contrario a lo que sucede cuando sale el sol que incrementa la velocidad del viento trayendo masas de aire provenientes del noreste al medio día y en las primeras horas de la noche. Se observa como el aire viene con una dirección este hacia el sur del dominio, baja por las laderas y se encausa por el valle siguiendo su topografía hasta drenar hacia el suroeste.</p> <p>Este fluido se observa con mayor intensidad hacia las horas de la tarde. Se muestra entonces, como la actividad antropogénica en el norte del valle afecta la del sur.</p>
--	---

Conclusiones	<p>El Modelo de pronóstico RAMS permite modelizar y predecir las trayectorias del viento para identificar cuales son las vías de drenaje de contaminantes en la Jurisdicción de CORANTIOQUIA con un nivel alto de confianza. Acá se vio como la mayor parte influenciada por estas corrientes es hacia el occidente debido a los vientos alisios que en esta época son más frecuentes.</p> <p>El modelo es una herramienta de gran valor para que la Corporación la aplique en la definición de zonas de alto riesgo de contaminación como es por ejemplo Yondó, que se encuentra muy cercano a la Refinería de Barrancabermeja, y las zonas del suroeste de Medellín donde la contaminación generada por la ciudad es arrastrada hacia el sur ocasionando tal vez problemas en la productividad de la tierra. Igualmente puede ser utilizada en el pronóstico de la generación y transporte de tormentas, actuando como un medio informativo de prevención, también se puede utilizar para el estudio del calentamiento de la zona, pronostico de variación del clima por el efecto del niño o de la niña, ser una parte del estudio de la generación y el transporte de contaminantes.</p>
---------------------	--

<p>Nombre del proyecto</p>	<p>Concentración de monóxido de carbono presente en el aire y la intensidad de ruido en el centro de la ciudad de Medellín. Convenio 480000064 de 2003.UNAL sede Medellín. Julian Bedoya V, Ph.D., Investigador Principal</p>
<p>Objetivos</p>	<p>General El objetivo general de este proyecto de investigación es Investigar y Evaluar los niveles de concentración de monóxido de carbono y de intensidad de niveles sonoros existentes en el centro de la ciudad de Medellín, área comprendida entre la Av. Ferrocarril, Cll. San Juan y Av. Oriental. Se seleccionará un área aproximada a un cuadrado de 2 Km. x 2 Km., que cubre básicamente la zona amarilla o anillo central de la ciudad.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar la recopilación y análisis de la información secundaria que permita establecer el estado del aire relacionado con el monóxido de carbono y el ruido en el Valle de Aburrá y en particular en el Centro de Medellín, resaltando metodología, actualidad de la información, confiabilidad, disponibilidad, soporte para medición de indicadores de calidad. • Operar y controlar los instrumentos de medición de la calidad del aire e intensidad de ruido ubicados en la malla de muestreo para el centro de la ciudad de Medellín, que abarque como mínimo el plan cuadrante establecido por la Secretaría de Tránsito y Transporte del Municipio, definido por el área limitada por la avenida del Ferrocarril, la calle San Juan y la Avenida Oriental. • Realizar la medición de niveles de intensidad de ruido, siguiendo un diseño experimental que cubra el área definida (malla geoestadística). • Realizar la medición de concentraciones de monóxido de carbono simultáneamente a las de ruido y siguiendo el mismo plan de muestreo (malla geoestadística). • Desarrollar técnicas de muestreo geoestadístico que permitan lograr el máximo de información con el mínimo costo, que sirva para evaluar la calidad ambiental por ruido y monóxido en el área del centro de la ciudad de Medellín. • Establecer por medio de técnicas geoestadísticas líneas de igual nivel de ruido (isófonas) y líneas de igual concentración de monóxido de carbono (isopletas), que permitan establecer áreas críticas. Analizar y valorar los datos de niveles de ruido presentes en el área descrita. Construir áreas isófonas para valores máximos y para las medianas estadísticas. • Construir los mapas que georeferencien la información obtenida para monóxido de carbono y ruido, teniendo en cuenta los parámetros técnicos de la Secretaría del Medio Ambiente. • Realizar actividades para el aseguramiento de la calidad de los resultados obtenidos en los muestreos.

	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer si existe correlación entre el flujo vehicular reportado en los estudios de tránsito y la concentración de CO medido en las calles del centro de Medellín. Describir el comportamiento (atenuación) del CO en dos cruces viales importantes seleccionados en el desarrollo del proyecto. Evaluar relaciones entre la densidad de flujo vehicular y los niveles de ruido para las vías involucradas en el estudio. • Evaluar el cumplimiento de normatividad colombiana con respecto al ruido ambiental y a las concentraciones de monóxido de carbono permitidas. • Comparar los datos obtenidos con preexistentes, relacionados con mediciones de monóxido de carbono y ruido en el centro de la ciudad cuando estos existan, de tal forma que puedan obtenerse indicadores de calidad, teniendo en cuenta las directrices del Sistema de Indicadores del macroproceso ambiental. • Realizar recomendaciones asociadas con las políticas de movilidad y transporte, que le permitan al macroproceso ambiental direccionar acciones hacia las Autoridades Ambientales y la Secretaría de Tránsito Municipal. • Divulgar estas técnicas en el país para desarrollar la eficiencia en los estudios ambientales. Realizar la divulgación de los resultados obtenidos en la valoración de la calidad del aire asociada a CO y a los niveles de ruido en el centro de la ciudad, en públicos estratégicos asociados a la problemática y a la aplicación de soluciones.
Contaminantes y/o efectos estudiados	Ruido y Monóxido de carbono.
Metodología: <ul style="list-style-type: none"> • Datos de origen • Muestreo • Tipo de análisis 	<p>DISEÑO EXPERIMENTAL</p> <p>Debido a la imposibilidad de obtener la información con base en un censo de toda la población (en este caso la población será casi de carácter infinito), se determina seleccionar una muestra significativa (32000 datos para cada variable) que represente de la forma más fiel posible el comportamiento de la misma y permita obtener conclusiones valederas y extensibles al resto de la población acerca de las características de interés presentes en ella.</p> <p>La toma de datos se realizó por diez días consecutivos durante las veinticuatro horas del día, incluyendo domingos y se hizo en parejas lo que permitió la medición simultánea de niveles de ruido y concentración de monóxido de carbono. El área definida para el estudio comprende aproximadamente un cuadrado de 2 km. por 2 km. en el centro de la ciudad de Medellín, área que cubre básicamente la zona definida por la Secretaría de Tránsito y Transporte como Zona Amarilla o Anillo Central de la ciudad. El área fue ampliada hacia el noroccidente para incluir parte del Río Medellín y zonas institucionales y residenciales dentro del estudio.</p> <p>El área definida para el estudio está dividida en zonas de similitud poblacional o de caracterización comercial o institucional, de acuerdo con la propuesta realizada en el estudio de ruido adelantado por la Universidad Nacional de Colombia en Octubre de 2003 (Correa et al., 2003).</p>

	<p>Es así como se definen diez zonas o estratos según su actividad residencial, comercial, institucional, administrativa y judicial, características tan diferentes que merecen una consideración en forma separada que es lo que le da la eficiencia al plan de muestreo. De esta forma se pueden identificar con mayor precisión las zonas de mayor nivel de ruido entre las estudiadas.</p> <p>Identificada el área de estudio y definidas las zonas en las cuales se dividió el área se realiza una segunda subdivisión, esta vez en cuadrículas de 154 m por 154 m, así entonces se consideran diez y seis cuadrículas en cada zona, los períodos de medición fueron de 50 minutos (10 minutos para desplazamiento y ubicación de equipos), en cada cuadrícula de forma que se recorriera una zona completa por día. Adicionalmente siguiendo con los requerimientos del paquete geoestadístico se define el punto central en cada una de las cuadrículas como punto para la toma de muestra.</p> <p>Para los estudios de concentración de monóxido se realizó un muestreo de 50 minutos de duración en cada una de las cuadrículas, el dato de mayor concentración es el utilizado para el análisis estadístico de datos.</p> <p>Las mediciones fueron realizadas en cuatro franjas horarias: 05:00-09:00, 11:00-15:00, 17:00-21:00, 23:00-03:00 y por cuatro equipos de operadores: Grupo A, grupo B, grupo C y grupo D.</p>																																																																																																																								
Resultados	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ZONA-CUADRIC</th> <th>MEDIA CO</th> <th>CALIDAD ATMOSFÉRICA</th> <th>ZONA-CUADRIC</th> <th>MEDIA CO</th> <th>CALIDAD ATMOSFÉRICA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Z01-1</td><td>1.19</td><td>Buena</td><td>Z03-1</td><td>2.29</td><td>Buena</td></tr> <tr><td>Z01-2</td><td>0.52</td><td>Buena</td><td>Z03-2</td><td>6.92</td><td>Aceptable</td></tr> <tr><td>Z01-3</td><td>4.38</td><td>Buena</td><td>Z03-3</td><td>4.22</td><td>Buena</td></tr> <tr><td>Z01-4</td><td>2.22</td><td>Buena</td><td>Z03-4</td><td>4.97</td><td>Aceptable</td></tr> <tr><td>Z01-5</td><td>5.59</td><td>Aceptable</td><td>Z03-5</td><td>1.72</td><td>Buena</td></tr> <tr><td>Z01-6</td><td>1.94</td><td>Buena</td><td>Z03-6</td><td>9.33</td><td>Inadecuada</td></tr> <tr><td>Z01-7</td><td>1.85</td><td>Buena</td><td>Z03-7</td><td>5.32</td><td>Aceptable</td></tr> <tr><td>Z01-8</td><td>0.42</td><td>Buena</td><td>Z03-8</td><td>18.11</td><td>Mala</td></tr> <tr><td>Z01-9</td><td>1.06</td><td>Buena</td><td>Z03-9</td><td>8.57</td><td>Aceptable</td></tr> <tr><td>Z01-10</td><td>1.39</td><td>Buena</td><td>Z03-10</td><td>5.29</td><td>Aceptable</td></tr> <tr><td>Z01-11</td><td>0.61</td><td>Buena</td><td>Z03-11</td><td>3.07</td><td>Buena</td></tr> <tr><td>Z01-12</td><td>2.85</td><td>Buena</td><td>Z03-12</td><td>7.27</td><td>Aceptable</td></tr> <tr><td>Z01-13</td><td>10.66</td><td>Inadecuada</td><td>Z03-13</td><td>4.16</td><td>Buena</td></tr> <tr><td>Z01-14</td><td>5.12</td><td>Aceptable</td><td>Z03-14</td><td>2.30</td><td>Buena</td></tr> <tr><td>Z01-15</td><td>2.04</td><td>Buena</td><td>Z03-15</td><td>5.70</td><td>Aceptable</td></tr> <tr><td>Z01-16</td><td>8.14</td><td>Aceptable</td><td>Z03-16</td><td>6.15</td><td>Aceptable</td></tr> <tr><td>Z02-1</td><td>6.16</td><td>Aceptable</td><td>Z04-1</td><td>3.50</td><td>Buena</td></tr> <tr><td>Z02-2</td><td>3.68</td><td>Buena</td><td>Z04-2</td><td>1.22</td><td>Buena</td></tr> <tr><td>Z02-3</td><td>3.48</td><td>Buena</td><td>Z04-3</td><td>1.51</td><td>Buena</td></tr> </tbody> </table>	ZONA-CUADRIC	MEDIA CO	CALIDAD ATMOSFÉRICA	ZONA-CUADRIC	MEDIA CO	CALIDAD ATMOSFÉRICA	Z01-1	1.19	Buena	Z03-1	2.29	Buena	Z01-2	0.52	Buena	Z03-2	6.92	Aceptable	Z01-3	4.38	Buena	Z03-3	4.22	Buena	Z01-4	2.22	Buena	Z03-4	4.97	Aceptable	Z01-5	5.59	Aceptable	Z03-5	1.72	Buena	Z01-6	1.94	Buena	Z03-6	9.33	Inadecuada	Z01-7	1.85	Buena	Z03-7	5.32	Aceptable	Z01-8	0.42	Buena	Z03-8	18.11	Mala	Z01-9	1.06	Buena	Z03-9	8.57	Aceptable	Z01-10	1.39	Buena	Z03-10	5.29	Aceptable	Z01-11	0.61	Buena	Z03-11	3.07	Buena	Z01-12	2.85	Buena	Z03-12	7.27	Aceptable	Z01-13	10.66	Inadecuada	Z03-13	4.16	Buena	Z01-14	5.12	Aceptable	Z03-14	2.30	Buena	Z01-15	2.04	Buena	Z03-15	5.70	Aceptable	Z01-16	8.14	Aceptable	Z03-16	6.15	Aceptable	Z02-1	6.16	Aceptable	Z04-1	3.50	Buena	Z02-2	3.68	Buena	Z04-2	1.22	Buena	Z02-3	3.48	Buena	Z04-3	1.51	Buena
ZONA-CUADRIC	MEDIA CO	CALIDAD ATMOSFÉRICA	ZONA-CUADRIC	MEDIA CO	CALIDAD ATMOSFÉRICA																																																																																																																				
Z01-1	1.19	Buena	Z03-1	2.29	Buena																																																																																																																				
Z01-2	0.52	Buena	Z03-2	6.92	Aceptable																																																																																																																				
Z01-3	4.38	Buena	Z03-3	4.22	Buena																																																																																																																				
Z01-4	2.22	Buena	Z03-4	4.97	Aceptable																																																																																																																				
Z01-5	5.59	Aceptable	Z03-5	1.72	Buena																																																																																																																				
Z01-6	1.94	Buena	Z03-6	9.33	Inadecuada																																																																																																																				
Z01-7	1.85	Buena	Z03-7	5.32	Aceptable																																																																																																																				
Z01-8	0.42	Buena	Z03-8	18.11	Mala																																																																																																																				
Z01-9	1.06	Buena	Z03-9	8.57	Aceptable																																																																																																																				
Z01-10	1.39	Buena	Z03-10	5.29	Aceptable																																																																																																																				
Z01-11	0.61	Buena	Z03-11	3.07	Buena																																																																																																																				
Z01-12	2.85	Buena	Z03-12	7.27	Aceptable																																																																																																																				
Z01-13	10.66	Inadecuada	Z03-13	4.16	Buena																																																																																																																				
Z01-14	5.12	Aceptable	Z03-14	2.30	Buena																																																																																																																				
Z01-15	2.04	Buena	Z03-15	5.70	Aceptable																																																																																																																				
Z01-16	8.14	Aceptable	Z03-16	6.15	Aceptable																																																																																																																				
Z02-1	6.16	Aceptable	Z04-1	3.50	Buena																																																																																																																				
Z02-2	3.68	Buena	Z04-2	1.22	Buena																																																																																																																				
Z02-3	3.48	Buena	Z04-3	1.51	Buena																																																																																																																				

Z02-4	2.32	Buena	Z04-4	1.30	Buena
Z02-5	5.98	Aceptable	Z04-5	1.25	Buena
Z02-6	8.73	Aceptable	Z04-6	1.84	Buena
Z02-7	3.18	Buena	Z04-7	4.62	Aceptable
Z02-8	1.92	Buena	Z04-8	2.34	Buena
Z02-9	6.84	Aceptable	Z04-9	1.06	Buena
Z02-10	2.52	Buena	Z04-10	1.79	Buena
Z02-11	2.71	Buena	Z04-11	0.38	Buena
Z02-12	0.60	Buena	Z04-12	2.18	Buena
Z02-13	1.60	Buena	Z04-13	3.44	Buena
Z02-14	2.33	Buena	Z04-14	2.89	Buena
Z02-15	3.13	Buena	Z04-15	3.62	Buena
Z02-16	4.19	Buena	Z04-16	1.45	Buena
Z05-1	1.15	Buena	Z07-1	1.16	Buena
Z05-2	0.17	Buena	Z07-2	4.21	Buena
Z05-3	1.64	Buena	Z07-3	3.14	Buena
Z05-4	0.90	Buena	Z07-4	4.52	Aceptable
Z05-5	2.05	Buena	Z07-5	0.71	Buena
Z05-6	1.54	Buena	Z07-6	0.01	Buena
Z05-7	0.43	Buena	Z07-7	3.15	Buena
Z05-8	4.32	Buena	Z07-8	1.20	Buena
Z05-9	2.03	Buena	Z07-9	2.53	Buena
Z05-10	0.08	Buena	Z07-10	9.54	Inadecuada
Z05-11	3.75	Buena	Z07-11	4.90	Aceptable
Z05-12	4.20	Buena	Z07-12	4.59	Aceptable
Z05-13	2.34	Buena	Z07-13	3.32	Buena
Z05-14	0.91	Buena	Z07-14	1.93	Buena
Z05-15	5.64	Aceptable	Z07-15	1.21	Buena
Z05-16	1.15	Buena	Z07-16	5.96	Aceptable
Z06-1	8.77	Aceptable	Z08-1	0.77	Buena
Z06-2	2.34	Buena	Z08-2	0.65	Buena
Z06-3	1.75	Buena	Z08-3	0.37	Buena
Z06-4	0.64	Buena	Z08-4	0.20	Buena
Z06-5	0.95	Buena	Z08-5	0.64	Buena
Z06-6	1.76	Buena	Z08-6	4.03	Buena
Z06-7	3.06	Buena	Z08-7	0.47	Buena
Z06-8	3.36	Buena	Z08-8	0.01	Buena
Z06-9	8.05	Aceptable	Z08-9	2.80	Buena

	Z06-10	3.24	Buena	Z08-10	3.37	Buena
	Z06-11	4.10	Buena	Z08-11	3.40	Buena
	Z06-12	4.17	Buena	Z08-12	4.05	Buena
	Z06-13	4.69	Aceptable	Z08-13	0.78	Buena
	Z06-14	1.63	Buena	Z08-14	6.96	Aceptable
	Z06-15	3.67	Buena	Z08-15	1.69	Buena
	Z06-16	6.02	Aceptable	Z08-16	1.65	Buena
	Z09-1	1.79	Buena	Z10-1	1.20	Buena
	Z09-2	4.55	Aceptable	Z10-2	0.78	Buena
	Z09-3	3.99	Buena	Z10-3	3.14	Buena
	Z09-4	2.45	Buena	Z10-4	2.45	Buena
	Z09-5	0.00	Buena	Z10-5	0.24	Buena
	Z09-6	0.62	Buena	Z10-6	1.34	Buena
	Z09-7	0.31	Buena	Z10-7	0.21	Buena
	Z09-8	0.00	Buena	Z10-8	1.20	Buena
	Z09-9	0.67	Buena	Z10-9	4.77	Aceptable
	Z09-10	4.15	Buena	Z10-10	0.94	Buena
	Z09-11	1.28	Buena	Z10-11	1.99	Buena
	Z09-12	5.62	Aceptable	Z10-12	2.78	Buena
	Z09-13	12.93	Inadecuada	Z10-13	2.12	Buena
	Z09-14	3.64	Buena	Z10-14	3.36	Buena
	Z09-15	4.38	Buena	Z10-15	5.13	Aceptable
	Z09-16	6.92	Aceptable	Z10-16	2.70	Buena
Conclusiones	<p>Los niveles de concentración de monóxido de carbono en el área estudio, permiten identificar sectores críticos como la Plaza Minorista, El Palo con El Huevo y la Av. Ferrocarril, donde se obtuvieron valores cercanos a la norma colombiana, y en particular para el sector de El Palo con El Huevo se superaron los límites permisibles establecidos tanto para norma horaria como octohoraria. Se diferencia el sector de la Alpujarra por presentar los niveles de concentración de CO más bajos del estudio.</p> <p>De acuerdo con la clasificación del Índice de Calidad PSI, el 77.5% de los sitios monitoreados presentan una calidad del aire buena, el 19.3% se clasifican dentro de la categoría de aceptable y el 2.5% presenta una calidad del aire inadecuada. Sólo uno de los sitios determino una calidad del aire mala. Se observa que los sitios afectados por los mayores niveles de ruido, también presentan niveles de concentración de CO importantes. De igual forma estos sitios están asociados a vías de alto flujo vehicular que permite correlacionar éstos fenómenos de contaminación con las fuentes móviles.</p>					

	<p>El uso de la geoestadística como herramienta de análisis, permitió corroborar los resultados obtenidos estadísticamente, identificando los sectores de mayor contaminación por ruido y las áreas en las cuales se encontraron las más altas concentraciones de monóxido de carbono.</p> <p>Del estudio podemos concluir que dentro del sector del Centro de la Ciudad de Medellín existe contaminación por ruido para casi la totalidad del área, en cambio se encuentra que a pesar de algunas observaciones puntuales de muy alto nivel, los promedios de concentraciones de monóxido no revelan contaminación del aire para la zona de estudio. El único punto que de forma categórica supera las normas establecidas tanto para ruido como para concentración de monóxido de carbono es el que se ubica en el sector de El Palo con El Huevo; de esta forma se concluye que el centro de la ciudad de Medellín no presenta contaminación ambiental por Monóxido de Carbono, de acuerdo al estudio realizado.</p>
--	---

Nombre del proyecto	Efectos sobre la salud de la contaminación por ruido y monóxido de carbono y prevalencia de síntomas respiratorios en el centro de Medellín, Hernando Restrepo Osorio. 2004.
Objetivos	<p>General Describir la prevalencia de hipoacusia y de síntomas respiratorios asociados a la contaminación por ruido y monóxido de carbono en la población que labora en el centro de la ciudad de Medellín.</p> <p>Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estimar la prevalencia de hipoacusia de la población que labora en el centro de Medellín por edad, sexo y nivel de contaminación por ruido. • Establecer la prevalencia de síntomas respiratorios de la población que labora en el centro de Medellín por edad, sexo y nivel de contaminación por monóxido de carbono.
Contaminantes y/o efectos estudiados	Hipoacusia y síntomas respiratorios.
Metodología: <ul style="list-style-type: none"> • Datos de origen • Muestreo • Tipo de análisis 	<p>tipo de estudio Se trata de un estudio transversal descriptivo sobre la prevalencia de síntomas y respiratorias y de intoxicación por monóxido de carbono, además de la prevalencia de pérdida auditiva en personas que laboran en el centro de la ciudad de Medellín. Este estudio esta basado en investigaciones realizadas sobre contaminación del aire por Monóxido de carbono (CO) y la intensidad de Ruido en el centro de Medellín; realizado por la Secretaria del Medio Ambiente, la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire del Valle de Aburrá y varias universidades de la ciudad.</p> <p>población y muestra La población de estudio se encuentra localizada en el centro de la ciudad de Medellín, en un área aproximada a un cuadrado de 2 km x 2 km, que cubre básicamente la zona amarilla o anillo central de la ciudad. Compreendida entre la Av. Ferrocarril, Cll. San Juan y Av. Oriental.</p> <p>Esta zona está catalogada como zona comercial, por el que la población de estudiada son personas que laboran en el comercio formal e informal en el centro de Medellín.</p> <p>El número de personas seleccionadas fue de 400. Para la toma de la muestra, se tuvo como base: una lista de personas que laboran en el centro de la ciudad, dato suministrado por Planeación Municipal.</p> <p>Para un mejor análisis de los resultados, se tomaron dos grupos de estudio, denominados de Mayor exposición y Menor exposición, ambos con el 50% de la población. Para la denominación del nivel de exposición, se tuvo en cuenta los resultados del estudio realizado por la Secretaria del Medio Ambiente entre el 2002-2003 de Medellín.</p>

	<p>Teniendo en cuenta la distribución por zonas del centro de la ciudad de Medellín, (ver figura 1 y tabla 11), se tomaron 11 sectores ubicados en las 9 zonas comerciales, ya que de la zona 1 no se seleccionaron sectores, debido a esta zona es considerada residencial. Seis sectores fueron tomados como lugares de <i>Mayor Exposición</i> y cinco sectores de <i>Menor Exposición</i> según los niveles de contaminación por ruido y monóxido de carbono repartidos por toda la parrilla central.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para los <i>Sectores con Mayores Niveles de Contaminación</i> se tuvo en cuenta que coincidieran, los resultados de ruido iguales o superiores a 72dB(A) y la concentración de monóxido por encima de 8 ppm (nivel considerado de intervención, en el que resultados superiores a este se debe comenzar a tomar medidas de intervención) . • Para los <i>Sectores con Menor Nivel de Contaminación</i> se tuvo en cuenta que los niveles de ruido sean menores a 68 dB(A) y menores en el nivel de intervención de monóxido de carbono (8 ppm).
<p>Resultados</p>	<p>Efectos auditivos</p> <p>La prevalencia estimada de hipoacusia según el índice ELI en 4.000 hercios fue de 12,8 por ciento en el oído derecho y de 13,0 por ciento en el oído izquierdo. Tales valores se consideran elevados, si se comparan con los obtenidos en poblaciones laborales y generales. En la refinería de ECOPETROL, en trabajadores no- expuestos tal prevalencia fue de 11,9 y de 8,0 por ciento en expuestos (Londoño, 1998). En mujeres trabajadoras expuestas al ruido debajo de 80 dB en una empresa de confección en Medellín la misma prevalencia fue de 7,8 por ciento en el oído derecho y de 8,7 por ciento en oído izquierdo (Restrepo, 2002). También, en las poblaciones expuestas a la contaminación por ruido de aviones del aeropuerto El Dorado de Engativá y Fontibón, la prevalencia fue de 6,9 por ciento en hombres expuestos y de 2,7 por ciento en mujeres expuestas (Londoño <i>et al.</i>, 2004)</p> <p>La prevalencia de hipoacusia por edad estimada en este estudio en las frecuencias no conversacionales confirmó la asociación positiva establecida en anteriores trabajos.</p> <p>Desde el punto de vista audiométrico, las prevalencias estimadas de hipoacusia en las frecuencias de los 4.000 y los 6.000 hercios no muestran diferencias significativas entre las poblaciones expuestas a niveles de ruido por debajo de 65 dB y 72dB y más. Llama la atención que en el presente estudio, las prevalencias puntuales en 4.000 y 6.000 hercios son muy similares, resultado que induce a pensar que para exposiciones inferiores a 80 decibeles, la aparición precoz del daño auditivo no es tan clara en la frecuencia de 4.000 hercios, a diferencia de lo hallado en poblaciones expuestas a más de 85dB (Restrepo, 2002).</p> <p>En poblaciones expuestas a más de 85dB se sigue encontrando que la primera frecuencia que se altera es la de 4.000 hercios, resultado similar al encontrado en la población laboral de ECOPETROL, en el cual se encontró que la primera frecuencia comprometida fue la de 4.000 hercios con una prevalencia de 34% y luego la 6.000 hercios con un 24,6%; en el oído derecho la prevalencia fue de 36,4% y en el oído izquierdo, de 26,6%.</p>

Estos hallazgos inducen a pensar que en la exposición ambiental por debajo de 85dB, las células ciliadas de la cóclea que primero se afectan son las más cercanas al estribo, con una respuesta fisiopatológica diferente a la que se da en una exposición por encima a los 85dB.

Se ha discutido que la clasificación ELI -índice de pérdida temprana de la audición- presenta con frecuencia falsos negativos cuando solo se tiene en cuenta una frecuencia aguda, razón por la cual algunos investigadores han impulsado la clasificación Larsen (Cristancho J, 2002) La experiencia de la Universidad de Antioquia permite afirmar que el índice Larsen presenta un sesgo hacia la positividad, razón por la cual se ha propuesto una modificación al índice ELI de Herman, que indica un daño auditivo en quienes presentan una disminución del umbral auditivo de 30 o más decibeles en las frecuencias de 4.000 o 6.000 hercios (Londoño, 2000).

El ELI extendido (en 4.000 y 6.000 hercios) por sexo y por edad presentó unos resultados que coinciden con lo referido en la literatura Internacional: mayor compromiso en el sexo masculino y en personas mayores.

La hipoacusia según el índice de Larsen mostró unas prevalencias estimadas excesivamente altas, que no se correlacionan con la evolución fisiopatológica del daño auditivo inducido por ruido, pues no es lógico que se presente una prevalencia de 13,8% en el grado I -que significa un daño precoz- y que se presente una frecuencia del 10,3% en el grado III, que indica un compromiso de frecuencias conversacionales que suele presentarse tardíamente después de muchos años de exposición. Es muy posible que los resultados obtenidos indiquen que este índice clasifique como positivos casos que no corresponden a exposición al ruido.

Resultados muy diferentes y mucho más lógicos presenta el indicador SAL, según el cual el 98% de los participantes gozan de una capacidad auditiva normal (SAL A y B) y solo el 2,1% presentan una disminución de la misma (SAL C en adelante). Estos resultados muestran una buena relación con los resultados que se observan según el índice ELI.

Por otra parte, el estudio detecta una alta prevalencia de hipoacusia con compromiso social de la audición. Al hacer una revisión exhaustiva de los perfiles audiométricos anormales se encontró que cinco curvas cumplen con rigor el perfil neurosensorial, lo que indica que la prevalencia hallada es de 1,2 por ciento, prevalencia que es similar a la encontrada en poblaciones expuestas a más de 85 dBA en empresas que tienen un buen programa de protección auditiva.

En la interpretación de los resultados audiométricos es necesario tener en cuenta que se tomaron criterios de exposición a ruido ambiental (exposición para 24 horas) y por esta razón el criterio de exposición fue menor de 68 dB(A) para un grupo y mayor de 72 dB(A) para el otro grupo. Los perfiles encontrados muestran unos umbrales audiométricos similares a poblaciones ocupacionalmente expuestas a niveles de ruido por encima de 85 dB(A). El deterioro auditivo encontrado no solo es debido a la contaminación proveniente del ruido al laborar en el centro de Medellín, sino que también esta asociado a otras exposiciones no laborales.

La población estudiada señaló que las principales fuentes de contaminación son las bocinas de vehículos automotores, el perifoneo de vendedores ambulantes y ventas callejeras de música utilizando equipos de sonido inadecuadamente en el espacio público; estas tres situaciones enunciadas se consideran prevenibles y podrían ser significativas en la prevención del deterioro auditivo de las personas que laboran u habitan en el Centro de Medellín. El decreto 948 del 5 de junio de 1995 del Ministerio del Medio Ambiente en el artículo 44 prohíbe el uso de altoparlantes y amplificadores en zonas de uso público y de aquellos que instalados en zonas privadas generen ruido que trasciendan el medio ambiente, salvo para la prevención de desastres, atención de emergencias y difusión de campañas de salud.

Síntomas y enfermedades respiratorias

Los resultados encontrados en el presente estudio reflejan dificultades en la interpretación de intoxicaciones leves ya que se ha discriminado por debajo y por encima del TLV (nivel de intervención) de 8 ppm, puesto que la literatura internacional ha estudiado la concentración que producen intoxicaciones graves que precipitan el estado de coma y posteriormente la muerte.

Cuando se distribuyen las poblaciones por encima y por debajo del 50% TLV (nivel de intervención) se encontraron deferencias estadísticamente validas entre los catalogados como expuestos (por encima del 50% del TLV) y no expuestos (por debajo del 50% TLV) cuando se pregunta "fatiga excesiva frecuentemente". En la fisiopatología de la intoxicación por CO se ha referido que precozmente se pueden presentar síntomas como el descrito, en la experiencias de estudio ambiental y ocupacional en nuestro medio no encontramos referencias sobre esta posible asociación

Los resultados en la prevalencia de tos, expectoración y sibilancias fueron similares a los encontrados para la ciudad de Medellín en el estudio de "prevalencia de síntomas respiratorios crónicos en Colombia"(Caballero A, 2004). Exceptuando la prevalencia de la disnea que fue de 38,5% en el presente estudio y de 26% en el referido.

En el mismo estudio el cual fue aplicado en una muestra de 5239 sujetos la prevalencia de sibilancias a nivel nacional fue de 39,2%, en tanto que el resultado del presente estudio para el centro de Medellín fue de 49,8%; con respecto a la disnea los resultados fueron del 30,0 y 38,5% respectivamente.

En estudios realizados en España los síntomas de tos, expectoración y sibilancias fueron similares, mostrando diferencias llamativas en cuanto a la disnea ya que para ellos el concepto de disnea se refiere a presencia de ahogo al subir un piso con un porcentaje del 10,4, mientras que en este caso se define la disnea como presencia de ahogo caminando rápido en lo plano o subiendo una cuesta suave, cuyo resultado presenta un 38,5%. Sin embargo para la ATS subir una cuesta suave y subir un piso es equivalente, lo cual sugiere que existe una diferencia significativa en este estudio con respecto al referido.

Según el estudio la gran mayoría de los bronquíticos crónicos por diagnóstico sintomático no han consultado al medico, lo cual refiere que la asistencia de esta población donde un especialista es bastante baja.

Conclusiones	<p>Efectos auditivos</p> <p>La prevalencia de pérdida temprana de la audición en frecuencia de 4.000 es de 19,8%.</p> <p>La prevalencia en hombres para ELI 4.000 es de 22,7% del total de hombres y 9,2% del total de mujeres.</p> <p>La prevalencia según edad es de 12,7% entre los 18 y 29 años de edad, de 20% entre los 30 y los 39 años y de 23,5% entre 40 y 65 años de edad.</p> <p>La prevalencia del ELI Extendido (4.000 y 6.000) es de 24,8% correspondiendo el 28% a hombres y el 12,6% en las mujeres. Por edad el 14% (18-29 años), 26,1% (30-39) y 29,5% (40-65 años).</p> <p>La pérdida social de la audición por el Índice SAL es de 2,1%.</p> <p>La pérdida social de la audición por el Método de la Asociación Médica Americana (AMA) es de 2,3%.</p> <p>El umbral auditivo promedio para la población estudiada es 15 dB(A) para las frecuencias de 500, 1.000 y 2.000, de 18 dB(A) para 3.000 y de 23 dB(A) para 4.000, 6.000 y 8.000.</p> <p>El perfil audiométrico encontrado en la población que labora en el Centro de Medellín es similar al perfil característico de las personas expuestas a niveles de ruido ocupacional por encima de 85 dB(A) en empresas que no cuentan con un buen programa de salud auditivo.</p> <p>La clasificación de la exposición a ruido de la población por el método AMA es más rigurosa desde el punto de vista matemático, lo cual permite ser mucho más asertiva que otras metodologías, mostrando resultados muy similares a la clasificación del índice SAL.</p> <p>La distribución de población por niveles de exposición entre menos de 68 dB(A) y por encima de 72 dB(A) no tiene valor predictivo en la evaluación de los umbrales auditivos y por lo tanto se ratifica que la distribución poblacional por exposición tiene validez epidemiológica ocupacional poniendo como valor límite 85 dB(A).</p> <p>Síntomas y enfermedades respiratorias</p> <p>La prevalencia de Tos y Expectoración fue de 14% en el total de la población.</p> <p>Las Sibilancias que pueden significar hipereactividad bronquial fueron reportadas en el 50% de los encuestados, en tanto que la Disnea fue de 38,5% y la Gripe del 42,5%.</p> <p>Al dicotomizar la población entre expuestos con punto de corte de 8 ppm no se encuentran diferencias significativas para los principales síntomas respiratorios del cuestionario de la ATS lo que ratifica que no existe correlación entre síntomas respiratorios y niveles de exposición por monóxido de carbono.</p> <p>La prevalencia de Asma es de 10% para los menores de 40 años y de 5% para los mayores.</p>
---------------------	---

	<p>La prevalencia de Asma referida para mujeres es de 10,7% y en hombres de 7%.</p> <p>La prevalencia de Bronquitis crónica para menores de 40 es de 5,9% y de 9,0% para los mayores de 40años.</p> <p>Por sexo es de 6% y 8,2% para mujeres y hombres respectivamente.</p> <p>La prevalencia de síntomas respiratorios crónicos y tabaquismo en los venteros ambulantes del centro de la ciudad de Medellín es mayor que la referida en estudios anteriores, en los cuales se ha aplicado la misma metodología, y han sido realizados en la población general de la ciudad de Medellín.</p> <p>La mayor prevalencia de los síntomas se asocia al consumo de tabaco.</p>
--	--

Nombre del proyecto	Modelo de emisiones atmosféricas para el Valle de Aburrá. MODEMED. 2001. Maria Victoria Toro.
Objetivos	<p>General</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Conocer la formación y el transporte de contaminantes fotoquímicos, utilizando un modelo de pronóstico a mesoescala y un modelo de dispersión fotoquímico euleriano en el Valle de Aburrá (Medellín, Colombia), donde la topografía compleja formada por la cordillera de los andes, proporciona unas condiciones adversas para dispersión de contaminantes atmosféricos. <p>Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Determinación de las emisiones de especies químicas, tanto orgánicas como inorgánicas, que provienen de las fuentes antropogénicas, debidas al transporte y a los procesos productivos; y las emisiones biogénicas provenientes de la vegetación, adaptando los métodos de la EPA y de CORINAIR al medio real de estudio. ➤ Identificación del campo de vientos o líneas de transporte en una región con topografía compleja y con características meteorológicas de una región tropical. ➤ Simulación y estudio de la contaminación Fotoquímica en la troposfera de una zona urbana y, en particular del Valle de Aburrá. (Medellín-Colombia) para un día típico. ➤ Verificación del mecanismo de reacción obtenido en la simulación, mediante la correlación de éstos resultados con los datos de la calidad del aire.
Metodología: Datos de origen. Muestreo. Tipo de Análisis.	<p>Para la simulación y la dispersión de especies reactivas sistema EUMAC ZOOMING MODEL (EZM).</p> <p>Para esta simulación se utiliza el sistema EUMAC (European Modelling Of Atmospheric Constituent) Zooming Model, el cual es un conjunto de programas para la modelización del flujo de viento, el transporte y la transformación de los contaminantes en una escala local o regional. Los modelos principales son el modelo de mesoescala no hidrostático MEMO, y el modelo de dispersión fotoquímica MARS. Además ya que este último requiere datos de las emisiones contaminantes, se ha desarrollado un modelo emisiones.</p> <p>Metodología para el tráfico rodado.</p> <p>Para la estimación de las emisiones provenientes del tráfico rodado fue necesario conseguir datos sobre el flujo de vehículos por las diferentes vías de la ciudad de Medellín, la red vial, y las características del parque automotor.</p> <p>Los datos necesarios para el estudio se obtuvieron de la secretaria de tráfico rodado y transporte del municipio de Medellín, Bello, Itagüí y Envigado, así como del departamento administrativo de Planeación Metropolitana y el Fondo de Prevención Vial Nacional.</p> <p>Para el tráfico rodado:</p> <p>Para la estimación de las emisiones provenientes del tráfico rodado, fue necesario conseguir datos sobre flujo de vehículos por las diferentes vías de la ciudad de Medellín, la red vial y las características del parque automotor.</p>

	<p>La información utilizada en la red de aforos de la secretaria de transportes y tráfico rodado de la ciudad de Medellín pertenece al periodo comprendido entre los años 1997 y 2000 inclusive.</p> <p>Los aforos con los que se trabajó fueron obtenidos a través de equipos de aforo manuales y automáticos. En total éstos aforos contaron con 18 tarjetas automáticas, 70 detectores vehiculares, 8 tarjetas aforadores manuales un medidor de velocidad y distancia y una estación semipermanente de aforo automático. Los datos recopilados poseen algunas deficiencias como el no registro de la duración del aforo (no se dispuso, en todos los casos, de información durante las 24 horas) y tampoco se contó con la detección del tipo de motocicletas.</p> <p>Para las emisiones biogénicas: Las emisiones procedentes de la vegetación juegan un papel importante en la química troposférica. Se ha establecido mediante diversos inventarios que contribuyen a las dos terceras partes de las emisiones globales (Guenther, et al 1994), excediendo incluso a las emisiones antropogénicas.</p> <p>La caracterización de las emisiones Biogénicas es compleja por la gran variedad de especies vegetales. La composición y las cantidades de los más de 40.000 COV encontrados dentro de las células de las plantas varían de cientos a miles en cada especie.</p> <p>Las emisiones biogénicas, son evaluadas a corto plazo y están influenciadas por factores ambientales como la temperatura, la radiación solar y la humedad relativa principalmente, y en menor medida por la humedad de la hoja la precipitación y la intensidad del viento. La emisión de los monoterpenos está influenciada por la temperatura, la del isopreno por la temperatura y al radiación solar.</p> <p>Las variaciones a gran escala de las emisiones aún no están bien definidas debido a tres aspectos: Variación de la emisión entre hojas de un mismo individuo, variación entre hojas de diferentes individuos de la misma especie y entre especies. Los compuestos (Isopreno y monoterpenos) son especialmente interesantes dada su alta reactividad fotoquímica.</p> <p>Para las emisiones industriales: La estimación de las emisiones industriales para el área de estudio se realizó por dos métodos diferentes: Monitoreos directos en la chimenea y por factores de emisión.</p> <p>Los datos de los monitoreos se extrajeron de los archivos del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Estos fueron realizados por la Universidad de Antioquia, Ingeaire y UPB, entre 1995 y 2003.</p> <p>Los registros presentan las emisiones de material particulado, los óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno. Se hizo un promedio de 20 horas de trabajo por industria, estimando que algunas industrias trabajan 24 horas, 16 u 8 horas. Se quitaron las 4 primeras horas del amanecer debido a que la mayoría de la producción de las industrias es en el día.</p>
--	--

	<p>Las fuentes para las que no se encontraron datos de monitoreos se calcularon utilizando los factores de emisión de la EPA (AP-42) (EPA, 1998). Estos factores relacionan la cantidad de contaminante emitido con la cantidad de producto o de combustible consumido.</p>
Contaminantes y/o efectos estudiados	<p>Combustibles, material particulado, SO₂, NO_x, NO, NO₂, CO, COV's, biogénicos (isoprenos y monoterpenos).</p>
Resultados	<p>Entre las 10 y las 12 del día la concentración de ozono va aumentando conforme se va desarrollando el mecanismo de reacción fotoquímica. Según este se va consumiendo en su mayoría el NO₂ por la reacción de fotólisis. Estas concentraciones son arrastradas hacia el suroeste dentro del Valle, donde se incrementan las emisiones del tráfico aumentando la cantidad de ozono.</p> <p>Los Oxidantes generados son transportados hacia el sur y suroeste del Valle sobre pasando la cordillera, mostrando las máximas concentraciones en cercanías al municipio de la estrella. El desplazamiento cubre una longitud de cerca de 60 Km. desde el norte y 50 kilómetros de ancho. Según el modelo, las zonas que reciben una mayor concentración de ozono corresponden al centro de Medellín e Itagüí, con una concentración máxima de 170 ppb, y la Estrella 190 ppb. El valor máximo se localiza en las zonas rurales de las montañas.</p> <p>Estos niveles de ozono superan los valores límites legales permitidos 120 ppb, según el decreto 02 de 1982 de la república de Colombia para medias horarias en la mayor parte del Valle, por lo que es importante implementar medidas de control de las emisiones del transporte rodado que es las fuente con mayor contribución de los óxidos de nitrógenos.</p> <p>Se observa que en la madrugada es baja la cantidad de éste contaminante y se ve localizado puntualmente en el centro de la ciudad. A éste hora igualmente el viento es de baja velocidad y la dispersión es mínima; más tarde se presenta la congestión del tráfico rodado en el valle, donde se encuentra el centro de Medellín, las concentraciones alcanzan un máximo de 4600 ppb y se dispersan moderadamente a lo largo del Valle sin sobre pasar las montañas indicando que a esta hora se presenta una capas de mezcla baja, que seguir el modelo tiene una altura máxima de 200 m sns. Al medio día las concentraciones son similares a las de la mañana, y se puede apreciar como la altura de mezclas es mucho más ancha o es nula o debido al calentamiento del suelo y al desarrollo de la turbulencia, haciendo que el penacho se forme y se distribuya el CO hacia el sur oeste sobrepasando la cordillera para bajar por la ladera, llegando al cañón del Río Cauca.</p>
	<p>La determinación de las emisiones de especies químicas, tanto orgánicas como inorgánicas, provenientes de las fuentes antropogénicas y las fuentes biogénicas, calculadas utilizando las metodologías de la EPA y CORINAIR, reportaron valores horarios de 47 compuestos orgánicos seleccionados teniendo en cuenta el mecanismo de reacción química EMEP.</p> <p>Los resultados reportaron que la mayor fuente de contaminación es el tráfico rodado con una cantidad global de 73878 t/año, que representa el 50% del total emitido en el Valle de Aburrá.</p>

Conclusiones	<p>De este porcentaje, el 71% corresponde a CO, el 11% a NOx, el 17% a COV y el resto a partículas suspendidas y SO2. La segunda fuente en importancia, y que emite un total de 69029 t/año son las industrias que son, además, las mayores contribuyentes de partículas suspendidas (49%) y de SO2 (27%). Las fuentes biogénicas que liberan en su mayoría COV (95%) participación con el 4% del total emitido por todas las fuentes.</p> <p>La emisión de contaminantes atmosféricos en el Valle de Aburrá, debido al tráfico rodado se presenta con mayor intensidad en la zona central urbana y centro occidental de la ciudad de Medellín, con horario crítico a las 7 y 19 LST.</p>
---------------------	---

Nombre del proyecto	Evaluación del material particulado en suspensión en el Valle de Aburrá. Echeverry L. Carlos A. Boletín de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire del Valle de Aburrá N° 8. Noviembre de 2001.
Objetivos	<p>General: Evaluar el material particulado presente en el Valle de Aburrá, de tal manera que le permita al Área Metropolitana del Valle de Aburrá como autoridad Ambiental priorizar las medidas de gestión ambiental y control frente a este contaminante.</p> <p>Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estudiar las características fisicoquímicas de las partículas existentes en la atmósfera del Valle de Aburrá. • Validar un modelo de dispersión de material particulado para determinar el grado de aporte en las concentraciones de material particulado existentes en una zona dada. • Cuantificar la participación real de fuentes de contaminación que permitan definir las denominadas áreas-fuente, estipuladas en el decreto 948 de junio 5 de 1995. • Identificar la concentración de fondo de material particulado en el Valle de aburrá y las áreas fuente identificadas. • Proporcionar pautas para el manejo y prevención de la contaminación atmosférica por material particulado, en las áreas identificadas como críticas. • Revisar las normas Colombianas referente a este contaminante y proponer los ajustes y cambios necesarios para su aplicación.
Contaminantes y/o efectos estudiados	TSP, PM10, metales (cromo, plomo , manganeso, magnesio, hierro, calcio, cobre) y hollín
Metodología: <ul style="list-style-type: none"> • Datos de origen • Muestreo • Tipo de análisis 	Para el estudio de partículas en suspensión en el Valle de Aburrá se utilizaron muestreadores de partículas totales (hi-vol), y de partículas respirables (PM10), realizando evaluación de concentraciones de fondo en tres sectores del Valle de Aburrá: sector Norte (Barbosa, Giradota y Copacabana); sector Central (Bello , Medellín, Itagüí, Envigado, La Estrella y Sabaneta); y sector Sur (Caldas). Se realizó una simulación de la calidad del aire utilizando el modelo ISCLT (Industrial Source Complex Long Term) desarrollado por EPA (USA). Se cuantificaron las concentraciones de metales pesados y hollín, en el material particulado colectado en los filtros.
Resultados	<p>Los resultados se analizaron según: Decreto 02 de enero 11 de 1982 Ministerio de Salud Colombia; decreto 948 de junio 5 de 1995 Ministerio del medio ambiente – Colombia.</p> <p>A partir de la localización y cuantificación de emisiones de partículas y de la simulación de la calidad del aire con el modelo ISCLT, se identificaron dos áreas fuentes de importancia: Sur e Industriales, en las que la densidad de emisiones sobrepasó los 48 Kg/h-Ha, y la concentración de material particulado en suspensión fue mayor a 100 µg/m³.</p>

	<p>Los metales más comunes encontrados en el material particulado son: hierro, manganeso y calcio con concentraciones no representativas; el hollín tuvo mayores concentraciones en los sitios asociados a alto tráfico vehicular.</p>
<p>Conclusiones</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Las concentraciones de PM10 se encuentran como principal problema de contaminación atmosférica por partículas suspendidas en el Valle de Aburrá. • Las concentraciones de fondo se identifican como un intervalo de concentraciones y no como valores fijos; esto se debe a que la calidad del aire es un fenómeno ambiental dinámico y complejo, que muestra variabilidad alta en el tiempo y el espacio. • Se detectó un gradiente de concentraciones de fondo de partículas suspendidas totales y respirables, aumentando de norte a sur del Valle de Aburrá. • En el Valle de Aburrá se distinguen dos áreas: las que necesitan atención especial por sus altas densidades en emisión de partículas y las áreas-fuente en las que sus emisiones de partículas totales suspendidas sobrepasa la norma anual. • Se plantean algunos cambios recomendados para la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire del Valle de Aburrá.

Nombre del proyecto	Consultoría para la evaluación de la calidad del aire, intensidad de ruido y sus efectos en la salud en 25 sitios de alto tráfico vehicular de la ciudad de Medellín, Universidad de Medellín – Universidad de Antioquia. Informe n° 1, contrato n° 470018171 - 470018172 de 2005. Medellín, septiembre de 2006.
Objetivos	General Evaluación de la calidad del aire, intensidad de ruido y sus efectos en la salud en 25 sitios de alto tráfico vehicular de la ciudad de Medellín.
Metodología: Datos de origen. Muestreo. Tipo de Análisis.	<p>Para conocer los principales elementos que condicionan las emisiones vehiculares y su impacto en la calidad del aire, se identificaron las vías de alto tránsito vehicular según estudios de la Secretaría de Transito y Transportes del municipio de Medellín. Entre el 26 de septiembre de 2005 y el 23 de enero de 2006 se realizaron visitas de campo por parte del equipo técnico y médico para seleccionar los posibles puntos de medición tomando en consideración que reunieran las condiciones de una unidad de muestreo (ubicación geográfica, tipo de construcción, actividades y otros factores influyentes en el ambiente a evaluar), así como las necesidades del equipo médico.</p> <p>La selección de los sitios y ubicación de los equipos de muestreo se realizó teniendo en cuenta los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ubicación de obras civiles. - Ubicación de núcleos humanos. - Objetivo del programa de monitoreo. - Tipos y características de las fuentes más importantes. - Los usos del suelo. - La meteorología. - Condiciones de seguridad. - No se recomienda emplear generadores eléctricos para el suministro de energía para los equipos de muestreo. <p>Se utilizaron los siguientes criterios para la ubicación final de los equipos de muestreo (PM-10 y muestreador de tres gases):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se debe localizar el muestreador en un área sin obstrucciones para el flujo de aire en un arco de 270°, especialmente en la dirección de las fuentes. - La distancia del muestreador a un obstáculo debe ser al menos dos (2) veces que el obstáculo sobresale arriba del muestreador. - Alrededor del área de influencia de las fuentes en estudio, se recomienda ubicar los equipos de muestreo a lo largo del perímetro de las fuentes o en sitios viento arriba y viento abajo de las mismas. - En las cercanías no debe haber chimeneas. <p>La altura de la toma de muestra de los equipos debe estar a una altura sobre el nivel del suelo que oscila entre 2 y 15 m, especialmente en áreas residenciales. Colocar la toma de muestra de los Hi-Vol a una altura mayor de 2 metros previene el muestreo de partículas asentadas debido a las corrientes de aire.</p> <p>Cuando no se puede garantizar lo anterior, el Hi-Vol debe ubicarse a nivel del suelo en lotes que cuenten con superficies duras que no posean depósitos de partículas o que estén cubiertos de vegetación no muy espesa.</p>

	<p>- Debe haber un espacio mínimo de las vías (> 50 m). Esto varía con la altura del monitor.</p> <p>- Condiciones de logística de los sitios.</p> <p>Periodo de medición Los muestreos se realizaron entre el 23 de enero y 10 de marzo de 2006 para los sitios de muestreo seleccionados. Cada punto se monitoreo durante 5 días (lunes a viernes). Las muestras de PM10, NO2 y SO2 se recolectaron durante un período de muestreo de 24 horas. Como periodo de medición para el CO, O3 y ruido se escogió el comprendido entre las seis de la mañana y la diez de la noche (16 horas), en el cual se incluyen la horas de mayor circulación vehicular. Se colectó un total de 125 muestras de partículas respirables (PM10), 125 muestras de dióxido de azufre (SO2) y 125 muestras de dióxido de nitrógeno (NO2).</p> <p>Dióxido de azufre. por medio de la técnica analítica por vía húmeda de la pararrosanilina (American Public Health Association and Environmental Protection Agency).</p> <p>Dióxido de nitrógeno. El método del arsenito de sodio provee una medida de la concentración másica del dióxido de nitrógeno en el aire ambiente (American Public Health Association and Environmental Protection Agency).</p>
<p>Contaminantes y/o efectos estudiados</p>	<p>En el presente estudio se consideró importante determinar las concentraciones de partículas menores de 10 micrómetros (PM10), monóxido de carbono (CO), ozono (O3), dióxido de nitrógeno (NO2) y dióxido de azufre (SO2), así como los niveles de presión sonora debido a la relación directa que existe entre algunos de estos contaminantes y el parque automotor.</p>
<p>Resultados</p>	<p>No se lleva a cabo una comparación de las concentraciones obtenidas en campo con la norma anual (70 µg/m³, 80 µg/m³ y 100 µg/m³ respectivamente), ya que el periodo de muestreo fue tan solo de 5 días en cada punto de muestreo; sin embargo, si las concentraciones de PM10 presentan el mismo comportamiento que el registrado en el periodo de muestreo para un periodo de 12 meses, posiblemente cuatro (4) puntos no cumplirían con la norma anual de calidad del aire para el año 2006 [Parque de Belén (punto 9), Colombia × Carrera 65 (punto 12), Casa de la Cultura (punto 17) y Avenida Oriental × Caracas (punto 24)] y tres puntos estarían muy cerca de ella [Carrera 65 × Calle 33 (punto 11), Cerca de Buenos Aires (punto 22) y Parque de Cristo Rey (punto 23)].</p> <p>Los sitios de muestreo que presentan los valores promedio más bajos para PM10 son Universidad de Medellín (punto 8), Barrio San Javier (punto 4) y Sena de Pedregal (punto 2) con una concentración de 34, 35 y 36 µg/m³ respectivamente.</p> <p>En la tabla 4.3 se presenta un listado de los cinco (5) puntos de medición que presentan las concentraciones promedio de PM10 más altas en el periodo de muestreo. Prácticamente en todos estos 5 puntos, la concentración promedio de PM10 supera la norma de calidad del aire anual (70 µg/m³).</p>

	<p>En promedio, todos los puntos de muestreo presentan una calidad ambiental que se encuentra en la categoría de “Aceptable”. De los 125 datos de calidad del aire (5 mediciones diarias en 25 puntos), el 78% presentan una calidad ambiental que se encuentran en la categoría de “Aceptable” y el 22% en “Inadecuada”. El Parque de Cristo Rey (punto 23), Colombia × Carrera 80 (punto 13) y Colombia × Carrera 65 (punto 12) son los puntos que presentan más días con una calidad del aire en la categoría “Inadecuada”.</p>
<p>Conclusiones</p>	<p>En términos generales se concluye que los 25 puntos de medición seleccionados no se presentan problemas de contaminación del aire por partículas respirables (PM10), óxidos de azufre (SO2), óxidos de nitrógeno (NO2) y ozono (O3). Por lo tanto las concentraciones de estos contaminantes no explicarían los hallazgos de salud encontrados.</p> <p>Mediante la utilización del índice de calidad del aire (ICA), el cual relaciona de forma ponderada todos los contaminantes evaluados, se determinó que los 25 puntos evaluados presentan una calidad ambiental que se encuentra en la categoría “Aceptable”, a pesar de que en algunos puntos se encuentran concentraciones de monóxido de carbono que sobrepasan la norma horaria y octohoraria durante el periodo de muestreo.</p> <p>Es importante anotar que los índices de calidad del aire se establecen con base en las normas de calidad del aire a corto plazo (24 horas o menos) y por lo tanto no tienen en cuenta los efectos a largo plazo. Desde ese punto de vista, hay cuatro sitios de medición que posiblemente no cumplirían con la norma anual de calidad del aire [Parque de Belén (punto 9), Colombia Carrera 65 (punto 12), Casa de la Cultura (punto 17) y Avenida Oriental Caracas (punto 24)] si las concentraciones de PM10 presentan el mismo comportamiento que el registrado en el periodo de muestreo para un periodo de 12 meses.</p> <p>Las concentraciones registradas de CO oscilaron entre un máximo de 30.32 ppm [Poblado (punto 25)] y un mínimo de 1.13 ppm [Sena de Pedregal (punto 2)] para los veinticinco sitios de muestreo seleccionados, poniéndose de manifiesto el nivel crítico de este contaminante en algunos de los puntos de muestreo. Los niveles de monóxido de carbono medidos permiten identificar sectores críticos como El Poblado (punto 25), Universidad de Antioquia (punto 20), Colombia Carrera 65 (punto 12), Parque de Cristo Rey (punto 23) y El Palo con el Huevo (punto 19), donde se obtuvieron valores por encima de la norma de calidad del aire para un periodo de 8 horas (8.8 ppm). En cuanto a ozono, la Universidad de Medellín (punto 8), Robledo (punto 15), Villa de Aburrá (punto 10) y Palos Verdes (punto 16) fueron los sitios de muestreo en los que se incumplió la norma horaria de calidad del aire para ozono (0.061 ppm), con 5, 3, 2 y 1 ocasiones respectivamente.</p> <p>En cuanto a la norma de calidad del aire para un periodo de 8 horas (0.041 ppm), los siguientes son los puntos de medición en los que se incumplió la norma en algunas ocasiones: Universidad de Medellín (punto 8), Robledo (punto 15), Palos Verdes (punto 16).</p>

Nombre del proyecto	Evaluación de las partículas suspendidas totales (PST) y partículas respirables (PM10) en la zona de guayabal, medellín, Colombia. Alfredo Gómez, Enrique Henao, Eliana Molina y Francisco Molina. Septiembre de 2003.
Objetivos	General Determinar los niveles de concentración de las partículas suspendidas totales (pst) y partículas respirables (pm10) en la zona de guayabal, medellín, durante un período de cinco meses en el año 2000.
Contaminantes y/o efectos estudiados	PST y PM10
Metodología: • Datos de origen • Muestreo • Tipo de análisis	Se realizó el seguimiento de la calidad del aire en el Centro Administrativo Descentralizado (CERCA) de Guayabal, a través del monitoreo de las concentraciones de PST y PM10; el período de seguimiento cubrió cinco meses del 10 de mayo al 13 de octubre de 2000, para un total de 157 días, durante los cuales se tomaron 124 muestras de PST y PM10. La calidad del aire se evaluó con base en los conceptos, criterios y metodología del Decreto 948 de 1995, expedido por el Ministerio de Medio Ambiente de la República de Colombia y el Decreto 02 de 1982, expedido por el Ministerio de Salud de Colombia. Para el muestreo de PST se utilizó un medidor de alto volumen (hi-vol) y las partículas respirables se midieron con un PM10; a condiciones de referencia (25° C y 1 atm). Los datos fueron analizados utilizando el sistema de análisis de datos SPSS versión 10.0.
Resultados	“Se logró obtener 101 parejas de datos diarios de PST y pm10, lo cual permitió hacer una correlación poco explorada en Colombia, con resultados de R2= 0,91. Esto permite en estudios futuros una economía importante ya que midiendo PST, se puede estimar con alta confiabilidad el valor de PM10. La fracción PM10/PST arrojó un promedio de 0,62 indicando una participación importante de partículas respirables con respecto al total de partículas suspendidas.”
Conclusiones	“La concentración diaria de PST registrada fue de 113 µg/m ³ valor inferior a la norma diaria para Colombia (400 µg/m ³), sin embargo las concentraciones presentaron una tendencia a superar la norma anual de 100 µg/m ³ . Las concentraciones de diarias de PM10, con promedio de 74 µg/m ³ , no superaron ninguna vez la norma diaria DE 150 µg/m ³ (US EPA), sin embargo existe la tendencia a superar la norma anual (50 µg/m ³)”.

Nombre del proyecto	Evaluación de la Calidad del aire en zonas rurales de Valle de Aburrá. CORANTIOQUIA, GIA (UPB).Octubre 2005.
Objetivos	<p>General Evaluar la calidad del aire en zonas rurales que rodean al Valle de Aburrá y que hacen parte de la jurisdicción de Corantioquia.</p> <p>Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Monitorear la concentración de O₃, NO_x, SO_x, CO, en tiempo real y con equipos con protocolos de calibración. ➤ Monitorear la concentración de partículas respirables PM10, en tiempo real y con equipos con protocolo de calibración. ➤ Realizar mediciones de dirección y velocidad del viento, temperatura, presión barométrica, y radiación solar. ➤ Determinar los episodios de contaminación atmosférica en las zonas monitoreadas. ➤ Evaluar los contaminantes utilizando indicadores como el AQI (Air Quality Index). ➤ Observar y analizar la evolución horaria de la concentración de O₃, NO_x, SO_x, CO, a lo largo del día.
Metodología: Datos de origen. Muestreo. Tipo de Análisis.	<p>Estas evaluaciones fueron realizadas de acuerdo al Decreto N° 02 de 1982 y el Decreto 948 de 1995 ambos de la República de Colombia. Para la evaluación de PM10, se tomó como referencia las normas NAAQS (US-EPA).</p> <p>SELECCIÓN PUNTOS DE MONITOREO:</p> <p>La selección de estos, se ha realizado teniendo en cuenta las directrices de Corantioquia. Los puntos seleccionados pretenden cubrir el área rural del Valle de Aburrá y el área urbana del Municipio de Envigado, que pertenece a la jurisdicción de Corantioquia, y que presenten mayores problemas de contaminación según la experiencia de las territoriales Aburrá sur y Aburrá norte: Caldas (Codesarrollo), Caldas (la Valeria), Envigado (Sofasa), Itagüí (Manzanillo), Envigado (planta de Ayurá), Bello (Gases de Antioquia), Girardota (Transmetano), Copacabana (Comfama), Barbosa (papelsa), San Cristóbal (Subestación de energía EPM). La selección de los puntos ha sido complicada debido al difícil acceso en los sitios escogidos; por tal motivo se ha tratado de cumplir con los requisitos de ubicación dictados por la US-EPA.</p> <p>Los datos fueron tomados con mediciones realizadas con estación móvil. En cada estación de monitoreo se hicieron mediciones durante 15 días; del 19 de mayo al 3 de junio de 2005.</p> <p>El índice de calidad para ozono por estación se calculó con base en el índice de calidad del aire (AQI) de la US-EPA; se consideró dos alternativas para el ozono, para 8 horas continuas y para 1 hora de acuerdo con la norma de la NAAQS que establece que, una vez sean analizadas ambas alternativas se considera la mas desfavorable; para el caso en cuestión, la situación mas desfavorable fue siempre las 8 horas continuas.</p>

Contaminantes y/o efectos estudiados	O ₃ , NO _x , SO _x , CO, PM ₁₀
Resultados	<p>Resultados para monitoreos de Ozono (O₃):</p> <p>Es importante resaltar como solo una de las estaciones analizadas reportó un índice de calidad bueno en el 100% del tiempo de monitoreo de 15 días, que es Comfama-Copacabana; transmetano-Girardota, tiene su índice de calidad en un 100%, entre aceptable y bueno, y tres estaciones reportaron un índice de calidad pésimos como son: Manzanillo-Itagüí con 2.8%, Ayurá-Envigado con 2.5%, y gases Antioquia-Bello con 0.6%.</p> <p>Adicionalmente se reportaron porcentajes de índices de calidad malos en gases de Antioquia – Bello (0.9%), EPM San Cristóbal (0.7%), sofasa Envigado (1.8%), Ayurá-Envigado (5.3%), manzanillo-Itagüí (7.8%) y la Valeria-Caldas (0.9%); e inadecuados en Papelsa-Barbosa (1.62%), gases de antioquia (1.5%), EPM San Cristóbal (10.1%), Sofasa – Envigado (9.9%), ayurá – Envigado (9.3%), Manzanillo-Itagüí (9.8%), Codesarrollo Caldas (1.3%), y la Valeria-Caldas (4.1%).</p> <p>El índice de la calidad de aire para ozono, en términos generales para el norte del área rural del Valle de Aburrá, es bueno. Sólo para la estación Papelsa – Barbosa se reporta un 0.3% del índice en inadecuado, esto se debe posiblemente a la presencia de varias industrias cercanas a la estación de monitoreo.</p> <p>Índice de calidad del aire para PM₁₀ por estación:</p> <p>Muestra que el 95.6% de la zona rural del Valle de Aburrá y el área urbana del Municipio de Envigado, tiene el índice de calidad entre bueno y aceptable; sólo el 4.4% del tiempo monitoreado, la calidad es inadecuada. La participación por estaciones en este porcentaje de inadecuado es Sofasa-Envigado con un 37.5 % y gases de Antioquia-Bello con un (6.3%).</p>
Conclusiones	<p>Los resultados de las mediciones de CO, Nox y Sox, no sobrepasaron las normas vigentes sobre calidad del aire.</p> <p>Solo dos contaminantes sobrepasan las normas de calidad del aire y son: Ozono (O₃), y PM₁₀.</p> <p>Para ozono se determinó:</p> <p>El índice de calidad para ozono en todo el valle de Aburrá se distribuye de la siguiente forma: 83% bueno, 9% aceptable, 5% inadecuado, 2% malo y 1% pésimo.</p> <p>Se determinó que en las zonas occidental (EPM San Cristóbal y Manzanillo-Itagüí) y oriental (Gases de Antioquia-Bello y Ayurá-Envigado) del Valle de Aburrá, son sumideros de los contaminantes por su ubicación geográfica ya que las corrientes de vientos transportan estos, a todo lo largo del Valle en dirección Norte-Sur desde los sitios donde se originan hasta éstos lugares.</p>

	<p>Hay una notable influencia de variables meteorológicas, como las calmas presentadas en la estación EPM-San Cristóbal, que evitan que los contaminantes producidos en el sector se dispersen, y las variables de contaminación (debido a la cercanía de vías de alto flujo vehicular en las cuales los procesos de combustión a Diesel y gasolina generados por los vehículos automotores), emiten gran cantidad de gases primarios que por efectos de la radiación y las reacciones fotoquímicas son transformados en ozono.</p> <p>La única estación que no presentó episodios durante el tiempo de muestreo de 15 días fue Comfama – Copacabana, en ésta los análisis reportaron un índice de calidad bueno en el 100% del tiempo de monitoreo. La estación transmetano-Girardota tiene su índice de calidad en un 100% entre bueno y aceptable. Asimismo en Ayurá-Envigado se reportaron 61 episodios, en Sofasa - Envigado 47 y en EPM-San Cristóbal 59, siendo estas situaciones preocupantes por el número de veces que se rebasan la norma en un periodo corto de muestreo. Tres estaciones reportaron índices de calidad pésimos como son Manzanillo-Itagüí con un 2.8%, Ayurá-Envigado con un 2.5% y gases antioquia- Bello con un 0.6%.</p> <p>Estos índices de calidad alertan sobre la salud para las personas que se exponen por largos periodos de tiempo a éste tipo de contaminantes. Especialmente los efectos se pueden presentar en Manzanillo-Itagüí, Ayurá – Envigado donde los porcentajes son mayores y más críticos.</p> <p>En el caso de PM10:</p> <p>Para el presente estudio se presentaron dos estaciones que rebasan la norma NAAQS (US-EPA) y que fueron Sofasa-Envigado con 7 episodios y Gases de Antioquia-Bello con 1, registrando un 37.5% y un 6.3% de calidad del aire para PM10 inadecuado respectivamente.</p> <p>El AQI para éste contaminante en todo el Valle de Aburrá es 95.6% entre bueno y aceptable. Sólo el 4.4% del tiempo monitoreado, la calidad es inadecuada.</p> <p>Esta situación se explica debido a que en el caso de Gases Antioquia-Bello tiene en su cercanía calderas importantes de explotación de material pétreo como es canteras de Colombia así mismo, por un costado de ésta pasan importantes vías nacionales por las que circulan gran cantidad de vehículos automotores tanto a diesel como a gasolina confirmando que los procesos de combustión vehicular aportan material particulado a la atmósfera. Esta última situación es común a Envigado-Sofasa.</p>
--	--

Nombre del proyecto	Diagnóstico Ambiental Municipio de Girardota. (Capítulo 1.5. Recurso Atmosférico). Realizado por el Municipio de Girardota y Corantioquia, (convenio interadministrativo 4377 de 2002) y Corambiente.
Objetivos	<p>General Determinar los lineamientos para la planificación, administración y gestión ambiental del municipio de Girardota, mediante la formulación de un Diagnóstico Ambiental concertado con la comunidad que permita direccionar las políticas, programas y proyectos de orden ambiental.</p> <p>Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diagnosticar la situación ambiental actual del municipio de Girardota, mediante la participación de la comunidad, la recopilación de información y el trabajo de campo. • Presentar una propuesta de formulación incluyendo las políticas, programas y proyectos que permitan una adecuada planificación de los recursos naturales y del medio ambiente y que contribuyan al municipio de Girardota a alcanzar un desarrollo sostenible. • Identificar los problemas ambientales que se presentan en el municipio y señalar las posibles soluciones, teniendo en cuenta aspectos ambientales específicos.
Contaminantes y/o efectos estudiados	<ul style="list-style-type: none"> • Hollín, CO, NOx, SOx, material particulado en suspensión, olores por sustancias químicas, y orgánicas. • Enfermedades respiratorias (alergias, asma, infección respiratoria aguda)
Metodología: <ul style="list-style-type: none"> • Datos de origen • Muestreo • Tipo de análisis 	<p>Se describen las fuentes de contaminación atmosférica tales como las empresas asentadas en las zonas urbanas y rurales del municipio de Girardota; a grandes rasgos se definen los efectos que producen los contaminantes atmosféricos.</p> <p>Con el fin de evaluar el impacto de las fuentes fijas en la salud, se analizó la presencia e incidencia de tales efectos en la población del Municipio de Girardota, a través de indicadores sociales y de un seguimiento epidemiológico. Como indicadores sociales se han considerado las quejas y conflictos de la comunidad causadas por la contaminación atmosférica por fuentes fijas. El seguimiento epidemiológico se realizó mediante la compilación de los índices de morbilidad por enfermedades respiratorias en la población infantil.</p> <p>Se consultó en la Dirección Local de Salud los registros de quejas de la comunidad por emisiones atmosféricas provenientes de las industrias, encontrándose quejas de la comunidad del barrio Aurelio Mejía y del barrio La Florida.</p> <p>Se consultó por medio de una encuesta con los presidentes de Acción Comunal de barrios y veredas posiblemente afectados por la contaminación atmosférica, sobre la presencia de evidencias de ésta, tales como hollín, partículas y olores.</p>

	<p>Las condiciones de los criaderos de animales se evaluaron teniendo en cuenta su mantenimiento, que era un dato suministrado por la persona que atendía la visita, las condiciones de higiene que se evaluaba como buena, regular y muy regular, y el nivel de olor, el cual tenía una calificación de muy bajo, bajo, medio y alto.</p> <p>Los datos de origen de contaminación atmosférica fueron tomados de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Boletines de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire del Valle de Aburrá. • ECHEVERRI, Carlos et al. Evaluación del material particulado en suspensión en el Valle de Aburrá. En: Boletín de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire del Valle de Aburrá. Medellín No. 8; (nov 2001); p.34. • Evaluación del Impacto de las Fuentes Fijas, Móviles, de Ruido y de Olores sobre la Calidad del Aire del municipio de Girardota. Sandra Ríos. 2003 <p>Para obtener los datos de morbilidad fueron consultados los siguientes centros de salud del municipio de Girardota: Hospital San Rafael, Seguro Social, Centro Integral de Salud Comfama y CES (Corporación para Estudios en Salud). Los datos de Gozsalud y Cruz Roja no se consultaron.</p>
<p>Resultados</p>	<p>(Análisis de resultados según decreto 02 de 1982 - Colombia)</p> <p>Monitoreos de material particulado de la estación Liceo Manuel José Sierra, Municipio de Girardota (febrero 2001 a abril de 2003):</p> <p>En el año 2001 no se excedió la norma anual para TSP ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$), en ningún mes, sin embargo, en el mes de febrero la norma fue sobrepasada una vez ($109 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y en marzo 2 veces ($111$ y $115 \mu\text{g}/\text{m}^3$).</p> <p>Para el año 2002, los promedios mensuales no excedieron la norma anual, pero durante el mes de marzo se alcanzaron consecutivamente concentraciones de 96, 98, 116 y $121 \mu\text{g}/\text{m}^3$; durante los meses de julio a octubre no hay reportes de datos debido a la suspensión del monitoreo.</p> <p>En el año 2003 tampoco se registran datos mensuales que sobrepasen la norma, pero en el mes de abril se sobrepasa la norma anual en dos ocasiones, con valores de 103 y $155 \mu\text{g}/\text{m}^3$.</p> <p>Según los registros obtenidos en esta estación de monitoreo, nunca se ha excedido la norma diaria ($400 \mu\text{g}/\text{m}^3$).</p> <p>La mitad de los datos obtenidos durante los años 2001 y 2002 se encuentran entre 41 y $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y sólo un 3% excede la norma anual. En ningún caso se excedió la norma diaria de $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$.</p> <p>Monitoreo de material particulado de la estación de resultados estación Colegio Colombia. Municipio de Girardota:</p> <p>Con base en los resultados obtenidos en las encuestas realizadas, se determinó monitorear durante 7 días en el barrio Aurelio Mejía. El lugar seleccionado fue el Colegio Colombia. El periodo de muestreo comprendió desde el miércoles 4 de junio al lunes 16 de junio de 2003.</p>

Los datos de [PST] están a condiciones de referencia, por tanto se compara con el valor dado por la norma anual que es $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La mayor concentración de material particulado se encuentra el día 13 de junio/03 ($65 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y la menor concentración corresponde al día 14 de junio/03 ($16 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Por tanto, ningún día se sobrepasó la norma anual ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y mucho menos la norma diaria ($400 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Esto se debe principalmente a la alta frecuencia de lluvias durante el periodo de muestreo.

Monitoreo de gases SO_x y NO_x de la estación Liceo Manuel José Sierra. Municipio de Girardota:

En la estación Liceo Manuel José Sierra se cuenta con un equipo medidor de tres gases, con el fin de monitorear SO_x y NO_x. Aunque su operación comenzó desde el año 2001, solo se encuentran registros del primer semestre de 2002.

NO_x ($21 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y SO_x ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$), el promedio de los datos para el primer semestre del año 2002, están muy por debajo de la norma anual Colombiana, decreto 02 de 1982 ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) para c/u.

Tasa de incidencia de enfermedad respiratoria:

tasa de incidencia = # personas afectadas/ total población * 1000

En el año **2001** la población total del Municipio de Girardota era 36.940, por tanto la tasa de incidencia de enfermedades respiratorias es:

Incidencia de enfermedades de las vías respiratorias superiores fue de 47 niños por cada 1.000 habitantes.

Incidencia de enfermedades de las vías respiratorias superiores fue de 185 casos por cada 1.000 niños.

Incidencia de enfermedades de las vías respiratorias bajas fue de 4 niños por cada 1.000 habitantes.

Incidencia de enfermedades de las vías respiratorias bajas en el municipio de Girardota fue de 13 casos por cada 1.000 niños.

En el **2002** la población total es de 37.789, se encuentra que:

Tasas de incidencia en la población infantil respecto a la total es:

- Vías respiratorias superiores: **70** niños por cada 1.000 habitantes.
- Vías respiratorias bajas: **12** niños por cada 1.000 habitantes.

Tasas de incidencia en la población infantil con respecto a ella misma:

Para realizar los cálculos se tuvo presente que la población del municipio de Girardota entre 0 y 14 años en el 2002 era 10.354.

- Vías respiratorias superiores: **253** casos por cada 1.000 niños.
- Vías respiratorias bajas: **45** casos por cada 1.000 niños

	<p>En el año 2003, teniendo en cuenta que la población total proyectada es 38.654 y que de éstos 4.946 habitantes se encuentran entre 0 y 5 años, se encuentra que las tasas de incidencia son:</p> <p><u>Tasa de incidencia en la población infantil respecto a la total: 6</u> En el primer trimestre del año 2003 la incidencia de Infecciones Respiratorias Agudas en el municipio de Girardota fue de 6 niños menores de 5 años por cada 1.000 habitantes.</p> <p><u>Tasa de incidencia en la población infantil respecto a ella misma: 40</u> En el primer trimestre del año 2003 la incidencia de Infecciones Respiratorias Agudas en el municipio de Girardota fue de 40 casos por cada 1.000 niños menores de 5 años.</p>
<p>Conclusiones</p>	<p>No se presentan conclusiones generales y claras que articulen la información obtenida con cada uno de los aspectos mencionados en cuanto a: contaminación atmosférica por fuentes fijas, seguimiento epidemiológico a la población en enfermedades respiratorias, evaluación de contaminantes por fuentes móviles y encuestas realizadas a la población.</p>

Nombre del proyecto	Correlación entre fuentes de PST y la contaminación existente en dos zonas de estudio. Medellín Antioquia Colombia. 2004. GIGA (U de A) y GHYGAM (Politécnico JIC).
Objetivos	General Determinar la contribución de PST proveniente de diferentes fuentes de contaminación mediante el ajuste de la correlación entre la composición del PST de muestras ambientales y fuentes de emisión, en dos zonas de estudio de la ciudad de Medellín.
Metodología: Datos de origen. Muestreo. Tipo de Análisis.	Los dos sitios escogidos para este estudio fueron definidos como zona Centro (Aguinaga) y zona Guayabal (San Fernando), ambas estaciones de monitoreo de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire del Valle de Aburrá. Para proveer información sobre las características químicas de PST derivadas de las fuentes de contaminación se tomaron muestras de calderas de carbón, calderas de fuel oil, canchas de arena, construcciones, vehículos motor gasolina y ACPM y fuentes biológicas como residuos vegetales, y fueron analizadas las siguientes especies: Oxido de plomo (PbO), óxido de Calcio (CaO), óxido de aluminio (Al ₂ O ₃), óxido férrico (Fe ₂ O ₃) y compuestos volátiles. Los componentes químicos analizados se seleccionaron con base en el conocimiento general de las fuentes y teniéndose en cuenta la experiencia adquirida en investigaciones anteriores. La contribución de PST por las diferentes fuentes fue determinada utilizando un modelo fuente-receptor fundamentado en balance de masa química. La recolección de material particulado en ambiente se realizó con el apoyo técnico de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire del Valle de Aburrá, quienes suministraron las muestras ambientales del material particulado en suspensión (36 muestras en total para cada una de las zonas de estudio: Guayabal y centro). Utilizando un muestreador de alto volumen Hil-Vol modelo ACUvol 240. Este equipo fue calibrado después de cada periodo de muestreo controlando una tasa de flujo. La recolección de muestras se llevó a cabo en el periodo comprendido entre abril y diciembre de 2004 y la metodología de muestro incluye el procedimiento descrito por Sánchez y Gómez 2005. Para la cuantificación de metales (Calcio, plomo, hierro y aluminio) en muestras de material particulado recolectadas sobre filtros de fibra de vidrio, se ensayaron, adaptaron y calibraron metodologías reportadas en la literatura con la técnica de espectrofotometría de absorción atómica. Para ello se usaron mezclas de óxidos de los metales mencionados como patrones de calibración. El criterio para seleccionar la metodología adecuada fue obtener un porcentaje de error inferior a 10 al cuantificar los metales en las muestras patrón.

	<p>Para el análisis de hierro y aluminio se tuvo como referencia el método de la ASTM (Standard Test Method for Major and Minor Element in Coal and Coke Ash by Atomic Absorption), el cual implica una fusión con tetraborato de litio seguida de una disolución final con HCl. Para la calibración con los patrones impregnados sobre filtros de fibra de vidrio, fue necesario incrementar el tiempo de fusión de 15 minutos a una hora y se debió utilizar adicionalmente HP en la disolución. Para el caso del hierro se debió añadir cloruro de lantano para eliminar las interferencias debidas a la formación de compuestos estables en la llama durante la lectura en el espectrofotómetro de absorción atómica.</p> <p>Para la determinación de Calcio y Plomo se adquirió información de método General Atomic Absorption Procedure for Trace Metal in Airborne Material Collected on filters, tomado de methods o fair sampling and analysis. Este método consiste en tratar la muestra con su filtro de fibra de vidrio sobre la cual ha sido recolectada con una muestra de ácido nítrico y ácido clorhídrico y extraer los metales impregnados por medio de un equipo de ultrasonido. El método resultó ser adecuado para el calcio al agregar cloruro de lantano para eliminar interferencias en la lectura en el espectrofotómetro de absorción atómica, por la presencia de aluminio en la mezcla. En el caso del plomo, se adicionó cloruro de lantano para eliminar interferencias debidas no sólo a la formación de compuestos estables en el espectrofotómetro, sino también a la presencia de Ca^{2+} y se adicionó Na_2-EDTA por la presencia de carbonatos en la mezcla patrón.</p> <p>Las concentraciones modeladas se comparan con las concentraciones reales en la zona y se seleccionan aquellas soluciones (combinaciones de factores de influencia) que den errores combinados menores a los estipulados o se puede a su vez promediar estas soluciones para obtener una única solución. Una serie de ecuaciones formuladas y resueltas para una zona dada de estudio determina el impacto de las fuentes sobre esta, partiendo de la suposición de que las masas de partículas se conservan sin cambio químico desde el momento en la cual son emitidas desde la fuente hasta que son capturadas en el filtro de muestreo.</p>
Contaminantes y/o efectos estudiados	PST, fuentes biológicas como residuos vegetales tales como: Óxido de plomo (PbO), óxido de Calcio (CaO), óxido de aluminio (Al_2O_3), óxido férrico (Fe_2O_3) y compuestos volátiles.
Resultados	En los resultados de la caracterización fisicoquímica de las fuentes de contaminación estudiadas se observa que la composición química es variada y se resaltan dos tipos de estructura: orgánicas e inorgánicas, siendo el primer grupo las calderas de fuel oil, vehículos a gasolina y vehículos a ACPM y del segundo las calderas a carbón, vías, canchas de arena y construcciones. Se puede apreciar que el plomo fue el componente de menor contribución general, con muy poca variabilidad. Su contribución porcentual media fue 0.4 y su mediana 0.3, una contribución igualmente baja fue la del hierro cuyas medidas de tendencia central fueron: media 3.1 y mediana 2.9. Medias y mediana por debajo del 15% fueron los aportes de la alúmina y del calcio.

	<p>Se observa que las fuentes aportantes a la contaminación por material particulado de la zona centro y durante el periodo de estudio fueron: Vehículos ACPM 24.3%; fuentes biológicas 17% calderas a carbón 15.2% y otras fuentes con el 13.5%, resultados soportados por los altos valores de la media. Estas cuatro fuentes fueron responsables de cerca del 70 % de la contaminación por material particulado total en la zona. Es importante resaltar el aporte considerable 13.5% que las otras fuentes tiene sobre la contaminación total evaluada y considera que éste es el grupo de fuentes no estimadas ni analizadas fisicoquímicamente, siendo un objeto de investigación para la continuidad de estudios futuros. También se puede observare que las fuentes con aportes menores al 10% fueron en su orden vehículos a gasolina, canchas de arena, calderas de fuel oil y construcciones. Con aportes entre el 10 y el 20% están vías otras fuentes, calderas a carbón y fuentes biológicas. Finalmente la fuente de mayor aporte fue vehiculos con ACPM.</p> <p>Para la zona Guayabal, puede apreciarse que las cuatro principales fuentes de PST en su orden son: Otras fuentes, vehículos, ACPM, calderas fuel oil y vehículos a gasolina, responsables en su conjunto del 74% de la contaminación total. Cada una de las fuentes restantes aportan en promedio, menos del 7.10%. Además se pueden observar tres niveles de contaminación así: Con aportes menores al 10% están: Construcciones, vías, calderas de carbón, canchas de arena, y fuentes biológicas; entre el 10 y el 20% están: Calderas de fuel oil y vehículos a gasolina y finalmente por encima del 20% están las otras fuentes aportantes que no se incluyeron en el estudio y los vehículos de ACPM.</p>
<p>Conclusiones</p>	<p>Se logró desarrollar un modelo de correlación que permite estimar los aportes de fuentes seleccionadas a la contaminación generada por material particulado en suspensión, en una zona en la cual se tiene información sobre las características del material particulado y a la vez establecer que la composición química del material particulado existente en una zona estudiada, se puede utilizar como base para conocer las contribución de fuentes de composición química conocida. Para lograr una correlación confiable es muy importante que el análisis químico sea basado en métodos validados mediante patrones de calibración.</p> <p>El estudio de las especies fisicoquímicas existentes en las muestras, reportó amplias variaciones entre muestras, lo cual indica la complejidad del fenómeno y la forma tan variada en que las fuentes contribuyen a la contaminación. Adicionalmente, se pudo demostrar que son diversas las fuentes que contribuyen al problema (origen automotriz, urbano, industrial, otras de origen natural, como es el caso de los residuos vegetales y orgánicos).</p> <p>A partir del análisis se observa que los vehículos de ACPM presentan no sólo el mayor aporte a la contaminación sino también la mayor variabilidad en los datos. Se corrobora que las fuentes: Canchas de arena y vehículos a gasolina son las de menor aporte a la contaminación.</p>

Nombre del proyecto	Cálculo preliminar de factores de emisión por tráfico vehicular en la ciudad de Medellín; aplicación del programa US-EPA Mobile5a. Sergio Luis Petro Bedoya, Carlos Alberto Robledo Arango. UPB. Escuela de Ingenierías. Fac. de Ingeniería Mecánica Med. 2000.
Objetivos	<p>General</p> <p>Calcular los factores de emisión debidos al tráfico vehicular en la ciudad de Medellín para los contaminantes: monóxido de carbono (CO), hidrocarburos totales (HC) y óxidos de Nitrógeno (NOx), mediante la utilización del programa MOBILE5a desarrollado por la US-EPA.</p> <p>Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Estudiar las variables empleadas en el US-EPA MOBILE5a y discutir su aplicabilidad en la ciudad de Medellín. ➤ Calcular los factores de emisión para los años 1995 a 2000, con el fin de observar la evolución en el tiempo de la contaminación por automotores y el impacto conjunto de las medidas adoptadas para la reducción de la misma. ➤ Evaluar el comportamiento de los factores de las emisiones ante variaciones en algunas variables relacionadas por la contaminación por el tráfico vehicular, con el fin de analizar su importancia relativa en este aspecto.
Metodología: Datos de origen. Muestreo. Tipo de Análisis.	<p>Se utilizó el programa MOBILE5a desarrollado por la (US –EPA), alimentando cada una de las variables del programa con valores representativos de las condiciones particulares de la zona de estudio. Aplicando esta metodología se obtuvo los factores de emisión debidos a fuentes vehiculares en la ciudad de Medellín año 2000, para los contaminantes estudiados y para 8 tipos de vehículos que maneja el MOBILE5a. Igualmente se estudió el comportamiento de los factores de emisión compuestos para los años 1995 – 2000.</p> <p>Se recolectó la información variada acerca de la teoría de contaminación por fuentes vehiculares, incluyendo los estudios del tema realizados por el centro de investigaciones para el desarrollo integral (CIDI) y (CIA) U de A. El grupo GIA de la UPB, proporcionó información acerca de la teoría de emisiones atmosféricas, por medio de investigaciones realizadas sobre el tema.</p> <p>También se obtuvo información más específica de la página Web de la EPA.</p> <p>Variables de modelo: Las variables de modelo son tasas básicas de emisión o Basic Emisión Rates (Bers) y las tasas de desmejoramiento o Tampering Rates, que representan las ecuaciones básicas de cálculo de las emisiones de monóxido de Carbono (CO), hidrocarburos (HC) y óxidos de nitrógeno (NOx) , para los vehículos de cada tipo y año-modelo.</p> <p>Variables de la flota: En el US-EPA MOBILE5a, este grupo está conformado por 3 variables: Las tasas anuales de acumulación de millaje; la distribución de registro por edades y tipo de vehículo; y las fracciones de venta diesel.</p>

	<p>Distribución de Registro por edades y tipo de vehículos: Teniendo presente la similitud de las distribuciones de registro, la información necesaria para el cálculo de ésta variable en Medellín, se obtuvo en la secretaría de tránsito del Municipio de Envigado, pues para el año 2000 en el Valle de Aburrá, era la única entidad que disponía de una base de datos completa y sistematizada que permitió el análisis de la información de la forma en que lo necesitaba el programa US-EPA MOBILE5a. El tránsito de Envigado tenía matriculados, aproximadamente, el 25% total de los vehículos que circulaban por todo el Valle de Aburrá (secretarías de tránsito y Medellín-1999).</p> <p>Para las dos variables anteriores, El US-EPA MOBILE5a, exige utilizar los mismos valores para los LDGVs y LDDVs (vehículo liviano a gasolina y diesel) respectivamente. La US-EPA explica esta situación basándose en la dificultad que tendrían los usuarios del programa para desarrollar dicha información en los vehículos a gasolina y a diesel por separado y en que los patrones de uso y las Tasas de Acumulación de Millaje son generalmente iguales para ambos tipos de vehículos.</p> <p>La información de la secretaria de tránsito del Municipio de Envigado, se recibió en la forma de base de datos en hoja de cálculo especificando las siguientes características: Cilindraje, año, modelo, tipo de vehículo, combustible y servicio (privado/público).</p> <p>A partir del procesamiento de esta información, se obtuvo una matriz de doscientos datos en la que se describe para cada tipo de vehículo, el porcentaje que pertenece a cada año o modelo en particular.</p> <p>El primer paso hacia el análisis de los datos fue la clasificación de los vehículos asignándose a cada uno de los tipos de vehículo descritos, una clasificación dentro de las categorías con las que opera el US-EPA MOBILE5a (LDGV, LDGT1, LDGT2, LDDT, HDGT, HDDT, MC) teniendo en cuenta el tipo de combustible de cada vehículo.</p> <p>Para cada categoría se realizó un conteo del número de vehículos pertenecientes a cada año-modelo, hasta el grupo de 25 o más años de antigüedad. Para el cálculo de los factores de emisión para el año 2000, la distribución se realizó con los vehículos de año modelo 1999 hasta el grupo de 1995 o anteriores.</p>
<p>Contaminantes y/o efectos estudiados</p>	<p>CO, HC, NOx.</p>
	<p>Los resultados mostraron que mientras el factor de emisión de los contaminantes CO y HC, es muy sensible a las variaciones en el valor de las variables descritas, para el caso del NOx no lo es, pues la formación de este contaminante depende principalmente de la temperatura que se presente al interior de la cámara de combustión del vehículo.</p> <p>La adición de sustancias oxigenantes en la gasolina utilizada por los vehículos monitoreados permitió observar que las emisiones de CO y HC disminuyen considerablemente al aumentar la concentración de estos, mientras las emisiones de NOx se mantuvieron constantes ante la presencia de oxígeno en el combustible.</p>

Resultados	<p>Para un contenido promedio de aditivos oxigenados de 2.3%, se obtiene una reducción del 20% en la emisión de CO, y de un 7% en la emisión de HC, para las condiciones de la ciudad de Medellín. La emisión de NOx no se ve afectada por la adición de tales sustancias, pues estas son orientadas a aumentar la eficiencia en la combustión y no afectan apreciablemente la temperatura de funcionamiento del motor.</p>
Conclusiones	<p>La diferencia entre el comportamiento de los factores de emisión para el CO y HC con relación al del NOx, se explica por las características de la formación de éstos contaminantes. El CO y los HC se forman debido a la ineficiencia en la combustión en el motor, mientras que el NOx se forma principalmente por las altas temperaturas al interior del vehículo. La eficiencia en la combustión disminuye al disminuir la velocidad, por lo que la emisión de los primeros aumenta, mientras que la temperatura de funcionamiento de motor permanece relativamente constante al fluctuar esta variable, haciendo que la emisión del NOx permanezca estable. Así se puede observar que la emisión de CO y HC para vehículos en marcha mínima o ralentí (4.0 km/h) es casi 6 veces la emisión en velocidad de cruce (40.3 km/h).</p> <p>El desarrollo de este trabajo, permitió establecer la importancia del programa US-EPA MOBILE5a en el cálculo de factores de emisión vehicular para las condiciones específicas de un determinado escenario. Los valores obtenidos, representan la mejor aproximación a las condiciones particulares de la ciudad de Medellín, pues involucran toda la información regional disponible.</p>

Nombre del proyecto	Actualización y optimización del modelo de emisiones atmosféricas para el Valle de Aburrá MODEMED. Lina Maria García González; Catalina Rico Florez. UPB. Facultad de Ingeniería Mecánica, Medellín, 2003.
Objetivos	<p>General Actualizar el inventario de emisiones del área metropolitana del Valle de Aburrá y mejorar el programa para facilitar y agilizar el análisis de los datos.</p> <p>Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Actualizar el inventario de fuentes fijas ubicadas en el área Metropolitana del Valle de Aburrá del 2001-2002. ➤ Calcular y analizar las emisiones biogénicas utilizando el modelo Guenther 93 con valores meteorológicos medidos en la región. ➤ Evaluar las emisiones y el aporte de las fuentes móviles en el inventario total aplicando los factores de emisión calculados para la región, utilizando el modelo MOBILE5a EPA. ➤ Desarrollar una herramienta optima para el cálculo de las emisiones totales. ➤ Evaluar las tendencias de emisiones para el Valle de Aburrá.
Metodología: Datos de origen. Muestreo. Tipo de Análisis.	<p>Se optimizó el inventario realizado por el GIA (2001) mediante la actualización de las emisiones de las fuentes biogénicas con datos actuales medidos en la región utilizando el modelo Guenther 93, las emisiones de las fuentes móviles con los factores de emisión obtenidos por el MOBILE5a (EPA) y las emisiones de las fuentes fijas por medio de la actualización de las industrias en el valle de Aburrá; con el fin de conocer la tendencia en los últimos 5 años.</p> <p>Para el inventario se escogió el modelo BOTTON-UP, se adoptaron los factores de emisión de la EPA para el cálculo de las emisiones industriales y las biogénicas. Los contaminantes considerados se eligieron teniendo en cuenta los mecanismos de reacción química EMEP, del cual se tomaron 21 especies. Se definió una resolución temporal de 1 hora y un área de 40 x 40 Km2 con una resolución espacial de 1x1 Km2, donde están localizados los 10 municipios del Valle de Aburrá.</p> <p>Para el tráfico rodado:</p> <p>Para la estimación de las emisiones provenientes del tráfico rodado, fue necesario conseguir datos sobre flujo de vehículos por las diferentes vías de la ciudad de Medellín, la red vial y las características del parque automotor.</p> <p>Los datos necesarios para el estudio se obtuvieron de las secretarías de tráfico rodado y transporte de los municipios de Medellín, bello, Itagüí, envigado, así, como del departamento administrativo de planeación metropolitana y del fondo de prevención vial nacional. La información utilizada en la red de aforos de la secretaria de transportes y tráfico rodado de la ciudad de Medellín pertenecen al periodo comprendido entre los años 1997 y 2000 inclusive.</p>

	<p>Los aforos con los que se trabajó fueron obtenidos a través de equipos de aforo manuales y automáticos. En total éstos aforos contaron con 18 tarjetas automáticas, 70 detectores vehiculares, 8 tarjetas aforadores manuales un medidor de velocidad y distancia y una estación semipermanente de aforo automático. Los datos recopilados poseen algunas deficiencias como el no registro de la duración del aforo (no se dispuso, en todos los casos, de información durante las 24 horas) y tampoco se contó con la detección del tipo de motocicletas.</p> <p>Para las emisiones biogénicas: Las emisiones procedentes de la vegetación juegan un papel importante en la química troposférica. Se ha establecido mediante diversos inventarios que contribuyen a las dos terceras partes de las emisiones globales (Guenther, et al 1994), excediendo incluso a las emisiones antropogénicas.</p> <p>La caracterización de las emisiones Biogénicas es compleja por la gran variedad de especies vegetales. La composición y las cantidades de los más de 40.000 COV encontrados dentro de las células de las plantas varían de cientos a miles en cada especie.</p> <p>Las emisiones biogénicas, son evaluadas a corto plazo y están influenciadas por factores ambientales como la temperatura, la radiación solar y la humedad relativa principalmente, y en menor medida por la humedad de la hoja la precipitación y la intensidad del viento. La emisión de los monoterpenos está influenciada por la temperatura, la del isopreno por la temperatura y al radiación solar.</p> <p>Las variaciones a gran escala de las emisiones aún no están bien definidas debido a tres aspectos: Variación de la emisión entre hojas de un mismo individuo, variación entre hojas de diferentes individuos de la misma especie y entre especies. Los compuestos (Isopreno y monoterpenos) son especialmente interesantes dada su alta reactividad fotoquímica.</p> <p>Para las emisiones industriales: La estimación de las emisiones industriales para el área de estudio se realizó por dos métodos diferentes: Monitoreos directos en la chimenea y por factores de emisión.</p> <p>Los datos de los monitoreos se extrajeron de los archivos del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Estos fueron realizados por la Universidad de Antioquia, Ingeaire y UPB, entre 1995 y 2003. Los registros presentan las emisiones de material particulado, los óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno. Se hizo un promedio de 20 horas de trabajo por industria, estimando que algunas industrias trabajan 24 horas, 16 u 8 horas. Se quitaron las 4 primeras horas del amanecer debido a que la mayoría de la producción de las industrias es en el día.</p> <p>Las fuentes para las que no se encontraron datos de monitoreos se calcularon utilizando los factores de emisión de la EPA (AP-42) (EPA, 1998). Estos factores relacionan la cantidad de contaminante emitido con la cantidad de producto o de combustible consumido.</p> <p>Para el manejo de datos: El programa de emisiones atmosféricas para el Valle de Aburrá está realizado en Excel, consta de varios libros para cada fuente.</p>
Contaminantes y/o efectos estudiados	Combustibles, material particulado, SO ₂ , NO _x , NO, NO ₂ , CO, COV's, biogénicos (isoprenos y monoterpenos).

<p>Resultados</p>	<p>Los estudios realizados para el Área Metropolitana en 1996 y la universidad de antioquia 1999, utilizaron metodologías similares para la estimación de emisiones, emplearon el método de balance de masa y el tipo de inventario escogido, fue el TOP- Down. Se puede apreciar que las emisiones de CO presentan la mayor participación (71%) en los contaminantes atmosféricos. Los resultados de CO son similares en los dos estudios.</p> <p>En el caso de COV, se observa que no presentó ningún cambio, ambos resultados son el 8% de las emisiones totales quedando como el segundo mayor contaminante. Lo mismo ocurre con el material particulado, siendo la emisión del 7%. La mayor variación se presenta en el SOx, pues desde 1996 a 1999, disminuyó en una cuarta parte. El NOx disminuyó a la mitad.</p> <p>Entre 1996 y 1999 se observa que disminuyó la contaminación total, debido a la menor presencia notable de SOx y NOx, la razón de esto puede ser por los avances tecnológicos que permiten el uso de nuevos combustibles que aportan menor contaminación al ambiente. El estudio realizado por el grupo de investigaciones ambientales de la UPB GIA en 1999 se empleó la técnica para la estimación de emisiones por factores de emisión y el tipo de inventario fue el BOTTON-UP, al igual que el presente estudio.</p> <p>Se observa que el CO en ambos estudios es el mayor contaminante, pero a diferencia de los otros estudios, aumentó notablemente entre 1999 y 2003 en un 45%. Esto es debido a los resultados obtenidos de las emisiones vehiculares con el programa norteamericano MOBILE5a que fue aplicado para la ciudad de Medellín (Petro, et al 2000); mientras que los factores de emisión europeos utilizados en 1999, CORINAIR, arrojaron resultados diferentes.</p> <p>En los COV y el material particulado a pesar del transcurso de los años no se observa ningún cambio y continúan en un 7 y un 12% respectivamente, debido a que la industria no presentó un aumento considerable. El NOx disminuyó, debido a que la metodología empleada para las emisiones vehiculares fue diferente en cada estudio el MOBILE5a aproxima los factores de emisión más a la tecnología vehicular del Valle. El SOx aumentó un poco ya que se incluyeron en el inventario nuevas empresas, incrementando así la contaminación, éste aumento no es muy notable debido a que las emisiones de las industrias analizadas en 1999 no variaron considerablemente para el 2003.</p>
<p>Conclusiones</p>	<p>La principal fuente de emisión es el tráfico rodado con una cantidad global de 115969 t/año, que presenta el 59% del total emitido en el Valle. De éste porcentaje, el 89% corresponde a CO, el 2% a NO y el 9% a COV. En éste inventario no se incluyeron las emisiones de TSP y SO2 de los vehículos diesel, al carecer de información al respecto para un trabajo posterior se propone investigar los factores de emisión para TSP y SO2.</p> <p>Las industrias son la segunda fuente en importancia, emiten un total de 72413 t/año y son las únicas que aportan partículas suspendidas y SO2.</p> <p>Las fuentes biogénicas son importantes por la liberación de compuestos que participan en la fotoquímica atmosférica. Su aporte al COV a las mediciones biogénicas representa el 95%, aunque sólo representa el 4% del total emitido por todas las fuentes.</p>

	<p>La emisión de contaminantes atmosféricos en el Valle de Aburrá debido a fuentes vehiculares se presenta con mayor intensidad en la zona central urbana y centro occidental de Medellín, con horario crítico a las 7:00 p.m.</p> <p>Los municipios con mayor densidad industrial son Medellín, Itagüí y Sabaneta, representados en su mayoría, por los sectores alimenticio, textil, químico y metalmeccánico.</p> <p>El combustible más utilizado es el fuel oil No. 2, seguido por el carbón bituminoso y el fuel oil. Los municipios con mayor consumo de combustible son Medellín, Itagüí, Bello y Barbosa.</p> <p>Los gases liberados COV por la vegetación en el área de estudio se concentran en su mayoría en los bosques cercanos a Caldas (parque natural) y en la zona de piedras blancas en Santa Elena. Alcanzan la mayor emisión a las 13 horas.</p> <p>Las emisiones de CO representan la mayor participación en los resultados totales del inventario (53.6%) y son aportadas en su gran mayoría por las fuentes móviles, están relacionadas con procesos de combustión incompleta. Las bajas velocidades, la edad del parque automotor y las deficiencias en el mantenimiento de los vehículos, generan menos eficiencia en los motores de los vehículos y por lo tanto un incremento de la emisión de éste contaminante.</p> <p>Las emisiones de material particulado, se encuentran en un segundo lugar de la totalidad de los contaminantes emitidos (17.8%), están relacionadas principalmente con la combustión del carbón industrial.</p> <p>Las emisiones de SO₂ ocupan el tercer lugar (10.3%) provienen en su mayor parte de la combustión de energéticos con altos contenidos de azufre, como el carbón utilizado en el sector industrial.</p> <p>Entre 1999 y 2003 se podría concluir que la contaminación aumentó un 25%, éste incremento se debe especialmente a que los datos de afinaron con éste último inventario. Hay que tener en cuenta que las tres fuentes aportaron cambios a los resultados, las emisiones de tráfico rodado poseen gran incertidumbre en el estudio de 1999, por lo dicho anteriormente; las fuente fijas también afectan los resultados finales debido al incremento de empresas y al cambiar la PAR en las fuentes biogénicas, se ve afectada la emisión de COV. Entre 1999 y 2003 se podría concluir que la contaminación aumentó un 25%, éste incremento se debe especialmente a que los datos de afinaron con éste último inventario. Hay que tener en cuenta que las tres fuentes aportaron cambios a los resultados, las emisiones de tráfico rodado poseen gran incertidumbre en el estudio de 1999, por lo dicho anteriormente; las fuente fijas también afectan los resultados finales debido al incremento de empresas y al cambiar la PAR en las fuentes biogénicas, se ve afectada la emisión de COV.</p>
--	---

Nombre del proyecto	Patologías respiratorias en niños preescolares y su relación con la contaminación atmosférica de Medellín.
Disponibilidad	Proyecto en ejecución.
Referencia	Universidad de Medellín, Facultad de Ingeniería Sanitaria CES, Centro de Investigaciones, Facultad de Medicina
Objetivos	Establecer la asociación entre la concentración de los principales contaminantes atmosféricos en Medellín y la presentación de enfermedades respiratorias en niños menores de seis años.
Metodología	Estudio de tipo cohorte, con cuatro grupos poblacionales según los niveles de exposición a la concentración de contaminantes permitidos por la actual normatividad, así: concentración >100%, 76 a 100%, 51 a 75%, e < 50%. Son 720 niños (repartidos en 8 sitios), previo consentimiento informado de sus padres, 180 en cada subgrupo, y se toman 90 de cada zona, es decir, cada nivel de contaminación es evaluada en dos sitios diferentes de la ciudad, que están georreferenciados (GPS), y de esa forma se establece la distancia de la casa y el preescolar donde asiste el niño, y ninguno de los dos debe estar a una distancia superior a un kilómetro de los muestreadores. La exposición evaluada es PM10, PM2.5, ozono, hollín y metales. El evento será el desarrollo de patologías respiratorias (IRA, asma, bronquitis) durante nueve meses de observación, que incluirá un análisis económico sobre los costos directos de la atención en salud y la inasistencia escolar por estas enfermedades. La información se recopila mediante una entrevista telefónica mensual (morbilidad sentida).
Resultados y Conclusiones	Aún no hay resultados ni conclusiones porque actualmente está en proceso la investigación
Realizado por	Universidad de Medellín – CES. Jaime Eduardo Ordóñez Molina, Coordinador Componente Salud. Carlos Echeverri, Coordinador Componente Ambiente. Financiado por la Secretaría de Medio Ambiente.

Nombre del proyecto	Construcción de la línea base de calidad del aire en 10 municipios de la jurisdicción de Corantioquia.
Referencia	Corantioquia-Universidad de Antioquia (2003). "Construcción de la línea base de calidad del aire en 10 municipios de la jurisdicción de Corantioquia". Contrato inter-administrativo no. 4673 de 2003.
Objetivos	<p>General: Construir la línea base de calidad del aire, a partir de mediciones de diferentes contaminantes, identificando los principales problemas de contaminación atmosférica en el municipio, para la toma de decisiones y seguimiento futuro de la calidad del aire.</p> <p>Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificar los principales problemas de contaminación atmosférica en los municipios evaluados, para la toma de decisiones y seguimiento futuro de la calidad del aire. - Evaluar la calidad del aire mediante el uso de muestreadores pasivos y equipos de monitoreo convencionales manuales y automáticos. - Evaluar el uso de los muestreadores pasivos, en estudios de base y observación de tendencias de calidad del aire, como una alternativa económica y sencilla en comparación con los equipos activos y automáticos.
Metodología	<p>Estudio en zonas rurales de los municipios de Caldas, La Estrella y Girardota-Barbosa y las zonas urbanas de los municipios de Santafé de Antioquia, La Pintada, Andes, Yarumal, Caucaasia, Puerto Berrío y Segovia. En cada municipio se midieron los principales contaminantes atmosféricos acompañado de la medición de variables meteorológicas. (PST, partículas respirables, PM10, dióxido de azufre SO₂, dióxido de nitrógeno NO₂ y ozono O₃. En los municipios ubicados en el valle de Aburrá éstos contaminantes fueron medidos utilizando equipos automáticos. En los municipios restantes se utilizaron equipos activos manuales.</p> <p>Simultáneamente a estas mediciones se trabajó con muestreadores pasivos, en la medición de SO₂, NO₂, O₃ y partículas sedimentables, evaluando la posibilidad de utilizar en un futuro dicha técnica en el estudio de zonas rurales y zonas urbanas pequeñas. En los 10 sitios de muestreo se utilizaron métodos pasivos durante 6 meses, acompañados por métodos activos manuales o automáticos (14 días en el caso de equipos activos manuales y 1 mes para equipos automáticos).</p>
Resultados y Conclusiones	No se presentan problemas de contaminación atmosférica en los municipios de Santafé de Antioquia, La Pintada, Andes, Yarumal, Caucaasia, Puerto Berrío y Segovia. En las áreas rurales del valle de Aburrá (Caldas, La Estrella, Girardota-Barbosa), cercanas a zonas industriales y/o densamente pobladas, se presentan los mayores niveles de material particulado, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, pero éstos niveles están por debajo de los estándares establecidos en la norma colombiana de calidad del aire (aunque con eventos de violación de la norma horaria de calidad del aire para ozono).

	<p>De los municipios ubicados por fuera del valle de Aburrá, los municipios de La Pintada, Cauca, Puerto Berrío y Segovia, reportaron los mayores niveles de material particulado (debido a cercanía del sitio de muestreo a vías importantes de alto flujo vehicular). En las áreas rurales de los municipios de Caldas, La Estrella y Girardota-Barbosa, se presentaron eventos de calidad atmosférica inadecuada.</p> <p>En las áreas rurales del valle de Aburrá se presentan las concentraciones más altas de SO₂, NO₂, Ozono y partículas sedimentables.</p> <p>La medición con equipos de muestreo pasivo en los 10 municipios, reportó valores correlacionados con los reportados por equipos activos.</p> <p>Para valores superiores a los límites de detección ambos métodos se aproximan a los valores reales medibles, siendo un contraste con los intervalos de concentración no detectables por los métodos colorimétricos, con el cual las diferencias mayores no tienen incidencia en la interpretación de los resultados. Por lo tanto se confirma la validez técnica de los métodos pasivos para las evaluaciones de calidad del aire para los gases estudiados.</p> <p>Los sensores pasivos son una herramienta útil en la evaluación rápida de línea base de calidad del aire, ofrecen resultados en rangos de concentraciones similares a los generados por los equipos activos. Además, el uso de sensores pasivos, representa una ventaja económica frente al uso de equipos activos.</p> <p>De acuerdo con el alcance de éste proyecto, la medición con equipos pasivos en todos los municipios, durante seis meses, tuvo un costo total de \$22'140.000 (incluye costo del equipo y análisis), mientras el costo total de medir con equipos activos manuales, durante catorce días para cada uno de los 10 municipios, fue de \$13'230.000 (incluye insumos y análisis).</p>
<p>Realizado por</p>	<p>Corantioquia-Universidad de Antioquia. Contrato inter-administrativo no. 4673 de 2003.</p>

Nombre del proyecto	Construcción de la línea base de calidad del aire en 15 municipios de la jurisdicción de Corantioquia.
Referencia	Corantioquia, Universidad de Antioquia, Universidad Pontificia Bolivariana (2004). "Construcción de la línea base de calidad del aire en 15 municipios de la jurisdicción de Corantioquia". Contrato inter-administrativo no. 5915 de 2004.
Objetivos	<p>General:</p> <p>Medir la calidad del aire en las áreas urbanas y/o rurales de 15 municipios y corregimientos con el fin de obtener un diagnóstico que aporte información para el diseño de una red de monitoreo de la calidad del aire en la jurisdicción de CORANTIOQUIA.</p> <p>Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinar las concentraciones de los contaminantes atmosféricos mediante el uso de muestreadores pasivos y equipos de monitoreo convencionales manuales y automáticos. ▪ Identificar los principales problemas de contaminación atmosférica en los municipios evaluados, para la toma de decisiones y seguimiento futuro de la calidad del aire. ▪ Elaborar una propuesta para la implementación de una red de monitoreo de calidad del aire en la jurisdicción de CORANTIOQUIA.
Metodología	<p>Estudio en zonas rurales de los municipios de Santa Rosa de Osos, Segovia, Santa Bárbara, Bolombolo, San Jerónimo, Corregimiento de La Sierra (Dos puntos), El Bagre, Sopetrán, Corregimiento de Camilo C (municipio de Amagá), Cisneros, Corregimiento de Altavista (municipio de Medellín), Sabaneta, vereda Las Palmas (municipio de Envigado) y las áreas rurales de los municipios de Girardota e Itagüí. Se utilizó la misma metodología desarrollada en la primera fase del proyecto (Línea Base 1). En cada municipio se midieron los principales contaminantes atmosféricos (PST, partículas respirables, PM10, dióxido de azufre SO₂, dióxido de nitrógeno NO₂ y ozono O₃) mediante tres sistemas de monitoreo, activo manual, activo automático y pasivo, acompañado de la medición de variables meteorológicas.</p> <p>En las 16 estaciones de monitoreo (en el corregimiento de La Sierra se ubicaron 2 estaciones) se utilizaron métodos pasivos durante 6 meses, acompañados por métodos activos manuales o automáticos, con mediciones durante 15 días.</p> <p>Los resultados del proyecto fueron analizados mediante el uso del indicador de calidad del aire AQI (Air Quality Index), que corresponde a la última actualización realizada al PSI. La evaluación del AQI en los sitios estudiados muestra que en las áreas urbanas de Sopetrán, Camilo C, Bolombolo y en la estación ubicada en la Termoeléctrica en el corregimiento de La Sierra, la calidad del aire es buena.</p>

	<p>En las áreas urbanas de Segovia (estación ubicada en un sector de beneficio del oro), La Sierra (Caserío), Santa Bárbara, Santa Rosa de Osos, El Bagre y Cisneros y en el área rural del municipio de Itagüí, la calidad del aire se clasifica dentro de las categorías de buena y aceptable. En el área rural de Girardota, se presentaron eventos de calidad del aire inadecuada, en Altavista y Las Palmas, se presentaron eventos de calidad del aire mala y en Sabaneta eventos de calidad del aire pésima, debido a los niveles de ozono encontrados en éstos sitios.</p>
<p>Resultados y Conclusiones</p>	<p>Los niveles de calidad del aire en las 11 estaciones ubicadas fuera del valle de Aburrá no superan los estándares establecidos por la norma colombiana de calidad del aire para PST, SO₂ y NO₂ ni los límites permisibles por la EPA para partículas</p> <p>En las estaciones de Itagüí, Girardota, Altavista, Envigado (Las Palmas) y Sabaneta, tampoco se superan las concentraciones permitidas de PM₁₀, SO₂, NO₂ y CO. Sin embargo, se reportan episodios de contaminación por ozono que superan el valor límite permisible horario.</p> <p>Las concentraciones de material particulado más altas se registran en las estaciones de Segovia, La Sierra, Altavista y Girardota, las cuales se caracterizan por la actividad industrial en sus alrededores y la cercanía a vías de importante flujo vehicular.</p> <p>La estación Envigado, ubicada en la vereda Las Palmas, registraron los niveles más bajos de material particulado (menores a 20 µg/m³) y por lo tanto estas concentraciones fueron consideradas de fondo.</p> <p>Los niveles de dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno registrados en las 16 estaciones evaluadas son bajos teniendo en cuenta la norma colombiana diaria de calidad del aire para SO₂ (400 µg/m³) y la norma colombiana anual para NO₂ (100µg/m³). Las mayores concentraciones de éstos gases se registran en Girardota (SO₂: 42 µg/m³) y Sabaneta para (NO₂: 43 µg/m³). En la mayoría de las estaciones las concentraciones estuvieron por debajo de los límites de detección teóricos para cada contaminante (SO₂: 25 µg/m³ y NO₂: 9 µg/m³), las cuales se consideran concentraciones de fondo.</p> <p>El ozono, las partículas suspendidas totales y las partículas respirables se identifican como contaminantes críticos en la jurisdicción de CORANTIOQUIA. El dióxido de nitrógeno, el dióxido de azufre y el monóxido de carbono reportan una calidad del aire “buena” para los sitios evaluados, por lo tanto no se consideran contaminantes críticos.</p>
<p>Realizado por</p>	<p>Corantioquia- Universidad de Antioquia – Universidad Pontificia Bolivariana. Contrato No 5915/2004.</p>

Nombre del proyecto	“Evaluación de Alternativas para la Planificación Energética Sostenible de los Sectores Industrial y Transporte del Área Metropolitana del Valle de Aburrá”. Grupo Energía-Ambiente-Economía, Universidad Nacional de Colombia/Sede Medellín, Universidad de Los Andes.
Objetivos	<p>General</p> <p>Realizar evaluaciones de alternativas para la planificación energética sostenible de los sectores industria y transporte de los municipios del Valle de Aburrá.</p> <p>Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Actualizar y completar la base de datos de la información energética de los sectores industria y transporte de cada uno de los municipios jurisdicción de la entidad Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA). ➤ Implementar el esquema de modelamiento integral EAE (Energía-Ambiente-Economía), como una herramienta de apoyo a la toma de decisiones que apoye los proyectos actuales de planificación y el diseño de proyectos futuros en los sectores industria y transporte del AMVA, entre ellos proyectos de expansión de infraestructura energética, sustitución energética e innovación tecnológica. ➤ Realizar evaluación de escenarios con el modelo MARKAL sobre proyectos particulares de sustitución energética e innovación tecnológica en los sectores industria y transporte. ➤ Realizar evaluación de escenarios con el modelo MARKAL sobre entrada de nuevos proyectos industriales y de transporte en los municipios del AMVA y su influencia sobre el sistema Energía-Ambiente-Economía. ➤ Realizar evaluación de escenarios con el modelo MARKAL sobre las consecuencias en términos Energía-Ambiente-Economía de restricciones de emisiones para la industria y el transporte. ➤ Estimar emisiones de gases de efecto invernadero por fuente en los sectores industria y transporte. ➤ Estimar, a partir de la modelación bajo el esquema EAE, mapas de emisiones de contaminantes asociados a la actividad energética del sector industria y transporte de los municipios y desplegarlos en el Sistema de Información Geográfica Hidrosig con un alto nivel de discretización geográfica para cada municipio. ➤ Evaluar los impactos económicos, tecnológicos y ambientales de las emisiones de gases de efecto invernadero en el sistema de Energía-Ambiente-Economía de la jurisdicción del AMVA por la implementación del Plan Maestro de Movilidad de la región metropolitana y analizar proyectos particulares sobre el mismo, es decir, propuestas tecnológicas (ej. tipo de buses), propuestas de combustibles y propuestas de esquemas de rutas.
Metodología:	El estudio se apoya en el esquema de modelamiento Energía-Ambiente-Economía (EAE) con el modelo MARKAL.

	<p>El modelo MARKAL es un modelo de equilibrio para la organización global del sistema energético que satisface demanda final y servicios energéticos bajo restricciones de disponibilidad de recursos y restricciones ambientales. El modelo MARKAL ha sido aplicado a nivel de ciudad, país y regional (conjunto de países), con escalas temporales adaptadas. Además, permite una fácil comparación de resultados de casi todos los países donde se ha usado, ya que los resultados están disponibles en Internet.</p> <p>Durante el proyecto “Evaluación EAE para la Planificación Sostenible de Núcleos Locales: Caso de Aplicación del Área Metropolitana del Valle de Aburrá”, realizado por el Grupo EAE de la Universidad Nacional, Sede Medellín, se construyó una base de datos Energía-Ambiente-Economía de los municipios del Valle de Aburrá, incluidos todos los sectores de demanda de la región.</p> <p>Siguiendo la línea de planificación EAE y apoyados en la base de datos mencionada, se busca refinar la escala del modelo para mejorar la representación de los sectores industria y transporte del AMVA.</p> <p>Con base en la actualización de la información y los resultados de la modelación se obtienen impactos económicos, energéticos y ambientales (emisión de gases de efecto invernadero) de los proyectos bajo análisis.</p> <p>El enfoque se aplica sobre las emisiones y los costos de operación del sistema de los sectores industria y transporte en los 10 municipios del AMVA (no incluye un modelo de inmisiones o de circulación acoplado para actuar sobre la dispersión de contaminantes).</p> <p>El diseño metodológico incluye los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Reformulación y actualización de los sistemas energéticos de referencia de los sectores de interés. ▪ Revisión de los proyectos realizados en 2005 y 2006 relacionados con inventarios de procesos y emisiones industriales y proyectos actualizados del Plan de Movilidad. ▪ Levantamiento de información secundaria de inventarios industriales de proyectos en marcha y análisis de necesidades de levantamiento de información primaria por municipio. ▪ Procesamiento de la información a la escala de discretización necesaria. ▪ Delimitación temporal y espacial del escenario base del modelamiento. ▪ Calibración y análisis del modelo. ▪ Definición escenarios de modelamiento. ▪ Análisis de resultados de escenarios y retroalimentación de los mismos. ▪ Conclusiones y recomendaciones por escenario. ▪ Talleres de diseminación y difusión. ▪ Despliegue de la base de datos en el sistema ORACLE y despliegue de las emisiones en Hidrosig.
<p>Contaminantes y/o efectos estudiados</p>	<p>Efecto económico, ambiental y energético de las emisiones actuales del sector industria y transporte de los municipios del Valle de Aburrá y de los escenarios de futuros cambios en la utilización energética de estos sectores.</p>

<p>Resultados</p>	<p>El proyecto todavía está en curso y por lo tanto no se dispone de un informe final de resultados. Sin embargo, al término del proyecto se espera contar con los siguientes resultados:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Una base de datos refinada de la información energética de los sectores industria y transporte de los 10 municipios del Valle de Aburrá. ▪ Un conjunto de escenarios evaluados con el modelo MARKAL sobre proyectos particulares de sustitución energética e innovación tecnológica en los sectores industria y transporte. ▪ Un conjunto de escenarios evaluados con el modelo MARKAL sobre entrada de proyectos industriales nuevos en los municipios del Valle de Aburrá y su influencia sobre el sistema Energía-Ambiente-Economía. ▪ Un conjunto de escenarios evaluados con el modelo MARKAL sobre las consecuencias en términos de Energía-Ambiente-Economía de la restricción de emisiones para la industria y el transporte. ▪ Evaluar el costo del sistema energético local actual y futuro. ▪ La estimación de emisiones de gases de efecto invernadero por fuente asociada a la actividad de los sectores industrial y transporte, en el escenario actual y futuro. ▪ La modelación de proyectos para el Sector Industrial, específicamente en lo que respecta a: <ul style="list-style-type: none"> ○ Sustitución o introducción de nuevas tecnologías para el abastecimiento o la demanda de vapor y calor directo del sector industrial. ○ Efecto de cambios en la canasta energética. ○ Efecto de cambios en la configuración geográfica del sector por entrada o salida de proyectos industriales. ▪ La modelación de proyectos para el Sector Industrial, específicamente en lo que respecta a: <ul style="list-style-type: none"> ○ Evaluación del impacto del Plan Maestro de Movilidad. ○ Sustitución o introducción de nuevas tecnologías para satisfacer la demanda de movilidad. ○ Evaluación del sistema Metroplus bajo diferentes escenarios de asignación energética (DSO y GNV).
<p>Conclusiones</p>	<p>El modelamiento integral del sistema Energía-Ambiente-Economía constituye un insumo fundamental para la planificación energética sostenible del AMVA. No existen estudios de este tipo en el país, por lo cual esta experiencia piloto es importante para validar una herramienta que puede apoyar los procesos de toma de decisiones en cuanto a inversiones en infraestructura energética, sustitución energética e innovación tecnológica en los sectores industrial y de transporte del AMVA. Asimismo, los modelos tipo EAE permitirán a la región simular estrategias para organizarse a sí misma como usuaria y productora eficiente de energía.</p>

Nombre del proyecto	Plan de Mercadeo Programas de Fuentes Móviles del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (1998)
Ubicación	Centro de información y documentación Área Metropolitana del Valle de Aburrá.
Referencia	A02 0212
Objetivos	<p>General</p> <p>Realizar un plan de mercadeo para el programa de descontaminación por fuentes móviles manejadas por la unidad ambiental del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.</p> <p>Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diseñar estrategias para promocionar el control de emisión de gases a las fuentes móviles en los 9 municipios pertenecientes al Área Metropolitana del Valle de Aburrá. • Crear una campaña publicitaria de educación para posicionar el control de emisión de gases en las fuentes móviles. • Diseñar una campaña de incentivos para aquellas personas naturales o jurídicas que den cumplimiento a la ley que regula el control a la contaminación del aire por fuentes móviles en el primer año de funcionamiento.
Contaminantes y/o efectos estudiados	Monóxido de carbono, óxidos de azufre y de nitrógeno, hidrocarburos no quemados, material particulado.
Metodología: <ul style="list-style-type: none"> • Datos de origen • Muestreo • Tipo de análisis 	Para realizar el estudio se seleccionó una muestra al azar entre un total de la población, teniendo en cuenta aplicar el instrumento en lugares donde se tuviera acceso a todo tipo de vehículos (particulares y públicos) del AMVA. La encuesta se realizó de manera directa a la muestra, en el momento en que se encontraba ingresando o saliendo los vehículos en los lugares definidos para la recolección de la información.
Resultados	<p>Los resultados demostraron que la mitad de los conductores y/o dueños de vehículos de la jurisdicción del AMVA muestra una actitud positiva con respecto a la protección del medio ambiente, expresando que esta le corresponde a toda la ciudadanía. Solo una mínima parte de la población encuestada no tienen conocimiento de quién debe tener la responsabilidad al respecto. La distribución de estos puntos de vista se refleja así: 77.2% cree que es responsabilidad de toda la ciudadanía, 13.1% cree que al estado, 7.4% a las industrias y el 2.3% no sabe.</p> <p>Se encontró que gran porcentaje de la población considera que la industria es el factor más contaminante para el aire del Valle de Aburrá, indicando que no existe un gran conocimiento entre la población del común acerca de la influencia que representan las fuentes móviles en la calidad del aire.</p>

	<p>Sin embargo, un sector de los encuestados reconocieron las implicaciones en la salud de las emisiones de fuentes móviles. El 74.8% de los encuestados creen que el orden de influencia en la contaminación esta encabezado por las industrias, seguida de los vehículos y de los hogares. Además, el 70% de las personas encuestadas dijo tener conocimiento de los efectos en la salud que tienen los gases emitidos por los vehículos.</p> <p>En general, los conductores y propietarios de vehículos mostraron gran aceptación en hacer parte de la descontaminación atmosférica por medio del control de emisiones vehiculares y expresaron su disponibilidad para realizar chequeos y revisiones con cierta regularidad a sus vehículos. Aunque se encontró que el 28.8 % de los encuestados no tenía conocimiento alguno acerca del programa del control de emisiones de gases vehiculares.</p>
Conclusiones	<ul style="list-style-type: none"> • Uno de los aspectos importantes encontrados en el estudio realizado y que será de mucha utilidad para la realización de las campañas de información, sensibilización y promoción al programa con fuentes móviles es la responsabilidad asumida por la ciudadanía al afirmar que la protección del medio ambiente es cuestión de todos. • Las personas que conducen vehículos no tienen claro conocimiento de los factores que causan la mayor contaminación al aire, ya que se encentra en el porcentaje más alto 70%. • Existe un gran porcentaje de conductores y/o dueños de vehículos que tienen conocimiento del programa que adelanta el AMVA con fuentes móviles; sin embargo, este conocimiento no es muy claro para los usuarios. • Para los usuarios del control de emisión de gases no existe claridad con lo que este programa significa, y gran parte de ellos suelen confundirlo con cualquier otra revisión que se realiza en los tránsitos municipales o en los diagnósticentros. • A pesar de que los conductores y/o dueños de vehículos dicen tener una actitud positiva con respecto al mejoramiento de la calidad del aire del Valle de Aburrá, no existe entre toda la población conciencia para realizar el control de emisión de control de gases como contribución a este mejoramiento.
Realizado por	Área Metropolitana del Valle de Aburrá – Natalia Andrea Arroyave Hoyos

Nombre del proyecto	Programa De Protección y Control De La Calidad Del Aire En El Valle de Aburrá (1998)
Ubicación	Centro de información y documentación Área Metropolitana del Valle de Aburrá.
Disponibilidad	Medio físico
Referencia	A02 046 – Vol. 1
Realizaron el proyecto	Área Metropolitana del Valle de Aburrá – Universidad de Antioquia – Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid – Universidad Pontificia Bolivariana. Para la elaboración de la propuesta se contó con la coordinación y asesoría del siguiente grupo de profesionales: Francisco Molina Pérez, Myriam Gómez Marín, Maria Victoria Toro Gómez, Enrique Posada, Julio Enrique González Villa, Jaime Ramiro Giraldo.
Resumen	<p>En este estudio se define el sistema de gestión con el que se identifican tres momentos para enfrentar el problema de la contaminación atmosférica. Estos momentos son el conocer, proponer y actuar.</p> <p>El momento conocer esta asociado con la obtención de información básica para la toma de decisiones, como es monitoreo de la calidad del aire, estudios meteorológicos, evaluación de fuentes, estudios epidemiológicos y evaluación de gases tóxicos. En el momento proponer el objetivo que se persigue es desarrollar estrategias para la reducción de emisiones y finalmente, el momento actuar se fundamenta en los proyectos de control de emisiones, educación y actividades de vigilancia y control.</p> <p>La propuesta esta conformada por los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Marco de referencia del Área metropolitana ✓ Diagnostico administrativo de la Unidad Ambiental ✓ Propuesta de estructura administrativa para la Unidad Ambiental ✓ Propuesta de manual de procedimientos ✓ Propuesta de manual de funciones para el programa ✓ Propuesta de coordinación administrativa para el programa <p>En el Marco de Referencia del Área Metropolitana se incluye su naturaleza, estructura, misión, visión, dirección, administración y marco jurídico. Con esta información se pretende ilustrar al lector sobre las generalidades del Área Metropolitana, ubicando así las competencias y actividades que se desarrollan en dicha entidad.</p> <p>El diagnostico administrativo presenta un análisis del estado actual de la Unidad Ambiental, en sus aspectos de estructura, procedimientos administrativos y funciones, como variables determinantes del funcionamiento administrativo de la Unidad.</p>

	<p>Seguidamente se presenta la propuesta de estructura administrativa, en la que se recoge aspectos de los análisis realizados en la primera fase con el propósito de realizar una propuesta integral, así mismo se presenta el diseño de manejo para el programa de protección y control de la calidad del aire.</p> <p>La propuesta del manual de procedimientos plantea la descripción de cómo se integran los instrumentos administrativos a la dirección, coordinación y control del programa, con la parte operativa y procedimental basada en el análisis jurídico.</p> <p>La propuesta del manual de funciones define para el programa de protección y control de la calidad del aire: el personal requerido, función general, funciones específicas y perfil para lograr un eficiente desempeño administrativo y técnico que logre reflejar en el servicio prestado a la comunidad.</p> <p>Por último, se presenta la propuesta de coordinación administrativa para la ejecución del programa, en el que se plantea algunas de las acciones que se deben implementar con las instituciones u organismos con los que se comparte el objetivo de mejoramiento de calidad del aire.</p>
--	---

Nombre del proyecto	Evaluar Los Niveles De Contaminación En Las Zonas Urbanas Del Valle De Aburrá Mediante La Operación De La Red De Monitoreo De La Calidad Del Aire. (Convenio 301/05)
Disponibilidad	Área Metropolitana del Valle de Aburrá (Medio magnético)
Objetivos	<p>General Evaluar los niveles de contaminación del aire en las zonas urbanas del valle de Aburrá mediante la operación de la red de monitoreo de calidad del aire.</p> <p>Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apoyar el Área Metropolitana del valle de Aburrá como Autoridad Ambiental en el desarrollo del proyecto de Monitoreo de la calidad del aire en los municipios de la jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá-Red de Aire. • Operar y efectuar mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos de monitoreo de contaminantes atmosféricos existentes en la Jurisdicción del AMVA. • Analizar la información de los monitoreos efectuados de manera que posibilite la planeación y reglamentación del uso del recurso aire. • Divulgar los resultados del monitoreo de la calidad del aire.
Contaminantes y/o efectos estudiados	Partículas suspendidas totales (PST), dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno (tres Gases), partículas menores de 10 micras (PM ₁₀), monóxido de carbono, lluvia ácida, ozono y variables meteorológicas.
Metodología: <ul style="list-style-type: none"> • Datos de origen • Muestreo • Tipo de análisis 	Se operaron 15 equipos medidores de partículas suspendidas totales (PST), 6 medidores de dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno (tres Gases), 3 equipos medidores de partículas menores de 10 micras (PM ₁₀), 3 medidores automáticos de monóxido de carbono, 2 medidores de lluvia ácida, un equipo medidor de ozono y una estación meteorológica ubicada en la planta San Fernando, sector de guayabal. Dentro de estos equipos están incluidos los medidores de la estación Corantioquia (partículas PM ₁₀) y la estación Bello (partículas suspendidas totales y tres gases) que se instalaron el 21 de junio y el 03 de agosto de 2006, respectivamente.
Resultados	<p>Durante el periodo de monitoreo, se encontraron las mayores concentraciones de PST (en promedio geométrico) en las estaciones Universidad Nacional, Politécnico, Edificio de Miguel de Aguinaga e Itagúí, con 129, 102, 102 y 100 µg/m³, respectivamente. Las estaciones menos contaminadas son Girardota Liceo, La Estrella, Barbosa y Copacabana con 64, 67, 68 y 68 µg/m³ respectivamente.</p> <p>Para PM₁₀, se encontraron concentraciones cercanas a los 60 µg/m³. Las relaciones PM₁₀/PST en las estaciones Miguel de Aguinaga y Guayabal fueron de 58% y 64%, respectivamente, valores similares a los encontrados en periodos anteriores.</p>

	<p>Los resultados de las pruebas de laboratorio presentaron concentraciones de dióxido de azufre y de nitrógeno (NO₂ y SO₂) por debajo del límite de detección del equipo analizador. Es decir, los valores de SO₂ y NO₂ se encuentran muy cercanos a cero. Las concentraciones diarias más altas de estos contaminantes se reportaron en las estaciones Politécnico, Itagüí y Universidad Nacional, con 71, 69 y 59 µg/m³, respectivamente.</p> <p>Las mediciones de monóxido de carbono presentaron concentraciones todas por debajo de la norma Colombiana octohoraria y horaria en los tres sitios monitoreados. Respecto a los datos horarios, los valores máximos encontrados fueron de 10.0 ppm en la estación Miguel de Aguinaga, 9.6 ppm en la estación Área Metropolitana del Valle de Aburrá y 7.7 ppm en la estación Guayabal.</p> <p>El 99,9% de los resultados horarios de ozono son inferiores a 0.061 ppm; valor máximo permisible por la norma Colombiana horaria.</p> <p>En la estación Universidad Nacional, se obtuvieron muestras de aguas lluvias con valores de pH entre 3.1 y 5.7, y de 3.3 y 6.5 en la estación UPB. Estos resultados indican que en estos sectores pueden presentarse eventos relacionados con lluvia ácida.</p> <p>En todas las estaciones de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire no se supera la norma diaria en PST y PM₁₀ definida en la Resolución 601 de Abril de 2006. Sin embargo, entre el 23 y el 30% de las concentraciones se supera la norma anual de 70 µg/m³.</p> <p>Las mediciones de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono y ozono indican concentraciones menores a las definidas en la Resolución ambiental colombiana. Por tanto, se puede afirmar que en el Valle de Aburrá no hay problemas serios de contaminación por estos contaminantes.</p> <p>Los resultados del monitoreo de las variables meteorológicas indican que los mayores valores de precipitación y humedad se presentaron en los meses de abril y octubre de 2006. La velocidad del viento presentó sus valores más altos en los meses de febrero y agosto de 2006, y en noviembre de 2005. La mayor temperatura y radiación solar se presentó entre los meses de julio y agosto de 2006. Además, al no presentarse perturbaciones atmosféricas importantes, y al estar la presión íntimamente ligada a ellas, no se percibieron modificaciones significativas en esta variable.</p>
<p>Conclusiones</p>	<ul style="list-style-type: none"> • En el periodo del contrato se instaló la Estación Bello localizada en la Biblioteca Marco Fidel Suárez, donde se monitorea material particulado en suspensión (PST), SO₂ y NO₂. • La estación más contaminada de la Red en cuanto a material particulado en suspensión (PST) es la estación UNAL, ubicada en la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Los altos valores encontrados en este lugar son de esperarse por la cercanía del medidor al cruce de la carrera 80 con la calle 65. • La estación menos contaminada de la Red con respecto al material particulado en suspensión (PST) es el municipio de Girardota Liceo (GILI).

	<ul style="list-style-type: none"> • Las concentraciones diarias de material particulado encontradas en el periodo fueron máximos son la UNAL: 203 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, SAB: 183 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el POLI: 181 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. • En las estaciones no se supera la norma diaria en PST definida en la Resolución 601 de Abril de 2006. • Las concentraciones en PM10 en las estaciones dan periodo analizado dan alrededor de 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valores que son inferiores a la norma definida para PM10 en la Resolución 601 de Abril de 2006. Entre 23% y un 30% de las concentraciones diarias se supera la norma anual de 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Comparando estos valores con la norma definida en los Estados Unidos (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) se obtiene alrededor que un 80% de los datos supera dicha norma. • Las mediciones de dióxido de azufre y nitrógeno indican que las concentraciones menores a la normas ambientales definidas en la resolución, por lo que se afirmar que en el Valle de Aburrá no hay problemas serios de contaminación por estos contaminantes. • Las concentraciones de Monóxido de Carbono y Ozono son valores inferiores a la norma ambiental (Resolución 601 de 2005), en el 99% de los datos del periodo. • En las mediciones con la Unidad Móvil de Área Metropolitana ubicada en la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín Núcleo Volador (que opero entre el 08 de febrero y 05 de julio 2006) no se supero las normas horarias, ni octorarias de Monóxido de Carbono en ninguna ocasión. En cuanto al Ozono, se supero la norma horaria en un 2.7% y la octohoraria en un 5.2%. Ninguno de los datos de PM10 supero la norma diaria (Resolución 601 de 2005), mientras que la norma anual fue superada en 0.8% de los datos. Además, comparando con la norma anual de Estados Unidos (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) se supero en un 60.1% de los datos. • En las mediciones con la Unidad Móvil de Área Metropolitana ubicada en la Urbanización Escocia (Calle 29A No. 42 – 99, Municipio de Itagüí) que opero entre el 05 al 24 de julio de 2006) no se supero las normas horarias, ni octorarias de Monóxido de Carbono en ninguna ocasión. En cuanto al Ozono, se supero la norma horaria en un 0.2% y la octohoraria en un 0.1%. Ninguno de los datos de PM10 supero la norma diaria (Resolución 601 de 2005), mientras que la norma anual fue superada en 2.3% de los datos. Además, comparando con la norma anual de Estados Unidos (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) se supero en un 78.9% de los datos. • Aplicando el Índice de Calidad del Aire (AQI) a todos los datos de concentraciones de todos los contaminantes se obtuvo una categoría atmosférica entre buena y aceptable. En términos generales el contaminante responsable de la categoría atmosférica moderada es el PM10. • Se realizó por parte de Área Metropolitana del Valle de Aburrá y Sanambiente la capacitación al personal sobre el Manejo y Operación de la Estación de Monitoreo Automática para la Calidad del Aire.
Realizado por	Área Metropolitana del Valle de Aburrá – Universidad Nacional de Colombia. Carmen Elena Zapata Sánchez., Msc., Directora Administrativa.

Nombre del proyecto	Evaluación de la reducción de emisiones contaminantes atmosféricos por las nuevas normas de tránsito en la ciudad de Medellín. Luis Felipe Cardona Alvarez. UPB, Facultad de Ingeniería Mecánica.1999
Objetivos	<p>General Evaluar la reducción de emisiones de contaminantes atmosféricos por las nuevas normas de tránsito en la ciudad de Medellín.</p> <p>Específicos: En el informe final no se hacía relación a ellos.</p>
Metodología: Datos de origen. Muestreo. Tipo de Análisis.	<p>Para la evaluación de los efectos del plan fronteras y demás normas, se eligieron el ruido y el monóxido de carbono, como los principales agentes indicadores del cambio en la contaminación generada en las fuentes móviles, además de otras sustancias como el ozono y el benceno, éstos elementos están directamente relacionados con la congestión vehicular, algunos de ellos tiene normas de calidad legisladas en Colombia y además han sido evaluados en estudios anteriores.</p> <p>El plan fronteras se divide en tres alternativas:</p> <p>Redistribuir el ingreso de microbuses de las rutas metropolitanas al centro de la ciudad de Medellín (alternativa 1)</p> <p>Redistribuir el ingreso de los microbuses, buses y busetas de las rutas metropolitanas al centro de la ciudad de Medellín (alternativa 2)</p> <p>Asignar otras fronteras al ingreso de las rutas metropolitanas a la ciudad de Medellín (Alternativa 3).</p> <p>Para la fecha en que se desarrollo éste estudio, ya se encontraba implementada la alternativa No. 1 del plan fronteras. Además en su transcurso se dio inicio a la aplicación de algunas medidas restrictivas a otros de los agentes incidentes en la congestión vehicular, llamadas “más dos”, “centros de acopios de taxis” y “zona amarilla” éstas normas son las que interesan en éste estudio.</p> <p>Se tomaron unos días de muestreos con base en datos preexistentes y análisis de flujo vehicular, buscando condiciones comunes, es decir, que se presentasen durante todo el año. El análisis llevó a elegir los días de la semana (lunes a viernes), e inclusive los sábados, luego de verificar que sus condiciones de tráfico en los sitios de medición, fueron similares a las de la semana.</p> <p>Los puntos de nuestros se seleccionaron teniendo en cuenta datos históricos, área de influencia de las nuevas normas y reordenamiento de rutas, puesto que el estudio tiene como objetivo mostrar el impacto ambiental, es decir, la variación en los niveles de los agentes contaminantes, respecto a estudios o muestreos anteriores.</p>

	<p>Cada uno de los puntos fue analizado en su caso particular al momento de inicio del monitoreo, para confirmar la correcta elección.</p> <p>El tiempo de monitoreo para cada uno de los puntos fue de 12 horas, divididos en periodos de 6 horas continuas, siempre y cuando lo permitiera las condiciones climatológicas o alguna otra actividad que alterara la normalidad del tráfico automotor, como son choques, manifestaciones, reparaciones en la vía, festividades, etc.</p> <p>La frecuencia de la toma de muestras se definió según condiciones específicas para cada uno de los contaminantes como son: Método de muestreo, especificaciones técnicas del equipo utilizado, variabilidad de las condiciones en cada punto, normatividad y legislación.</p> <p>Para monóxido de carbono se determinó una frecuencia representada por una toma de datos cada 10 minutos, en periodos de 6 horas, para totalizar 72 datos de concentración en cada punto.</p> <p>Para el caso de benceno y ozono se tomaron dos muestras con tubos detectores. Únicamente se determinó que las dos muestras de un mismo compuesto no deberían extraerse en la misma fecha, buscando la no obtención de datos bajo idénticas condiciones.</p>
Contaminantes y/o efectos estudiados	CO, ozono, Benceno, ruido
Resultados	<p>En la alternativa 1 del plan fronteras se afirmó que su implantación traería consigo una reducción de un 40% en la emisión de gases provenientes de los vehículos en marcha, en las áreas cercanas a las rutas involucradas.</p> <p>El cruce de la av. del ferrocarril con Colombia, es el de mayor disminución de contaminación por CO (70.07%) por éste punto de monitoreo anteriormente circulaban algunas rutas de colectivos y microbuses, que con el reordenamiento fueron trasladadas a otras vías. Esto puede ser un de los motivos por los cuales se presenta una disminución de las concentraciones de CO, al igual que en los cruces de la av. oriental, en donde los anteriores recorridos no pasaban exactamente por ellos, pero su cercanía y posterior retiro, pudieron afectar dichas concentraciones, debido a la posible influencia de las corrientes y turbulencias del aire. Además en éstos dos últimos cruces, en donde hay similares condiciones de tránsito, tipo de vehículos, normas restrictivas, etc., se presenta un porcentaje de disminución de CO diferente pero muy cercano de 42.33% en Caracas y 44.72% en Ayacucho. Tal diferencia es posible que ocurra por la presencia de dos centros de acopio de taxis en el primer cruce, en los cuales, en ocasiones permanecen los automóviles en ralentí, estado en que se genera mayor contaminación por CO.</p> <p>Los cruces de San Juan con Palacé y La Glorita de la plaza minorista mostraron los menores porcentajes de disminución de CO. Una de las posibles causas es que de acuerdo con la alternativa n° 1 del plan fronteras, en algunas rutas, tanto el recorrido anterior como el asignado se mantienen por las mismas vías o por otras más cercanas.</p>

	<p>Este hecho puede indicar que por otras zonas no hay una notable disminución de flujo vehicular. Además estos cruces no se ven afectados por las demás normas: (Anillo central, más dos, centros de acopio).</p> <p>Entre los aspectos en que posiblemente influye en un nivel mayor de contaminación en el cruce av. Oriental – Ayacucho, se encuentra la menor facilidad de dispersión de contaminantes (el encerramiento producido por edificaciones no la favorece); el mayor número de carriles que componen las vías del cruce (mayor flujo vehicular), y su semaforización no existe en el otro punto.</p> <p>Este último aspecto es debido a la incidencias de la etapa de conducción en que se encuentre el vehículo (aceleración, crucero, desaceleración y neutro), ya que el motor emite mayor contaminación por monóxido en neutro y la menor se da en crucero, que es la que se presenta tanto en avenida ferrocarril, como en Colombia.</p> <p>En el caso del ruido la aceleración del arranque es la que aumenta el nivel sonoro, en comparación de la etapa de crucero, manteniendo como agravante el rudo manejo que se le da a los buses principalmente.</p> <p>De igual forma los de más cruces se ven afectados en mayor o menor medida, por cada uno de los aspectos mencionados anteriormente.</p> <p>Los datos de concentración de benceno, son muy inferiores a los niveles permisibles en otros países. Niveles mayores se podrían presentar en horas cercanas al medio día, debido a la mayor evaporación de combustible a superiores temperaturas, con el agravante de que también hay una disminución en el flujo vehicular, comparado con los “picos” que aparecen alrededor de las 8 y las 18 horas.</p> <p>En el cruce de la avenida oriental con Colombia, no se registró presencia de éste contaminante, a pesar de estar cerca de una estación de servicio, lo que podría indicar que las condiciones para éste, se ven más afectadas por el flujo vehicular, siendo este punto, uno de los de menor tránsito.</p> <p>Para el caso de ozono, luego de un primer muestreo se encontró una concentración de 0 en los cinco puntos seleccionados. La teoría indica que el ozono se forma luego de reacciones fotoquímicas en la atmósfera y no se encuentra en las emisiones directas de los automotores, así que parecería normal que no aparezcan concentraciones directamente en éstos puntos.</p> <p>El segundo muestreo de ozono reveló la presencia del contaminante en dos nuevos puntos seleccionados. El cambio en la hora, y en las zonas del muestreo confirman la teoría sobre éste elemento además de concordar con el comportamiento presentado en otras ciudades como en la capital de México. En los niveles de ozono encontrados se superó la norma en uno de los puntos y en el otro se observó un valor inferior pero cercano. Además se debe tener en cuenta que las condiciones climatológicas de los meses en que se desarrolló éste estudio, corresponden a un clima relativamente frío, y que se presenta como una de las temporadas más largas en los últimos años en ésta zona del país.</p>
--	--

<p>Conclusiones</p>	<p>En los puntos de monitoreo, se registró una importante disminución de contaminación ambiental en cuanto al monóxido de carbono, producida tanto por las nuevas normas dictadas por la secretaria de tránsito y transporte de Medellín (“plan fronteras. Alternativa 1”, “Mas Dos”, “zonas amarillas” centro de acopio de taxis), como por las leyes ambientales que rigen para los automotores en circulación.</p> <p>En cuanto a la contaminación por ruido, los niveles de las áreas monitoreadas permanecen constantes, o con un leve incremento respecto a estudios anteriores, aunque siempre por encima del límite permisible para la zona, hecho que hace evidente tomar medidas de control para minimizar éste problema.</p> <p>Debido a las nuevas normas y leyes ambientales, dictadas por entes nacionales e internacionales, dedicadas a la protección del medio ambiente, podemos afirmar que la contaminación producida por emisiones de automotores, se verán disminuidas paulatinamente gracias a la implementación de nuevos sistemas de control como convertidores catalíticos y nuevas composiciones de combustibles, entre otros.</p> <p>Para la expedición de futuras leyes o normas relacionadas con la protección del medio ambiente, es útil tener en cuenta los resultados obtenidos con medidas aplicadas en otras ciudades, y el impacto ambiental que ellas generaron, analizando la posibilidad de adoptarlas.</p> <p>A medida que los entes gubernamentales y la ciudadanía en general se concientice aún más de la importancia del cuidado del medio ambiente, se verán resultados como los obtenidos en éste estudio.</p> <p>Personas como vendedores ambulantes o que trabajan en locales comerciales de puertas abiertas de los alrededores de las zonas afectadas para la contaminación, son quienes se pueden ver más afectadas en su salud, a causa de su continua exposición.</p> <p>Los altos niveles de presión sonora, son principalmente causados por el ruido causado por los buses, con el agravante de que el modo de manejo, en ocasiones muy brusco, tiende a empeorar el problema.</p> <p>Respecto al benceno, se encontraron niveles por debajo de las normas establecidas en otros países y en cuanto al ozono se observó presencia en dos de los puntos monitoreados. Con los datos obtenidos, se fija un punto de partida para futuros estudios sobre éstos importantes contaminantes.</p> <p>La legislación Colombiana posee un vacío legal, respecto a los niveles de calidad de aire del benceno, el cual es uno de los contaminantes gaseosos considerado como cancerígeno.</p> <p>La ciudadanía es consciente de la importancia del cuidado del medio ambiente y de la forma como éste afecta sus actividades. Ello se manifestó durante el trabajo de campo realizado en cada uno de los monitoreos.</p>
----------------------------	---

Nombre del proyecto	Factibilidad de la aplicación del índice PSI (Pollutant Standard Index), para evaluar la calidad del aire en el Valle de Aburrá. Claudia María Montoya Palacio. UPB. Especialización en Ingeniería Ambiental.2000.
Objetivos	<p>General Determinar la viabilidad de la aplicación metodológica del índice de calidad del aire PSI, para la evaluación de la calidad del aire en el Valle de Aburrá.</p> <p>Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Estudiar las diferentes metodologías aplicadas en la actualidad mundial, para el establecimiento de la calidad del aire en una región específica. ➤ Establecer si el índice de calidad ambiental denominado PSI, constituye la forma más avanzada y precisa para la determinación de la calidad ambiental de aire. ➤ Determinar si el PSI es posible ser aplicado, con resultados aceptables en el Valle de Aburrá.
Metodología: Datos de origen. Muestreo. Tipo de Análisis.	<p>Se trata de una investigación de nivel exploratorio donde se hace un barrido bibliográfico y documental con la dirección precisa a saber determinar los alcances prácticos del modelo PSI, describiendo las características fundamentales de su aplicación, para finalmente ya conocido el modelo establecer si resulta o no viable su aplicación con fines similares en el contexto espacial que nos ocupa.</p> <p>El estudio puede definirse como corte o dimensión transversal, ya que la exploración o búsqueda de los componentes de análisis, no están referidos a un período de tiempo específico, con momento de partida y momento de llegada delimitados. Se abordará el tema pretendiendo revisar, analizar y cuestionar todo el acumulado práctico obtenido en los Estados Unidos de América, en los ya largos años de implementación y aplicación del PSI.</p> <p>La unidad de análisis es el Valle de Aburrá departamento de Antioquia</p>
Contaminantes y/o efectos estudiados	Contaminantes contemplados en el PSI.
Resultados	El estudio no contempló un ítem específico de resultados.
Conclusiones	Según las autoridades ambientales los efectos de la contaminación atmosférica en la salud, no pueden ser considerados como aislados, sin tener en cuenta otros factores como los fenómenos climáticos la condición social de la población e incluso el sistema inmunológico de cada persona. Sin embargo es claro que por las altas concentraciones de los contaminantes atmosféricos, la falta de medios de control y la ausencia de políticas de educación ciudadana, tales contaminantes representan actualmente enormes riesgos para la vida de cualquier persona, especialmente para la salud de la población infantil y los ancianos, por su extrema sensibilidad a los mismos.

	<p>Aunque sea establecido que estos factores aisladamente no constituyen una causa suficiente de enfermedad, si son determinantes en la incidencia de patologías no infecciosas, incluyendo enfermedades crónicas, afecciones de la piel, que en gran medida son responsables del deterioro de la buena salud de los colombianos.</p> <p>Con el propósito de garantizar la optima calidad del aire, necesaria para la protección de la vida humana y en general para la conservación del ambiente, el estado debe adelantar una clara y precisa política de regulación normativa que contemple entre otros aspectos los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Establecer unos estándares ambientales mínimos. ➤ Implementar unas metas para reducción de las emanaciones tóxicas. ➤ Diseñar y ejecutar programas de promoción y estímulos tributarios para las empresas que trabajen adoptando las denominadas tecnologías limpias como una manera de generar conciencia ambiental. ➤ Reglamentar programas completos de formación técnica a la industria, para que ajusten sus prácticas productivas en función de los estándares de la calidad del aire previamente adoptados. ➤ Legislar sobre los beneficios tributarios y/o fiscales para quienes vinculen en sus prácticas productivas procedimientos, métodos y/o equipos, que contribuyan a la reducción de la generación de agentes tóxicos aéreos. <p>La definición de un índice para el Valle de Aburrá puede basarse en el PSI, ya que éste presenta una estructura flexible la cual posibilita medir los principales contaminantes del aire e incluir futuros contaminantes sin que por ello se afecte o modifique su estructura. Otra ventaja que presenta el PSI es que permite identificar las variaciones sensibles día a día.</p> <p>El PSI posee todas las características de un índice, éste incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Las principales variables contaminantes identificadas. ➤ Incorpora funciones lineales segmentadas para los subíndices. ➤ Calcula el índice utilizando el modo máximo. ➤ Emplea las NAAQS y episodios críticos como puntos de quiebre. ➤ Incluye cuatro categorías de descriptores. <p>Existen algunos aspectos débiles que afectan la posibilidad de utilizar éste método de medición en el Valle de Aburrá:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ La inexistencia de serios estudios epidemiológicos que sustentan la implementación del PSI. ➤ La carencia de equipos y tecnología apropiada para establecer los niveles de contaminación de los distintos agentes que sirven para implementar un modelo analítico según el PSI. ➤ La carencia de una red de monitoreo ambiental que permite tener un continuo registro del comportamiento de los agentes que deterioran la calidad del aire. ➤ La precaria situación económica de las autoridades encargadas del control ambiental y de la salud de la población. <p>Superadas estas deficiencias estructurales se estima que es posible, metodológica y científicamente implementar el PSI en la realidad Colombiana y en concreto en el Valle de Aburrá.</p>
--	--

Nombre del proyecto	Propuesta de modelo matemático para estimar la emisión de material particulado en fuentes fijas del municipio de Itagüí. Gloria Stella Ramírez Casas. UPB. Esc. Ingeniería Msc. En ingeniería con énfasis en Ambiental. 2004.
Objetivos	<p>General</p> <p>Identificar una ecuación matemática que permita estimar la emisión de material particulado en fuentes fijas de combustión del municipio de Itagüí, con base en análisis de datos históricos obtenidos a través de mediciones de campo.</p> <p>Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Identificar el inventario de empresas en el municipio de Itagüí que poseen equipos de combustión cuyas emisiones han sido evaluadas a través de muestreos isocinéticos. ➤ Determinar la emisión de material particulado en fuentes fijas del municipio de Itagüí, especialmente en aquellas que utilizan combustibles líquidos (fuel oil, crudo de castilla ACPM y keroseno) y combustible sólido (carbón). ➤ Realizar análisis de emisiones de material particulado de acuerdo al proceso productivo, consumo energético, tipo de equipo de combustión y con ausencia de un sistema de control de emisiones. ➤ Establecer el comportamiento en el tiempo de la emisión del material particulado, de acuerdo con las características de la actividad productiva.
Metodología: Datos de origen. Muestreo. Tipo de Análisis.	<p>Con el fin de determinar un modelo matemático que permite estimar la emisión de material particulado en los equipos que consumen carbón, ACPM y crudos pesados en calderas del municipio de Itagüí, se realizó inventario de emisiones de material particulado en el municipio, desde 1990 hasta mediados de 2002, para posterior evaluación estadística, teniendo en cuenta variables como flujo de calor, tipo de equipo, tipo de combustible, para equipos que no cuentan con sistema de control de material particulado.</p> <p>Para la definición de la población objetivo, se decidió trabajar con las empresas del sector textil y de alimentos, que poseen calderas manuales industriales y comerciales, no disponen de un equipo de control y emiten principalmente material particulado, ya que los dos sectores productivos, los combustibles y equipos son los más representativos del municipio y se contaba con un buen número de registros (117).</p> <p>Se contó con el programa en lenguaje fortran SPSS versión para windows, el cual consiste en un paquete estadístico de análisis de datos por computador. Con el objetivo de determinar una ecuación matemática que permitiera estimar la emisión de material particulado para la población seleccionada, se trabajó con el Modelo Lineal General Univariante; el cual, es un procedimiento que permite determinar la relación entre una variable dependiente (emisión de material particulado) con otras variables o factores independientes (tipo y cantidad de combustible, tipo de equipo), con el fin de predecir el comportamiento de la variable dependiente ante cambios en las variables independientes.</p>

	<p>Teniendo en cuenta que las calderas manuales que utilizan carbón como combustible, son las más usadas en el municipio de Itagüí, y además fueron las que más se ajustaron a la ecuación hallada, se decidió realizar un análisis de regresión entre la emisión de material particulado y el consumo de combustible, para calderas industriales y comerciales, clasificándolas además de acuerdo al flujo de calor.</p>
Contaminantes y/o efectos estudiados	<p>Material particulado generado por combustibles líquidos (fuel oil, crudo de castilla ACPM y keroseno) y combustible sólido (carbón).</p>
Resultados	<p>El 60% de las empresas del municipio de Itagüí cuentan con equipos de combustión siendo el 76% calderas. El combustible más utilizado en el municipio es el carbón con un porcentaje de uso del 47%, seguido de los crudos pesados y del ACPM. El sector textil es el más representativo del municipio, con una participación del 33%.</p> <p>De la base de datos que define éste estudio se encontró que de las industrias del municipio de Itagüí el 60% de los procesos contaminantes se debe a la producción de vapor o de energía mediante el uso de calderas y hornos el 72% de éstos equipos no posee un equipo de control de emisiones de material particulado y el 15% de los equipos de control existentes son multiciclones, el combustible más utilizado es el carbón.</p> <p>Se presentan diferencias en los promedios de material particulado, según el proceso productivo, ya que en las calderas industriales el promedio es mayor que en las calderas comerciales, con desviaciones bajas. En cuanto al tipo de combustible, el promedio para la emisión de material particulado es mayor cuando el combustible es el crudo, seguido del carbón y por último el ACPM. La emisión de material particulado no depende significativamente del tipo de proceso productivo (alimentos, textil).</p>
Conclusiones	<p>Se definió una ecuación que relaciona la emisión de material particulado con el tipo y consumo de combustible. El modelo fue validado estadísticamente. No obstante se presentan diferencias bastante significativas a la hora de comparar los resultados de campo con el dato estimado a partir de la ecuación, debido posiblemente a errores en éstos, por lo que se recomienda hacer auditoria completa a los muestreos isocinéticos para mejorar la confiabilidad de los datos.</p> <p>A pesar de que el modelo matemático encontrado, contó con las validaciones estadísticas, lo que significa que las variables consideradas a portan en la emisión de material particulado, es necesario diseñar un trabajo de campo que permita contar con una base de datos completa y de muy buena calidad donde se tenga en cuenta las variables analizadas como tipo de combustible y cantidad consumida y se introduzca otras que no fueron evaluadas en éste estudio como son la carga a la que trabaja el equipo y la eficiencia de combustión</p>

bibliografía

5. Revisión bibliográfica sobre calidad del aire y efectos en la salud.

5.1 Revistas

- ✚ Abelson A, Stieb D, Sanborn M, Weir E. Identifying and managing adverse environmental health effects: 2 Outdoor air pollution. CMAJ 2002; 166(9).
- ✚ Air & Waste Management Association. Annual Conference & Exhibition; 2006 Healthy Environments: Rebirth & Renewal. New Orleans Convention Center, New Orleans, Louisiana.
- ✚ Arrubla G. Las peligrosas desviaciones de los informes ambientales de calidad del aire en el Valle de Aburrá. El reto 2005; 55: 20-34.
- ✚ Arrubla G. los datos reportados sobre calidad del aire en el Valle de Aburrá no son manipulados. El reto 2005; 56: 17-20.
- ✚ Asmi A, Pirjola L, Kulmala M. A sectional aerosol model for submicron particles indoor air. Scand J Work Environ Health 2004; 30(2):63-72.
- ✚ Avol E, Gauderman W J, Tan S, London J, Peters J. Respiratory effects of relocating to areas of differing air pollution levels. Am. J Respir. Crit Care Med. 2001; 164 (11): 2067-2072.
- ✚ Ballester F, Tenías J, Pérez S. Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud: una introducción. Rev. Esp Salud Pública 1999; 73(2):109-121.
- ✚ Balmes J. Occupational contribution to the burden of chronic obstructive pulmonary disease. Joem 2005; 47(2):154-160.
- ✚ Batesont T, Schwartz J. Who is sensitive to the effects of particulate air pollution on mortality? A case – crossover analysis of effect modifiers. Epidemiology 2004; 15(2):143-149.
- ✚ Behrentz E. Contaminación atmosférica en Bogota: relación entre salud pública y calidad del combustible vehicular y propuesta de acciones pertinentes. Andesco; 14-16.
- ✚ Behrentz E, Sabin L, Winer A, Fitz D, Pankratz,D, Colome S, Fruin S. Relative Importance of School Bus-Related Microenvironments to Children's Pollutant Exposure. J. Air: Waste Manag Assoc 2005; 55(10): 1418-1430.
- ✚ Bell M, Farnet J, Dominici F. Time – series studies of particulate matter. Annu. Rev. Public Health 2004; 25:247-280.

- ✚ Bell M, Dominici F, Samet J. A meta-analysis of time – series studies of ozone and mortality with comparison to the national morbidity, mortality, and air pollution study. *Epidemiology* 2005; 16(4):436-445.
- ✚ Boffetta P. Human cancer from environmental pollutants: The epidemiological evidence. ELSEVIER 2006.
- ✚ Brunekreef B, Holgate S. Air pollution and health. *Lancet* 2002; 360:1233-1242.
- ✚ Calderon-Garciduenas L, Mora-Tiscareno A, Chung CJ, Valencia G, Fordham LA, Garcia R, Osnaya N, Romero L, Acuna H, Villarreal-Calderon A, Devlin RB, Koren HS. Exposure to air pollution is associated with lung hyperinflation in healthy children and adolescents in Southwest Mexico City: a pilot study. *Inhal. Toxicol.* 2000; 12(6): 537-561.
- ✚ Calderon-Garciduenas L, Mora-Tiscareno A, Fordham LA, Valencia-Salazar G, Chung CJ, Rodriguez-Alcaraz A, Paredes R, Variakojis D, Villarreal-Calderon A, Flores-Camacho L, Antunez-Solis A, Henriquez-Roldan C, Hazucha MJ. Respiratory damage in children exposed to urban pollution. *Pediatr. Pulmonol.* 2003; 36 (2): 148-161.
- ✚ Calderon-Garciduenas, L.; Osnaya, N.; Rodriguez-Alcaraz, A.; Villarreal-Calderon, A. DNA damage in nasal respiratory epithelium from children exposed to urban pollution. *Environ. Mol. Mutagen.* 1997; 30 (1): 11-20.
- ✚ Cerda A, Arias E. *Revista Interamericana de Ambiente y Turismo.* 2005; 1(1).
- ✚ Cherrie J. How important is personal exposure assessment in the epidemiology of air pollutants? *Occupational and Environmental Medicine* 2002; 59(10):653-654.
- ✚ Chow J. introduction to the A&WMA 2006 critical review. Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect. *Journal of the air & management association* 2006; 56: 707-708.
- ✚ Chow J, Costa D, Wyzga R, et al. Health effercts of fine particulate air pollution: Lines that connect. *Air & Waste Management Association* 2006; 56:1368-1380.
- ✚ Cohen A, Pope C. Lung Cancer and Air Pollution. *Environ Health Perspect* 1995; 103 suppl 8: 219-224.
- ✚ Contraloría General de Medellín. “La contaminación atmosférica esta afectando la salud de la población” *El reto* 2005; 57: 19-21.
- ✚ Cowen K, Ollison W. Continuous monitoring of particle emissions during showering. *Journal of the Air & Waste Management Association* 2006;56 (11):1662-1668.

- ✚ Dales R. Ambient Carbon Monoxide May Influence Heart Rate Variability in Subjects With Coronary Artery Disease. *JOEM* 2004; 46(12): 1217-1221.
- ✚ Dabis, F., Drucker, J., Moren, A. (1992). "Surveillance épidémiologique, en Épidémiologie d'intervention". Arnette, Paris.
- ✚ De Kadt, E. "Making Health Policy Management Intersectoral: Issues of information Analysis and Use in Less Developed Countries". *Society Science Medicine* 1989; 29 (4):503-514.
- ✚ D'Ippoliti D, Forastiere F, Ancona C, Agabiti N, Fusco D et al. Air pollution and miocardial infarction in Rome: a case – crossover analysis. *Epidemiology* 2003; 14(5):528-535.
- ✚ Desqueyroux H, Pujet J, Prosper M, Le Moulellec Y, Momas I. Effects of air pollution on adults with chronic obstructive pulmonary disease. *Archives of Environmental Health* 2002; 57(6):554-560.
- ✚ Dockery D, Pope CA, Xu X, Spengler J. et al. An association between Air pollution and Mortality in six U.S cities. 1993; 329(24):1753-1759.
- ✚ Donaldson K, Stone V, et al. Ambient particle inhalation and the cardiovascular system: potential mechanisms. *Environmental Health Perspectives* 2001; 109(4):523-527.
- ✚ Edelman N. Air Quality Standards Must Protect Public Health. *Em the Magazine for Environmental Managers* 2006; 24-29.
- ✚ Filleul L, Rondeau V, Cantagrel A, Dartigues J, Tessier J. Do subject characteristics modify the effects of particulate air pollution on daily mortality among the elderly? *Joem* 2004; 46(11): 1115-1121.
- ✚ Fusco D, Forastiere F, Michelozzi P, et al. Air pollution and hospital admissions for respiratory conditions in Rome, Italy. *Eur Respir J* 2001; 17: 1143-1150.
- ✚ Gauderman W, Avol E, Lurmann F, Kuenzli N, et al. Childhood asthma and exposuere to traffic and nitrogen dioxide. *Epidemiology* 2005; 16(6):737-743.
- ✚ Gauderman W, Gilliland G, Vora H, Avol E, Stram D, McConnell R, Thomas D, Lurmann F, Margolis H, Rappaport B, Berhane K., Peters J. Association between air pollution and lung function growth in southern California children: results from a second cohort. *Am. J Respir. Crit Care Med.* 2002; 166 (1): 76-84.

- ✚ Gauderman W, Vora H, McConnell R, Berhane K, Gilliland F, Thomas D, Lurmann F, Avol E, Kunzli N, Jerrett M, Peters J. Effect of exposure to traffic on lung development from 10 to 18 years of age: a cohort study. *Lancet*. 2007; 369 (9561): 571-577.
- ✚ Guerra S, Lane D, Martos G, et al. Effects of wind direction on coarse and fine particulate matter concentrations in Southeast Kansas. *Air & Waste Management Association* 2006; 56:1525-1531.
- ✚ Gonçalves F, Carvalho L, et al. The effects of air pollution and meteorological parameters on respiratory morbidity during the summer in São Paulo City. *Environment International* 2005; 31:343-349.
- ✚ Guerra S, Dennis D, et al. Effects of wind direction on coarse and fine particulate matter concentrations in southeast Kansas. *Journal of the Air & Waste Management Association* 2006; 56(11):1525-1531.
- ✚ Han X, Naeher LP. A review of traffic-related air pollution exposure assessment studies in the developing world. *Environ Int* 2007; 32(1): 106-120
- ✚ Harrison R, Thornton C, Lawrence R, Mark O, Kinnersley R, et al. Personal exposure monitoring of particulate matter, nitrogen dioxide, and carbon monoxide, including susceptible groups. *Occupational and Environmental Medicine* 2000; 151(5):671-679.
- ✚ Health Effects Institute. Health effects of outdoor air pollution in developing countries of Asia: A literature review. Special report 15 April 2004.
- ✚ Holguín F, Téllez M Hernández M, Cortez M, Chow J, et al. Air pollution and Heart rate variability among the elderly in Mexico City. *Epidemiology* 2003; 14(5):521-535.
- ✚ Hosiokangas J, Vallius M, Ruuskanen J, Mirme A, Pekkanen J. Resuspended dust episodes as an urban air-quality problem in subarctic regions. *Scand J Work Environ Health* 2004; 30(2):28-35.
- ✚ Holopainen M, Hirvonen M, Komulainen H, Klockars M. Effect of the shape of mica particles on the production of tumor necrosis factor alpha in Mouse macrophages. *Scand J Work Environ Health* 2004; 30(2): 91-98.
- ✚ Hussein T, Hämeri K, Aalto P, Asmi A, Kakko L. Particle size characterization and the indoor- to outdoor relationship of atmospheric aerosols in Helsinki. *Scand J Work Environ Health* 2004; 30(2):54-62.
- ✚ Ito K, De Leon S, Lippmann M. Associations between ozone and daily mortality analysis and meta-analysis. *Epidemiology* 2005; 16(4):446-457.

- ✚ Janes H, Sheppard L, Lumley T. Case-crossover analyses of air pollution exposure data: referent selection strategies and their implications for bias. *Epidemiology* 2005; 16(6):717 -726.
- ✚ Jerrett M, Burnett R, Ma R, Pope C, et al. Spatial analysis of air pollution and mortality in Los Angeles. *Epidemiology* 2005; 16(6):727-736.
- ✚ Juvin P, Fournier T, Boland S, Soler P, Marano F, Desmonts J, Aubier M. Diesel particles are taken up by alveolar type II tumor cell and alter cytokines secretion. *Archives of Environmental Health* 2002; 57(1):53-60.
- ✚ Kim J. Ambient air pollution: health hazards to children. *Pediatrics* 2004; 114(6): 1699-1707.
- ✚ Kim J, Smorodinsky S, Lipsett M, Singer B, Hodgson A, Ostro B. Traffic-related air pollution near busy roads: the East Bay Children's Respiratory Health Study. *Am J Respir. Crit. Care Med* 2004; 170(5): 520-526.
- ✚ Klauke et al. "Guidelines for Evaluating Surveillance Systems". *MMWR* 1988; 37(S-5)
- ✚ Karppinen A, Härkönen J, Aarino P, Koskentalo T. Statical model for assessing the portion of fine particulate matter transported regionally and long range to urban air. *Scand J Work Environ Health* 2004; 30(2):47-53.
- ✚ Koistinen K, Edwards R, Mathys P, Ruuskanen J, Künzli N, et al. Sources of fine particulate matter in personal exposures in residential indoor, residential outdoor and workplace microenvironments in the Helsinki phase of the expolis study. *Scand J Work Environ Health* 2004; 30(2):36-46.
- ✚ Kollárová H, Janout , Čížek L. Epidemiology of Lung Cancer. *Biomed papers* 2002; 146(2):103-114.
- ✚ Krzyzanowski M (1997). "Methods for assessing the extent of exposure and effects of air pollution". *Occup Environ Med.* 97 54:145–151.
- ✚ Künzli N, Tager I. Air pollution: From lung to heart. *Swiss Med WKLY* 2005; 135:697-702.
- ✚ Künzli N., Kaiser R., Medina S., Studnicka M., Oberfeld G., Horak F. (1999). "Health Costs Due to Road-Traffic Related Air Pollution: An Impact Assessment Project of Austria, France and Switzerland: Air Pollution Attributable Cases - Technical Report on Epidemiology". World Health Organization, Regional Office For Europe, May 1999.

- ✚ Langmuir, A. "William Farr: Founder of Modern Concepts of Surveillance". *Internacional Journal of Epidemiology* 1976;5:(1) 13-18.
- ✚ Last JM. (2001). "A dictionary of epidemiology". Oxford University Press. New York.
- ✚ Levy J, Chemerinski S, Sarnat J. Ozone exposure and mortality and empiric bayes meta regresión análisis. *Epidemiology* 2005; 16(4):458-468.
- ✚ Liard R, Zureik M, Moullec Y, Soussan D, Glorian M, Grimfeld A. Use of personal passive samplers for measurements of NO₂, NO, and O₃ levels in panel studies. *Environ Res* 1999; 81: 339-348.
- ✚ Lozano N. Air pollution in Bogota, Colombia: A Concentration – response approach. *Desarrollo y sociedad* 2004; 54:133-160.
- ✚ Lundberg A, Maryland C. Psychiatric aspects of air pollution. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1996; 114:227-231.
- ✚ Mallol J, Sole D, Asher I, Clayton T, Stein R, Soto-Quiroz M, Prevalence of asthma symptoms in Latin America: the International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC). *Pediatr. Pulmonol.* 2000; 30 (6): 439-444.
- ✚ Maggiora C, López J. Vulnerability to Air Pollution in Latin America and the Caribbean Region. *Sustainable Development Working Paper* 28; 2006.
- ✚ Mesa L, Bouzas M. Prevalencia de síntomas respiratorios en trabajadores expuestos a material particulado. *Colombia Médica* 1997; 28 (2): 62-66.
- ✚ Minton L. Are EPA's Proposed Revisions to the Pm standards appropriate? *Em the Magazine for Environmental Managers* 2006; 15-18.
- ✚ Nafstad P, Haheim L, et al. Urban Air pollution and Mortality in a Cohort of Norwegian Men. *Environmental Health Perspectives* 2004; 5(112):610-115.
- ✚ Neuberger M, Schimek M, et al. Acute effects of particulate matter on respiratory diseases, symptoms and functions: epidemiological results of the Austrian Project on Health Effects of Particulate Matter (AUPHEP). *Atmospheric Environment* 2004; 38:3971-3981.
- ✚ Nemmar A, Vanquickenborne, Dinsdale D, et al. Pasaje of inhaled into the blood circulation in humans. *Circulation* 2002; 105(4).
- ✚ Oberdörster G. Pulmonary effects of inhaled ultrafine particles. *Int Arch Occup Environ Health* 2001; 74:1-8.

- ✚ Oglesby L, Künzli N, Monn C, Schindler C, Ackermann-Liebrich U, Leuenberger P. Validity of Annoyance Scores for Estimation of Long Term Air Pollution Exposure in Epidemiologic Studies: The Swiss Study on Air Pollution and Lung Diseases in Adults (SAPALDIA). *Am. J Epidemiol* 2000; 152(1): 75-83.
- ✚ Oglesby L, Rotko T, Krutli P, Boudet C, Kruize H, Nen MJ, Kunzli N. Personal exposure assessment studies may suffer from exposure-relevant selection bias. *J Expo. Anal. Environ Epidemiol.* 2000; 10(3): 251-266.
- ✚ Orduz C, Cardona L, Uribe J, Villegas F. Comparación de los parámetros espirométricos para diagnosticar enfermedad pulmonar ocupacional, empresa Textil de Rionegro Antioquia, 1999. Tesis Especialización en Salud Ocupacional. FNSP 1999.
- ✚ Orduz C. Memorias II. Congreso de Asociación Latinoamericana del torax, Cartagena. *Revista Colombiana de Neumología* 2000; 12.
- ✚ Orduz C. Memorias del Sexto Congreso Nacional de Salud Ocupacional y Riesgos Profesionales, Medellín Noviembre de 2000.
- ✚ Orduz C. Neumoconiosis, Bogotá: Instituto de Seguros Sociales, 1998.
- ✚ Ostro B. Fine Particulate Air Pollution and Mortality in two Southern California Counties. *Environmental Research* 1995; 70:98-104.
- ✚ Osunsaya T, Prescott G, Seaton A. Acute respiratory effects of particles: mass or number? *Occupational and Environmental Medicine* 2001; 58(3): 154-159.
- ✚ Palmer Filliger, P, Puybonnieux-Textier, V., Schneider, J. (1999). "Health Costs Due to Road-Traffic Related Air Pollution: An Impact Assessment Project of Austria, France and Zwitterland: PM₁₀ Population Exposure - Technical Report on Air Pollution". World Health Organization, Regional Office For Europe, June 1999.
- ✚ Paul J, Terril E. Setting a Prospective PM Standard a View from the Frontline. Em the Magazine for Environmental Managers 2006;19-23.
- ✚ Page S. Epa's proposal to revise the PM Standard. Em the Magazine for Environmental Managers 2006; 11-14
- ✚ Peters J, Avol E, Navidi W, London S, Gauderman W, Lurmann F, Linn W, Margolis H, Rappaport E, Gong H, Thomas D. A study of twelve Southern California communities with differing levels and types of air pollution. I. Prevalence of respiratory morbidity. *Am J Respir. Crit Care Med* 1999; 159 (3): 760-767.

- ✚ Pekkanen J, Kulmala M. Exposure assessment of ultrafine particles in epidemiologic time-series studies. *Scand J Work Environ Health* 2004; 30(2):9-18.
- ✚ Penttinen P, Tittanen P, Pekkanen J. Mortality and air pollution in metropolitan Helsinki, 1988-1996. *Scand J Work Environ Health* 2004;30(2):19-27
- ✚ Peters A, Doring A, et al. Increased plasma viscosity during an air pollution episode: a link to mortality? *Lancet* 1997; 349: 1582-1587.
- ✚ Polosa R, Salvi S, Di Maria G. Allergic susceptibility associated with diesel exhaust particle exposure: clear as mud. *Archives of Environmental Health* 2002; 57(3): 188-193.
- ✚ Pope CA., A summary of the 2006 Critical Review, Health Effects of Fine Particulate Air Pollution; Lines that connect. *Journal of the Air & Waste Management Association* 2006; 56: 709-741.
- ✚ Pope CA, Burnett R, Thun M, et al. Lung Cancer, Cardiopulmonary Mortality, and Long-term Exposure to Fine Particulate Air Pollution. *JAMA* 2002; 287(9): 1132-1141.
- ✚ Pope CA, Dockery D, et al. Oxygen saturation, pulse rate, and particulate air pollution: A daily Time – series panel study. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159:365-372.
- ✚ Premaratna R, Pathmeswaran A, Chandrasekara B, Dissanayake A, et al. Effects of pollution on health of residents in an industrial area in Sri Lanka. *Archives of Environmental Health* 2002; 57(6):579-583. *Archives of Environmental Health* 2002; 57(6); 554-560.
- ✚ Red de Monitoreo de la Calidad del Aire del Valle de Aburrá. Boletín 16, junio de 2005.
- ✚ Red de Monitoreo de la Calidad del Aire del Valle de Aburrá. Boletín 17, junio de 2005.
- ✚ Romero M, Más P, Lacasaña M, Téllez M, Aguilar J. Contaminación atmosférica asma bronquial e infecciones respiratorias agudas en menores de edad, de la Habana. *Salud Pública de México* 2004; 46(3): 222-233.
- ✚ Romieu I, Borja V. Particulate air pollution and daily mortality: can results be generalized to Latin American Countries? *Salud Pública de México* 1997; 39(5) 403-411.

- ✚ Romieu I, Ramírez M, Moreno H, Barraza A, Millar P. et al. Infant mortality and air pollution: modifying effect by social class. *Joem* 2004; 46(12):1210-1216.
- ✚ Rosales J, Torres V, et al. Los efectos agudos de la contaminación del aire en la salud de la población: evidencias de estudios epidemiológicos. *Salud Pública de México* 2001; 43(6):544-554.
- ✚ Ruuskanen J. Consortium on urban air particles an environmental health. *Scand J Work Environ Health* 2004; 30(2):7-8.
- ✚ Saez M, Perez S, Tobias A, et al. Metodos de series temporales en los estudios epidemiológicos sobre contaminación atmosférica. *Rev. Esp. De Salud Publica* 1999; 73:133-143.
- ✚ Saldarriaga J, Echeverri C, Molina F. Partículas suspendidas (PST) y partículas respirables (PM₁₀) en el Valle de Aburrá, Colombia. *Revista Facultad de Ingenieria* 2004; 32: 7-16.
- ✚ Salonen R, Hälinen A, Pennanen A, Hirvonen M, Sillanpää M, et al. Chemical and invitro toxicologic Characterization of wintertime and springtime urban air particles with an aerodynamic diameter below 10 μ in Helsinki. *Scand J Work Environ Health* 2004; 30(2):80-90.
- ✚ Samet J. Environmental Causes of Lung Cancer: What Do We Know in 2003? *CHEST* 2004; 125:80S-83S.
- ✚ Sánchez C, Cerón P, Rojas M, Mendoza L, Olaiz G, Borja V. Surveillance of acute health effects of air pollution in Mexico City. *Epidemiology* 2003; 14(5): 536-544.
- ✚ Sandiford, P., Annett, H., Cibulskis, R. "What Can Information Systems do for Primary Health Care? An International Perspective". *Society Science Medicine* 1992; 34(10):1077-1087
- ✚ Seaton A, Macnes W, et al. Particulate air pollution and acute health effects. *The Lancet* 1995; 345:176-178.
- ✚ Secretaría de salud de Medellín. *Salud Pública de Medellín* 2006; 1(1).
- ✚ Schayck C,I, Loozen J, Wagena E. detecting patients at a high risk of developing chronic obstructive pulmonary disease in general practice: cross sectional case finding study. *BMJ* 2002;324 (7350):1370.
- ✚ Schwartz J. Haversting and long term exposure effects in the relation between air pollution and mortality. *American Journal of Epidemiology* 2000; 151(5):440-451.

- ✚ Shima M, Nitta Y, Ando M, Adachi M. Effects of air pollution on the prevalence and incidence of asthma in children. *Archives of Environmental Health* 2002; 57(6): 529-535.
- ✚ Soliman A, Jacko R, Palmer G. Development of an empirical model to estimate real-world fine particulate matter emission factors: the traffic air quality model. *Journal of the air & waste Management Association* 2006; 56 (11):1540-1549.
- ✚ Sullivan J, Sheppard L, Schreuder A, Ishikawa N, Siscovick D, Kaufman J. Relation between short-term fine-particulate matter exposure and onset of myocardial infarction. *Epidemiology* 2005; 16(1): 41-57.
- ✚ Sunyer J, Schwartz J, Tobías A. et al Patients with chronic obstructive pulmonary disease is at increased risk of death associated with urban particle air pollution: a case – crossover Analysis. *American Journal of Epidemiology* 2000;151(1):50-56.
- ✚ Tager I, Balmes J, Lurmann F, Ngo L, Alcorn S, Künzli N. Chronic exposure to ambient ozone and lung function in young adults. *Epidemiology* 2005; 16(6):751-759.
- ✚ Thacker, S.B., Choi, K., Brachman, P.S.). "The Surveillance of Infectious Diseases". *JAMA* 1983; 249(9).
- ✚ Tang U, Wang Z. Determining gaseous emission factors and driver's particle exposures during traffic congestion vehicle-following measurement techniques. *Air Waste Management Association* 2006; 56:1532-1539.
- ✚ Tenías J, Ballester F, Hoyos S, Rivera M. Air pollution and hospital emergency room admissions for chronic obstructive pulmonary disease in Valencia, Spain. *Archives of Environmental Health* 2002; 57(1):41-47.
- ✚ Tertre A, Quénel P, Eilstein D, Medina S, Prouvost H; et al. Short-term effect of air pollution on mortality in nine French cities: a quantitative summary. *Archives of Environmental Health* 2002; 57(4):311-319.
- ✚ Tobin M. Chronic Obstructive Pulmonary Disease, Pollution, Pulmonary Vascular Disease, Transplantation, Pleural Disease, and Lung Cancer in AJRCCM 2003. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 2004; 169:302-313.
- ✚ Tobón D, Sánchez G, Cardenas M. Regulación ambiental sobre la contaminación vehicular en Colombia: ¿hacia donde vamos? *Borradores del CIE (Centro Investigaciones Económicas Universidad de Antioquia)* 2006; 17: 1-21.
- ✚ Townsend C, Maynard R. Effects on health of prolonged exposure to low concentrations of carbon monoxide. *Occupational and Environmental Medicine* 2002; 59(10):708-711.

- ✚ Van C, Loozen J, Wagena E et al. Detecting Patients at high risk of developing chronic obstructive pulmonary disease in general practice: Cross sectional case finding study. *BMJ* 2002; 324(7350): 1370.
- ✚ Villarreal-Calderon A, Acuna H, Villarreal-Calderon J, Garduno M, Henriquez-Roldan C, Calderon-Garciduenas L., Valencia-Salazar G. Assessment of physical education time and after-school outdoor time in elementary and middle school students in south Mexico City: the dilemma between physical fitness and the adverse health effects of outdoor pollutant exposure. *Arch Environ. Health* 2002; 57 (5): 450-460.
- ✚ Voutilainen A, Kaipio J, Pekkanen J, Timonen K, Ruuskanen J. Theoretical análisis of the influence of aerosol size distribution and physical activity on particle deposition pattern in human lungs. *Scand J Work Environ Health* 2004; 30(2):73-79.
- ✚ Yu I, Wai T, Jie H. Impact of air pollution on cardiopulmonary fitness in school children. *Joem* 2004; 46 (9): 946-952.
- ✚ Ward D, Ayres J. Particulate air pollution and panel studies in children: a systematic review. *Occup. Environ. Med* 2004; 61 (4): e13.
- ✚ Wilson J, Kingham S, Pearce J, et al. A review of intraurban variations in particulate air pollution: Implications for epidemiological research. *Atmospheric Environment* 2005; 39: 6444-6462.
- ✚ World Health Organisation (2001). "Quantification of the health effects of exposure to air pollution. A report of a World Health Organisation working group". Copenhagen, Denmark, World Health Organisation Regional Office for Europe, 2001.
- ✚ World Health Organisation (2000). "Air quality guidelines for Europe". Copenhagen, Denmark, World Health Organisation Regional Office for Europe, 2000.

5.2 Sitios en Internet.

- ✚ Aire limpio salud primavera 2002. Las particularidades de la calidad del aire [Sitio en Internet]. Disponible en: [http://www.healthandclear air.org/new letters/spring2002.Spanish.pd](http://www.healthandclearair.org/new_letters/spring2002.Spanish.pd). Consultado 8 de Octubre de 2005.
- ✚ Amal Jubram. Pulse oximetry. *Intensive Care Med* 2004; 30: 2017-2020. [sitio en Internet] Disponible en: <http://www.medicinaintensiva.com.ar/pagin a33.htm>. Consultado: 08 de febrero de 2006.

- ✚ ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). Óxidos de Nitrógeno (monóxido de nitrógeno, dióxido de nitrógeno, etc.). [Sitio en Internet].<http://www.atsdr.cdc.gov/es/>. Consultado 6 de Febrero de 2006.
- ✚ Buckley R, Aks S, Eshom J, et al. the pulse oximetry gap in carbon monoxide intoxication. [sitio en Internet] Disponible en:http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=retrieve&db=pubmed&list_uids=80... Consultado: 08 de febrero de 2006.
- ✚ Caracol noticias. En Colombia mueren mas personas por contaminación ambiental que en accidentes de transito. [sitio en Internet] Disponible en: <http://www.caracol.com.co/noticias/245021.asp>. Consultado 02 febrero 2006.
- ✚ CEPIS/OPS. “Curso de auto instrucción “Evaluación del Riesgo Asociado a Contaminantes del Aire”. [sitio en Internet] Disponible en: File//A:CEPIS-OPS, Curso de autoinstrucción “Evaluación del riesgo asociado... Consultado 12 de Octubre de 2006
- ✚ Continuarán peligrosas emisiones por diesel en grandes ciudades. [sitio en Internet] Disponible en: <http://www.saludcolombia.com/actual/salud76/noticia76.htm>. Consultado 23 de noviembre de 2006.
- ✚ Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas. Poblaciones y Estadísticas Vitales. [Sitio en Internet] Disponible en:<http://www.dane.gov.co/> - 48k. Consultado. Desde enero de 2006, consulta permanente.
- ✚ Dirección Seccional de Salud de Antioquia. Indicadores básicos de Antioquia. [Sitio en Internet] Disponible en: <http://www.dssa.gov.co/htm/index.htm>. Consultado. 22 de febrero de 2006.
- ✚ Dirección Seccional de Salud de Antioquia. Población de Antioquia [Sitio en Internet] Disponible en: <http://www.dssa.gov.co/htm/index.htm>. Consultado. 22 de febrero de 2006. Consultado. 22 de febrero de 2006.
- ✚ Dirección Seccional de Salud de Antioquia. Mortalidad en Antioquia [Sitio en Internet] Disponible en: <http://www.dssa.gov.co/htm/index.htm>. Consultado. 22 de febrero de 2006. Consultado. 22 de febrero de 2006.
- ✚ Ernst A, Zibrak J. Carbon Monoxide Poisoning. The new England Journal of Medicine.1998; 399(26):1603-1608. [sitio en Internet] Disponible en: http://content.nejm.org/cgi/content/full/399/22/1603?andorexactitleabs=and&search_tab... Consultado: 08 de febrero de 2006.
- ✚ Espirometría. “Laboratorios de fisiología humana I”. [Sitio en Internet] Disponible en:<http://www.monografias.com/trabajos12/espiromen/espirom.Shtml>. Consultado 17 de junio de 2006.

- ✚ Estudios bioquímicos y toxicológicos de agentes carcinogénicos en el material particulado del aire de Santiago. [sitio en Internet] Disponible en: www.gnc.org.ar/salud/lionel/Gil02.htm-21k. Consultado 25 de junio de 2006.
- ✚ Gamble JF. PM_{2.5} and mortality in long – term prospective cohort studies cause – effect or statical associations? Environ Health Perspective 1998; 106(9):535-549 [sitio en internet] Disponible en: http://ehpnet1.niesh.nih.gov/docs/1998/106_p535-549_gamble/abstract.html. Consultado 25 de junio de 2006
- ✚ Gobierno de Chile Comisión Nacional del Medio Ambiente. Dióxido de nitrógeno (NO₂) [Sitio en Internet]. <http://www.conama.cl/rm/568/article-1156.html>. Consultado 6 de Febrero de 2006.
- ✚ Medina S, Plasencia A, et al. Apehis: public health impact of PM10 in 19 European cities. J. epidemiol. community health 2004; 58: 831-836 [sitio en Internet] Disponible en: <http://jech.bmjournals.com/cgi/content/full/58/10/831>. Consultado: 02 de noviembre de 2005.
- ✚ Monóxido de carbono. [sitio en Internet] Disponible en: <http://html.rincondelvago.com/monóxido-de-carbono.1html>. Consultado: 08 de febrero de 2006.
- ✚ Organización Mundial de la Salud. Las directrices sobre la calidad del aire en la protección de la salud pública: actualización mundial. [sitio en Internet] Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/print.html>. Consultado: 16 de enero de 2007.
- ✚ Sánchez J, Romieu I, Ruiz S, Pino P, Gutiérrez M. Efectos Agudos de las partículas respirables y del dióxido de azufre sobre la salud respiratoria en niños del área industrial de Puchuncavi Chile. [Sitio en Internet] Disponible en: <file://c:/Docume1/pc/config1/temp/811M4YPA.htm>. Consulta: 17 de mayo de 2004.
- ✚ Suárez S. Por el aire que respiramos. [sitio en Internet] Disponible en: <http://www.presidencia.gov.co/columnas/columnas169.htm>. Consultado: 20 de febrero de 2006.
- ✚ The new England Journal of Medicine. The effect of air pollution on lung development from 10 to 18 years of age [Sitio en Internet]. Disponible en: http://content.nejm.org/cgi/content/full/351/11/1057?andorexactitleabs=and&search_tab... Consultado 6 de Febrero de 2006.
- ✚ The new England Journal of Medicine. Ozone_ from environmental pollutant to atherogenic determinant [Sitio en Internet]. http://content.nejm.org/cgi/content/full/350/8/834?andorexactitleabs=and&search_tab=ar... Consultado 6 de Febrero de 2006.

- ✚ Wilson J, Kingham S, Pearce J. et al. A review of intraurban variations in particulate air pollution: Implications for epidemiological research. Atmospheric Environment. 2005; 39: 6444-6462 [sitio en internet] Disponible en: <http://www.elsevier.com/locate/atmosenv>. Consultado. 25 de junio de 2005.

5.3 Libros

- ✚ Air & Waste Management Association. Particulate Matter: Health and Regulatory Issues. Vip 49. Conference Hosted. Pittsburgh, Pennsylvania April 4-6, 1995.
- ✚ Antó J, Castellanos P, Gili M, Marset p, Navarro V. “Vigilancia de la salud pública. En: Martínez F. Salud Pública”. Santa fe de Bogotá: McGraw Hill Interamericana. 1998.
- ✚ Bedoya J. El hombre y su ambiente: La problemática de contaminación ambiental y aportes para su solución. 3 ed Medellín: Centro de Publicaciones UN; 2002, v300. 190 p.
- ✚ Espigares M, Lardelli P, Jiménez J. Epidemiología ambiental. Capítulo 24, parte III. Editorial Masson S.A. p 257-267.
- ✚ Lippman M. Environmental Toxicants: Human Exposures and Their Health Effects. New York: Van Nostrand Reinhold; 1992.
- ✚ Martínez F. (2004). “Vigilancia epidemiológica”. Madrid España: McGraw Hill Interamericana, pag 15-37.
- ✚ Ostro B. Estimating the Health Effects of Air Pollutants; a method with an Application to Jakarta. Policy Research Working Paper 1301. The World Bank Policy Research Department Public Economics Division 1994.
- ✚ Orduz C. Asma Ocupacional. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana 1999.
- ✚ Orduz C, Bocanument L, Zapata G. Respirando. Medellín: Instituto de Seguros Sociales, 1998.
- ✚ Rothman K, Greenland S. “Modern epidemiology”. 2nd ed. EEUU: Lippincott Williams & Wilkins. 1998.
- ✚ Sierra A, Álvarez R, Zafra J. Contaminación atmosférica. Capítulo 27, parte III. Editorial Masson S.A. p 289-299.
- ✚ Suramericana, Susalud, Suratep, Dinámica IPS. Clasificación Internacional de Enfermedades CIE 10.

- ✚ Zapata o. Contaminación del aire por material particulado zonas urbanas complejos industriales o mineros, dispersión y monitoreo: contaminación del aire por material particulado: efectos en la salud. Medellín: Ainsa; asociación de ingenieros de Antioquia; 1993. P.31-48

5.4 Indicadores

- ✚ Medellín (Antioquia). Secretaría de salud, subsecretaría de planeación. (2005). /Situación de salud en Medellín, indicadores básicos 2005/ Medellín/ secretaria de salud.

5.5 Enuarios estadísticos metropolitanos

- ✚ Medellín (Antioquia). Departamento Administrativo de Planeación metropolitana. / Anuario Estadístico Metropolitano/ Medellín Creset. Consultados los años: 1980 hasta 2002.

5.6 Anuarios estadísticos de Antioquia

- ✚ Antioquia (Colombia). Departamento Administrativo de Planeación / Anuario Estadístico de Antioquia/ Medellín. Departamento Administrativo de Planeación. Consultados los años 1980 hasta 2002.

5.7 Documentos de apoyo.

- ✚ Abstracts:
 - Amitai Y, et al. Neuropsychological impairment from acute low-level exposure to carbon monoxide. Arch Neurol 1999; 56(10):1299.
 - Bullinger M. Association between air pollution and well-being. Occupational and Environmental Medicine 2006; 63:230-236.
 - Brunekreef B, Hoek G. Beyond the body count: air pollution and death. American Journal of Epidemiology 2000; 151(5):440-448.
 - Chen L, Yang W, Jennison B, Omaye S. Air particulate pollution and hospital admissions for chronic obstructive pulmonary disease in Reno, Nevada. Inhalation Toxicology 2000; 281-298.
 - Coyle D, et al. Impact of particulate air pollution on quality-adjusted life expectancy in Canada. J Toxicol Environ Health A 2003; 66(16-19):1847-1863.
 - DeMarini D, Claxton L. Outdoor air pollution and DNA damage. Environmental Carcinogenesis Division (B134-06), US Environmental Protection Agency.

- Ebel S, Petkau A, Vedal S, et al. Exposure of chronic obstructive pulmonary disease Patients to particulate matter: relationships between personal and ambient air concentrations. *Journal of the Air & waste Management association* 2000; 50(7):1081-1094.
- Jensen L, Klausen H, Elsnab C. Organic brain damage in garage workers after long-term exposure to diesel exhaust_fumes. *Ugeskr Laeger* 1989; 151(36):2255-2258.
- Karakatsani A, Andreaki S, et al. Air pollution I relation to manifestations of chronic pulmonary disease: a nested case-control study in Athens, Greece. *European Journal of Epidemiology* 2003; 18(1):45-53.
- Linn W, Gong H, Clark K, Anderson K. Day-to-day particulate exposures and health changes in the Angeles area. *Journal of the air & waste Management Association* 1999; 49(9):108-115.
- Lundberg A. *Psychiatric_aspects_of_air_pollution*. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1996; 114(2):227-231.
- Makin J, Fried P, Watkinson B. A comparison of active and passive during pregnancy: long-term effects. *Neurotoxicol Teratol* 1991; 13(1):5-12.
- Pelham T, Holt L, et al. Exposure to carbon monoxide and nitrogen dioxide in enclosed ice arenas. Department of Pathology, Faculty of Medicine, Dalhousie University Halifax Nova Scotia, Canada.
- Peper M, Klett M, Morgenstern R. Neuropsychological effects of chronic low-dose exposure to polychlorinated biphenyls (PCBs): a cross-sectional study. Charite Universitätsmedizin Berlin, Institute of Pharmacology and Toxicology (CCM), Dorotheenstr. 94, 10117 Berlin Germany. Peper@psychologie.uni-freiburg.de
- Perez S, Ballester F, Tenias J, Merelles A, Rivera M. Length of stay in a hospital emergency room due to asthma and chronic obstructive pulmonary disease: Implications for air pollution studies. *European Journal of Epidemiology* 2000; 16(5); 455-463.
- Rossi G, Vigotti M, et al. Air pollution and cause-specific mortality in Milan, Italy, 1980-1989. *Archives of environmental Health* 1999; 54(3):158-164.
- Schwartz J. Air pollution and daily mortality in Birmingham, Alabama. *Am J Epidemiol* 1993; 137(10): 1136-1147.
- Schwartz J. Air pollution and hospital admissions for the elderly in Detroit, Michigan. . Department of Environmental Health, Harvard School of Public Health, Boston, Massachusetts 02115 USA.

- Schwartz J, Dockery D, Schwartz J, Spengler J. Air pollution and daily mortality: Associations with particulates and acid aerosols. Environmental Epidemiology program, Department of Environmental Health, Harvard School of Public Health, Boston, Massachusetts 02115 USA.
- Schwartz J. Harvesting and long term exposure effects in the relation between air pollution and mortality. Am J Epidemiol 2000; 151(5):449-451.
- Schwartz J. Lung function and chronic exposure to air pollution: a cross – sectional analysis of NHANES II. U.S Environmental Protection Agency, Washington, D.C. 20460.
- Schwartz J. What are people dying of high air pollution days? Harvard Univ, Sch Publ Hlth, Environm Epidemiol Program, 665 Huntington Ave, Boston, MA 02115, USA.
- Sipple J, Pedula K, et al. Associations of smoking with hospital-based care and quality of life in patients with obstructive airway disease. Chest 1999; 115(3):691-696.
- Sunyer J, Schwartz J, Tobias A, Macfarlane D, Garcia J, Anto J. Patients with chronic obstructive pulmonary disease is at increased risk of death associated with urban particle air pollution: a case-crossover analysis. American Journal Epidemiology 2000; 151(1):50-56.
- Tovalin H, Valverde M, et al. DNA damage in outdoor workers occupationally exposed to environmental air pollutants. Occupational and Environmental Medicine 2006; 63:227-229.
- Tellez M, Romieu I, Ruiz S, Lezana M. Daily respiratory mortality and PM10 pollution in Mexico city: importance of considering place of death. Eur Respir J 2001; 17(5): 1055-1056.
- Williams I, Bird A. Public perceptions of air quality and quality of life in urban and suburban areas of London. J Environ Monit 2003; 5(2):253-259
- Yamasaki S, Nitta H, Murakami Y, Fukuhara S. Association between ambient air pollution and health-related quality of life in Japan: ecological study. Int J Environ Health Res 2005; 15(5):383-391.
- Yamasaki S, et al. Living close to automobile traffic and quality of life in Japan: a population-based survey. Int J Environ Health Res 2005; 15(1):1-9.

 Air & waste Management Association. 2006 Publications Catalog.

- ✚ Annual data quality report. For the monitoring and laboratory division`s and local districts`air monitoring networks the report was prepared by Julie Cooper.
- ✚ Asthma and low level air pollution in Helsinki. (experimental and epidemiological studies). Archives of Environmental Health, sep – oct, 1991.
- ✚ Bedoya J. “La polución bajó 30% con el pico y placa ambiental”. Periódico el Tiempo (Bogota), 2 de Septiembre de 2006.
- ✚ Capitulo 6: predicción y evaluación de impactos sobre el medio ambiente atmosférico. (manual de evaluación de impacto ambiental)
- ✚ Centers for Disease Control and Prevention National Center for Environmental Health Division 2005. “Environmental Indicators in Public Health”. 2005. Environmental Public Health Indicators Project; CDC, NCEH, EHHE; Atlanta, Georgia March 2005.
- ✚ Comments on “PM2.5 mortality in long-term prospective studies: Cause – Effect or statistical association?”.
- ✚ Contaminantes específicos. (material particulado o partículas totales en suspensión (PST)).
- ✚ Corvalán C, Briggs D, Zielhuis G. “Decision-making in environmental health: from evidence to action”. Organización Mundial de la Salud 2000.
- ✚ Distribución espacial y temporal de la concentración de material particulado en Santa Marta. (Francisco Fernando García R) Ingeniero Ambiental y Sanitario, docente Universidad del Magdalena. Grupo de control de la contaminación.
- ✚ Documento Conpes 3344. Lineamientos para la formulación de la política de prevención y control de la contaminación del aire.
- ✚ Effect of applied magnetic fields and hydrostatic pressure on the optical transitions in self- assembled *InAs/GaAs* quantum dots.
- ✚ Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud de la población del Valle de Aburrá. Área metropolitana. (estrategia de participación ciudadana).
- ✚ Evaluación de los efectos de la contaminación del aire en la salud de América Latina y el Caribe. Área de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental, OPS, OMS.
- ✚ Final report Colombia. Cost of Environmental Damage. A socio – Economics, and Environmental Health Risk Assessment.

- ✚ Gouveia N, Maisonet M. (2005). "Health effects of air pollution. En: Organización Mundial de la Salud. WHO Air Quality Guidelines: 2005 update". Holanda.
- ✚ Health Effects of Particulate Air Pollution: <<time for Reassessment? C Arden Pope III, David V. Bates, and Mark E. Raizenne.
- ✚ Impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine. Rapport 1. AFSSE (Agencia Francesa de Seguridad Sanitaria y Ambiental) jun 2004.
- ✚ Korc M. Tema I Gestión de la calidad del aire: Calidad del aire y su impacto en la salud en América Latina y el Caribe. CEPAL- 2001. N9. P15-32.
- ✚ OMS. Definición de los riesgos para la salud. Informe sobre la salud en el mundo, 2002.
- ✚ Organización Mundial de la Salud. "Quantification of the Health Effects of Exposure to Air Pollution". Organización Mundial de la Salud 2006: Holanda.
- ✚ Organización Panamericana de la Salud. "An Assessment of Health Effects of Ambient Air Pollution in Latin America and the Caribbean" Organización Panamericana de la Salud 1989. Santiago; Chile.
- ✚ Método de referencia para muestreo y análisis de monóxido de carbono.
- ✚ Método de referencia para la determinación de partículas suspendidas menores de 10 micras (PM -10).
- ✚ Método de referencia para muestreo y análisis de dióxido de nitrógeno (método arsenito de sodio).
- ✚ Modulo 5: Manejo de calidad del aire (texto de referencia para formuladotes de políticas públicas en ciudades en desarrollo).
- ✚ Néstor Rojas El camino hacia el aire limpio. EL TIEMPO, 2007.
- ✚ Práctica de laboratorio, química del aire y suelo (práctica 2) método de referencia para muestreo y análisis de dióxido de azufre (método de laparosnilina).
- ✚ Prevalencia de la enfermedad pulmonar y obstructiva crónica en Colombia (Prepocol). Resultados en la ciudad de Bogotá (Asociación Colombiana de Neumología y Cirugía de Tórax. Fundación Neumológica Colombiana.
- ✚ Sarmiento I. Congestión vehicular en Medellín, El colombiano mayo 12 de 2006.
- ✚ Solarte I Contaminación atmosférica y enfermedad respiratoria en niños menores e 14 años en Santa fe de Bogotá; 99.

- ✚ Suárez H, Ospina N, Gómez A. Calida del aire en el Valle de San Nicolás CORNARE 1998-2004.
- ✚ Larsen Bjorn. Cost of environmental damage: a socio-economic and environmental health risk assessment, Colombia. Final report, 2004. 70 p.
- ✚ Samet J. Environmental tobacco smoke. p 231-265. En: Environmental toxicants. Human exposures and their health effects. Ed Morton Lippmann. New York, 1992. 699 p.
- ✚ Lippmann M. Introduction and background. p 1-29. En: Environmental toxicants. Human exposures and their health effects. Ed Morton Lippmann. New York, 1992. 699 p.
- ✚ Kleinman M. Health effects of carbon monoxide. p 98-118. En: Environmental toxicants. Human exposures and their health effects. Ed Morton Lippmann. New York, 1992. 699 p.
- ✚ Mauderly J Diesel Exhaust. p 119-162. En: Environmental toxicants. Human exposures and their health effects. Ed Morton Lippmann. New York, 1992. 699 p.

Este documento hace parte del informe final del proyecto de investigación *Contaminación Atmosférica y Efectos en la Salud*, realizado por el grupo de Epidemiología, línea de Prevención y Promoción de la Salud, y financiado por Municipio de Medellín, Municipio de Itagüí, Área Metropolitana del Valle de Aburrá y Universidad de Antioquia.
Convenio interadministrativo 477/05.

El contenido académico es responsabilidad de los autores que lo suscriben y no compromete a las entidades participantes.