



OPPCM

Observatorio de Políticas Públicas
del Concejo de Medellín

**CALIDAD DEL AIRE EN MEDELLÍN Y EL ÁREA
METROPOLITANA: UN ENFOQUE DE POLÍTICA PÚBLICA.**

Tabla de contenido

<u>CALIDAD DEL AIRE EN MEDELLÍN Y EL ÁREA METROPOLITANA: UN ENFOQUE DE POLÍTICA PÚBLICA.</u>	3
<u>I. INTRODUCCIÓN.</u>	3
<u>II. PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA INVESTIGATIVA</u>	5
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	5
OBJETIVO GENERAL	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
PROBLEMATIZACIÓN ALREDEDOR DE LA CALIDAD DEL AIRE.	5
METODOLOGÍA.	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
<u>III. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.</u>	13
<u>MARCO ORGÁNICO PARA LA PROTECCIÓN, CONTROL Y PREVENCIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN.</u>	13
ESTÁNDARES NACIONALES DE LA CALIDAD DEL AIRE.	24
ARTICULACIÓN INSTITUCIONAL Y GESTIÓN AMBIENTAL PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN.	28
GESTIÓN Y ARTICULACIÓN INSTITUCIONAL	29
CALIDAD DEL AIRE.	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
<u>REVISIÓN COMPARATIVA DE EXPERIENCIAS INTERNACIONALES PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE.</u>	32
CASO 1: ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO	32
COMPRENSIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	32
PROBLEMÁTICA E INVENTARIO DE EMISIONES	33
MEDIDAS Y ACCIONES PROMOVIDAS	33
CASO 2: REGIÓN METROPOLITANA SANTIAGO DE CHILE	35
COMPRENSIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	35
MEDIDAS Y ACCIONES PROMOVIDAS POR EL PROGRAMA SANTIAGO RESPIRA 2016	36
<u>CONDICIONES FÍSICO ESPACIALES Y CARACTERIZACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE DE MEDELLÍN</u>	13
CONDICIONES FÍSICAS, AMBIENTALES Y CLIMÁTICAS DEL VALLE DE ABURRÁ	13
CONDICIONES FÍSICAS COMPARADAS DEL VALLE DE ABURRÁ	13
EL VALLE ALTO DEL RÍO CAUCA	13
LA SABANA DE BOGOTÁ	14
LAS CONDICIONES DEL VALLE DE ABURRÁ	15
<u>CAJA DE HERRAMIENTAS PARA UTILIZAR EN UNA POLÍTICA PÚBLICA PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AIRE EN MEDELLÍN Y EL ÁREA METROPOLITANA</u>	38
<u>REFERENCIAS</u>	43

CALIDAD DEL AIRE EN MEDELLÍN Y EL ÁREA METROPOLITANA: UN ENFOQUE DE POLÍTICA PÚBLICA.

Elaborado por

Luis Fernando Agudelo Henao

Paola Andrea Cataño Gómez

Héctor Ricardo Flórez González

Equipo Universidad de Medellín (OPPCM)

I. INTRODUCCIÓN.

El presente documento, contiene los resultados de la segunda investigación que hace referencia a “la calidad del aire en la ciudad de Medellín” la cual, hace parte del grupo de temas de ciudad, resultado del ejercicio de priorización impulsado por el equipo del Observatorio de Políticas Públicas del Concejo de Medellín (OPPCM) y llevado a cabo por medio de una encuesta aplicada a los Honorables Concejales, de tal forma que para el año 2017 se contará con productos precisos que soporten el ejercicio de control político y seguimiento a las políticas públicas de la ciudad de Medellín.

La calidad del aire en la ciudad resulta además de especial interés, pues en lo que ha transcurrido del año, el Sistema de Alerta Temprana (SIATA) permitió conocer que el aire en Medellín “es dañino para grupos sensibles, en algunas zonas, y para la población en general, en los lugares más críticos”, y en consecuencia, en el mes de marzo se declaró alerta naranja de forma intermitente por casi dos semanas (ElColombiano.com, 2017); para luego declarar la alerta roja que, en aplicación al Plan Operacional para enfrentar episodios críticos de contaminación atmosférica (POECA) implicó la el aumento de la medida de pico y placa de cuatro a seis dígitos, así como la modificación del horario de 7am a 7pm y la extensión de la misma a las motos de dos y cuatro tiempos (El tiempo.com, 2017)

Esta situación significó la actuación inmediata por parte de los actores públicos nacionales y locales en la proposición de estrategias orientadas a mitigar la contingencia ambiental, entre ellas: establecer un “mecanismo de articulación permanente y de alto nivel entre el gobierno nacional y el área metropolitana; la actualización de estándares nacionales de calidad del aire; la vigilancia conjunta con el sector salud sobre los efectos de la

contaminación del aire” como algunas de las acciones de trabajo entre las autoridades ambientales de estos niveles de gobierno” (EiColombiano.com, 2017).

Sin embargo estas acciones de articulación se establecieron desde 1993 cuando se expidió la Ley 99 que organizó el Sistema Nacional Ambiental y otorgó responsabilidad a las autoridades ambientales en la evaluación, control y seguimiento ambiental cuyo manejo por lineamiento constitucional debe ser: descentralizado, democrático y participativo (Ley 99 de 1993, art 1) es decir que en Colombia se cuenta con 24 años de la estructuración de un sistema que debe definir las políticas ambientales encaminadas a garantizar el derecho a un medio ambiente sano.

Y si bien, se ha logrado tanto en materia ambiental en general y específicamente en relación a la calidad de aire contar con un marco normativo suficiente que permita su regulación y control, aún no se logra la disminución de la contaminación ambiental y cada vez más se aumenta el deterioro del entorno. La razón parece ser clara: el problema de la contaminación corresponde a un comportamiento ético-político, donde predominan las dinámicas del mercado (Leff, citado por Noguera, 2007) y aspectos como la industria, el uso de los recursos naturales y el consumo desmedido, aspectos complejos que requieren de una intervención integral que supera a la creación de la norma como tal.

Durante este ejercicio investigativo, se identificaron numerosos avances en diferentes disciplinas encaminadas al diagnóstico y análisis de la calidad del aire en Medellín por parte de centros de información que hacen parte del SINA, además de las instituciones académicas universitarias que también lo componen, de ahí que la intención de esta propuesta no es la de realizar un diagnóstico más sobre la calidad del aire, sino traer a colación el antecedente informativo con que se cuenta, a fin de construir los presupuestos para la transformación de la política pública municipal en relación a la calidad del aire y permita al Concejo de Medellín tomar decisiones en dicho sentido.

La información que se presenta a continuación corresponde primero a la estructuración de la propuesta investigativa, para proceder con la presentación de los resultados y luego, plantear los lineamientos que fundamenten la política pública de calidad del aire que reconozca las necesidades actuales de la ciudad.

II. PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA INVESTIGATIVA

Se presenta la estructura de la propuesta de investigación que se desarrolló para el análisis de la calidad del aire en la ciudad de Medellín y el Área Metropolitana. Es importante resaltar que este ejercicio resulta de una construcción colectiva con el equipo del Observatorio de Políticas Públicas del Concejo de Medellín y recoge por ello, las intenciones de estudio que el Concejo Municipal manifestó por medio de una encuesta aplicada para dicho propósito.

A su vez, el ejercicio también se articula con la propuesta que en la materia lidera el Concejal Daniel Carvalho, de tal forma que en la presentación de los resultados de esta propuesta, se hará referencia a los avances obtenidos en dicho proceso, para que así se logre contar con una propuesta fortalecida de acciones para el mejoramiento de la calidad del aire de la ciudad.

Pregunta de investigación

¿Cuáles son los elementos a tener en cuenta por parte del Municipio de Medellín en la construcción de una política pública que garantice la buena calidad del aire y permita la creación de estrategias articuladas, efectivas y permanentes entre éste y los demás municipios del Área Metropolitana?

Objetivo General

Identificar los retos en la gestión de la calidad del aire así como la articulación institucional para su seguimiento y control por parte del municipio de Medellín y los demás municipios del Área Metropolitana, como presupuestos de política pública que garantice su protección de manera progresiva.

Objetivos Específicos

- Analizar el alcance de las acciones de prevención y control establecidas por la autoridad ambiental local y metropolitana en materia de calidad del aire.
- Establecer la experiencia internacional en el uso de estrategias de incentivos para el uso y limitación de determinados modos de movilidad.
- Señalar acciones estratégicas de corto y largo plazo para la intervención del problema de la mala calidad del aire.

Problematización alrededor de la calidad del aire.

La metodología de aproximación al problema de la mala calidad del aire de Medellín y el Valle de Aburrá, se constituye en el reto de política pública más complejo del fenómeno urbano que enfrenta la ciudad desde la violencia homicida en la década de los 1990's.

Lo que surgió como el señalamiento de mediciones de niveles de contaminación episódicos, se constituye en la medida de la recurrencia de los fenómenos causales, en un problema crónico y permanente, que de no ser enfrentado con contundencia y consenso, significa el deterioro de las condiciones de salubridad, la modificación del perfil epidemiológico y la modificación de las condiciones de morbi-mortalidad de la población de 3.6 millones de habitantes y de 4.4 millones de habitantes en el año 2030.

Por lo tanto se hará un acercamiento al carácter multicausal de la situación del aire en la ciudad y el Área Metropolitana, a fin de contar con una estructura de causa – efecto que permita tener una aproximación técnica para el diseño de estrategias de intervenciones viables, creíbles y sustentables, que se describen a en la tabla a continuación:

Tensión	Descripción
Productividad vs. Endurecimiento de normas	El problema de la contaminación del aire en Medellín y el AMVA, se ha presentado del mismo modo que los problemas ambientales en una sociedad capitalista. En la medida que la contaminación del aire significa una externalidad de menor costo en un país en vías de desarrollo, por tanto, modelos económicos de tecnología básica, bajo valor agregado y matrices energéticas basadas en la permisividad de las emisiones, se constituye en una suerte de subsidio que pagan las sociedades por producir de forma más nociva para el medio ambiente. De allí, que las normas que restringen las emisiones, obligan a la reconversión tecnológica y al uso de nuevas tecnologías que requieren combustibles más costosos y menos mano de obra, sean vistos como una limitación a la productividad de corto plazo y una amenaza a los empleos
Densificación urbana vs. Planeación regional	El modelo de ocupación real de la ciudad y el Valle de Aburrá, se ha constituido en torno a las economías de aglomeración, sin capacidades suficientes de regulación urbanísticas, y sobre la base de procesos demográficos desordenados, originados primero en la industrialización, después en la búsqueda de oportunidades del modelo de descentralización basado en el desarrollo territorial de Bogotá, Cali y Medellín, luego los ciclos de desplazamiento por la violencia fuera del Valle y dentro de él. En definitiva un modelo de gobernanza basado en una ciudad desbordada, en el que la densificación ha creado oportunidades para los actores líderes del mercado, primero los industriales, luego el clientelismo y la urbanización pirata, las organizaciones criminales, los constructores y el sector financiero. En ese sentido los diferentes momento de planes de Medellín y los POT modernos, se han visto una y otra vez desbordados por las necesidades e intereses que se sintetizan en la densificación desbordada de la ladera,

Tensión	Descripción
	frente a intentos de ordenamiento, consolidación del poder urbano de la municipalidad y la expresión académica de la necesidad de un aumento de escala en la planificación territorial que piense a Medellín y el valle de Aburrá en el marco del sistema urbano departamental, y en el ámbito de las territorialidades propias de la región central de Antioquia.
Transporte Público vs Transporte privado en vehículo de combustión interna	La estructuración histórica de un cuasi-mercado del transporte colectivo basado en la irracionalidad de la propiedad individual de los equipos de transporte, generó la sobreoferta de vehículos de transporte colectivo, sin posibilidades ni de disminución por obsolescencia, ni de capacidades de acumulación de capital para la reposición. A ello se suma que la irracionalidad histórica de generar un sistema desintegrado frente a las rutas, generó la mala calidad, la falta de estandarización de equipos y tiempos, el envejecimiento de la flota y el aumento del costo por la necesidad del uso del doble pasaje. A ello se suma que la mejora de las condiciones económicas, la disminución del costo de vehículos de transporte individual de combustión interna, generó una tensión entre el transporte público y el sentido aspiracional y de eficiencia de la obtención de una moto o un carro. A ello se suma el reclamo de los tenedores tradicionales de vehículos de pensar las infraestructuras para vehículos de transporte individual de combustión interna como un bien público puro, como el medio ambiente sano la justicia o la seguridad, sin importar el costo.
Rentabilidad económica de corto plazo en la comercialización de equipos y combustibles del siglo XX vs. Financiación colectiva de Las externalidades negativas de su uso	Colombia vende combustible que es ilegal y financieramente inviable en buena parte del mundo, tanto por sus características de contenido de azufre, como por el hecho de que la mayoría de estándares de motores no aceptarían ese tipo de combustible. Aquí aparecen los intereses prioritarios de importadores, compañías productoras de vehículos y repuestos, que venden equipos con estándares del siglo pasado, de forma que pueden mejorar sus utilidades de forma importante comercializando tecnologías atrasadas, a ello se suma, la irracionalidad de la fórmula en el sentido que en el largo plazo, la ineficiencia energética de los motores de tecnologías EURO I y EURO II, supera con creces, el mayor costo de combustible. A pesar de ello, el Estado no actúa como mano visible que compense las externalidades negativas de flotas antiguas y nuevas con estándares deplorables de emisiones.

Tensión	Descripción
Existencia de una institucionalidad supramunicipal en proceso de fortalecimiento	Medellín tiene una experiencia de planificación y coordinación supramunicipal de más de cerca de 4 décadas, que permite la existencia de un Área Metropolitana, que aún con sus debilidades en términos de capacidad efectiva de gestión, significa un aglutinador técnico y político esencial para construir una estructura de la gobernanza de la calidad del aire, viable y sostenible en el territorio, que permita obtener información, divulgar conocimiento, coordinar esfuerzos y hacer planes con su respectivo seguimiento y poder de ejecución. Proceso este que viene en un franco proceso de fortalecimiento.
Existencia de una red de monitoreo con equipos y capacidades académicas sólidas	Medellín y su Área Metropolitana, son una ciudad moderna en el sentido de capacidades y conocimientos técnicos de talla mundial, que si bien se constituyen en espacios de enclave en universidades y centros de investigación, es una oportunidad esencial para articularla a la voluntad política, a los recursos del Estado y las tasas correctivas, y generar de la mano con los agentes del mercado incentivos para: el cambio tecnológico, el cambio cultural, el cambio de hábitos de movilidad, y la modificación de los incentivos para hacer construcción y densificación insostenible.
Puesta en marcha de protocolos y acciones políticas de visibilización de la problemática	El hecho de contar con tecnologías de medición, masa crítica, y voluntad política de visibilización, han llevado a la “securitización” del problema, entendido securitización como un fenómeno por medio del cual un tema sube de categoría en el orden de la agenda pública y se constituye a la luz de la opinión de tomadores de decisiones y ciudadanos, como un hecho relevante que afecta la sobrevivencia colectiva. El problema de la mala calidad del aire, por su carácter omnipresente y por las relaciones innegables con la salud y la calidad de vida, hacen que permita la apertura de una ventana de oportunidad para acumular suficiente poder político en coaliciones que de otra manera nunca alinearán sus intereses.

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar entonces el carácter complejo de la problemática de la calidad del aire. Por lo tanto al tener claras las tensiones alrededor de esta situación, será factible construir una gobernanza de la calidad del aire en el territorio, que genere un círculo virtuoso, de mejor planeación, que limite la densificación desordenada, que introduzca incentivos para el cambio de hábitos y tecnologías, de forma que se limiten las emisiones fijas y móviles, a la vez que producen mejoras sistémicas de la eficiencia y la productividad, con una limitación de las emisiones dañinas.

El informe completo se centra en la mala calidad del aire, no solo en la partículas PM2.5, sino en el hecho que las condiciones que elevaron la situación de episódica a crónica, y que

tiene la tendencia a agravarse y así los elementos que hoy no son problemáticos como el PM 10, el ozono, el CO₂ ó el azufre puedan convertirse en crónicos como van camino a serlo.

Memoria metodológica.

Antecedentes sobre la propuesta de investigación.

Es importante hacer una precisión sobre la propuesta y los resultados que se presentan en este documento, y es que el tema que se estudia, al ser no solo complejo y multicausal como se describió en el acápite anterior, es también de interés actual del municipio debido a las emergencias ambientales que se han declarado durante el tiempo de la investigación. Esto llamó la atención de la ciudadanía así como generó las acciones de los actores públicos y privados en cuanto a la declaración de las emergencias ambientales y el diseño de estrategias para la su mitigación.

La consecuencia para el desarrollo de esta propuesta, es que dicha dinámica generó suficiente información de tipo técnica, política y académica que llevó a que la intención inicial de la propuesta se modificara, para ya no solo indagar sobre la eficacia de las medidas de prevención y emergencia por la calidad del aire en reducir la generación de material PM 2.5 en la ciudad, sino para evidenciar los retos para la gestión de la calidad del aire y la capacidad institucional para su seguimiento y control por parte del municipio de Medellín y los demás municipios del Área Metropolitana, como presupuestos de política pública que garantice su protección de manera progresiva.

Debido a los numerosos estudios realizados sobre los elementos contaminantes del aire y sus consecuencias, y que el objetivo se enfocó en aportar las bases para la toma de decisiones al respecto, se hizo un cambio en el proceso metodológico para emplear el análisis que propone la estructura de árbol de problemas, como una forma de traer a colación todas las situaciones posibles alrededor de una problemática social compleja para la implementación de las acciones viables.

Igualmente, se emplearon fuentes secundarias debido a que las declaratorias de emergencias por calidad del aire, trajo consigo la realización de eventos como foros, paneles, entrevistas, mesas de trabajo entre otros, que facilitó el acceso a la información de expertos y actores representativos en la gestión de la calidad del aire, de tal forma que se consideró que no era necesario aplicar entrevistas.

Una vez hechas las aclaraciones sobre los cambios en el proceso de recolección de información, se procederá a describir el ejercicio realizado.

Proceso metodológico.

Según lo anterior descrito, el presente informe se desarrolló a partir de una mirada interdisciplinaria para identificar las causas asociadas a la contaminación del aire y su desmejoramiento crónico en la ciudad de Medellín. Como se trata además de un ejercicio que pretende establecer las bases de política pública que contribuya al mejoramiento de dicha situación y por lo tanto requiere la intervención de una multiplicidad de actores, se empleó el método de análisis de árbol de problemas, por su capacidad de identificar soluciones en problemáticas complejas.

Para ello, se empleó el enfoque de esta metodología que se utiliza para “problemas no definidos” que consiste en identificar problemas posibles y enlazarlos por criterio de causa-efecto y se emplea en las siguientes situaciones: “cuando un conjunto de involucrados puede tener apreciaciones distintas sobre la naturaleza o magnitud del problema o cuando se tiene identificado un conjunto de problemas en torno a una situación compartida pero no delimitada” (CEPAL, sf)

Es así como para la calidad del aire en la ciudad de Medellín y su relación con el área metropolitana, se contó con un conjunto de causas enmarcadas en 7 dimensiones analíticas a saber:

1. Condiciones Físico – Ambientales
2. Demografía
3. Ordenamiento territorial
4. Movilidad de personas y mercancías
5. Desarrollo económico
6. Institucionalidad
7. Cultura ciudadana

El abordaje de la problemática pretende identificar los factores causales de cada dimensión que generan el problema de la mala calidad del aire en Medellín y el Valle de Aburrá. Para ello se construye una representación gráfica, que incorpora aquellas causas que tienen origen en varias dimensiones, de manera tal que se puedan determinar las consecuencias más visibles que están subyacentes a la problemática central.

Es así que, la dimensión de **Condiciones físico – ambientales**, se describen las particulares condiciones de valle más amplio de Antioquia y el Valle densamente poblado más pequeño del país, en el que la combinación de factores de la condición de país tropical, la forma del sistema orográfico, la alta presencia de humedad, y la combinación circunstancial y cíclica de condiciones de nubosidad, presión, vientos, humedad y luminosidad, hacen que no sea posible la dispersión, el barrido natural de las emisiones de contaminantes y por tanto su acumulación en niveles de altura bajos con afectaciones más graves para la salud primero de grupos sensibles y en el largo plazo de toda la población.

La dimensión **demográfica**, plantea el fenómeno del aumento sostenido (aunque en trance de consolidación) del proceso demográfico de Medellín y el Valle de Aburrá. Este proceso que se suma a la densificación en condiciones de segregación espacial y mono-centralidad, genera unas condiciones de ocupación muy particulares que, en un marco de capacidades institucionales particulares y de condiciones de mercado inmobiliario, determinan las rutinas de desplazamiento y las condiciones de ordenamiento. En la dimensión de

ordenamiento, se establece la forma como se ha ocupado el territorio en el marco del proceso demográfico tan particular, en las condiciones de río y especialmente de ladera.

La dimensión de **movilidad** de personas en particular, significa unas condiciones de hábitos y modos de movilidad asociados a las condiciones del mercado de armado y venta de vehículos, a la mejora de las condiciones de ingreso, y la particular comprensión del estatus social asociado a las condiciones de consumo, especialmente de bienes durables, en particular de vehículos automotores. Esta forma de mover personas y mercancías tiene una particular atadura con las condiciones de **cultura** ciudadana, estatus y modelo de **desarrollo económico**.

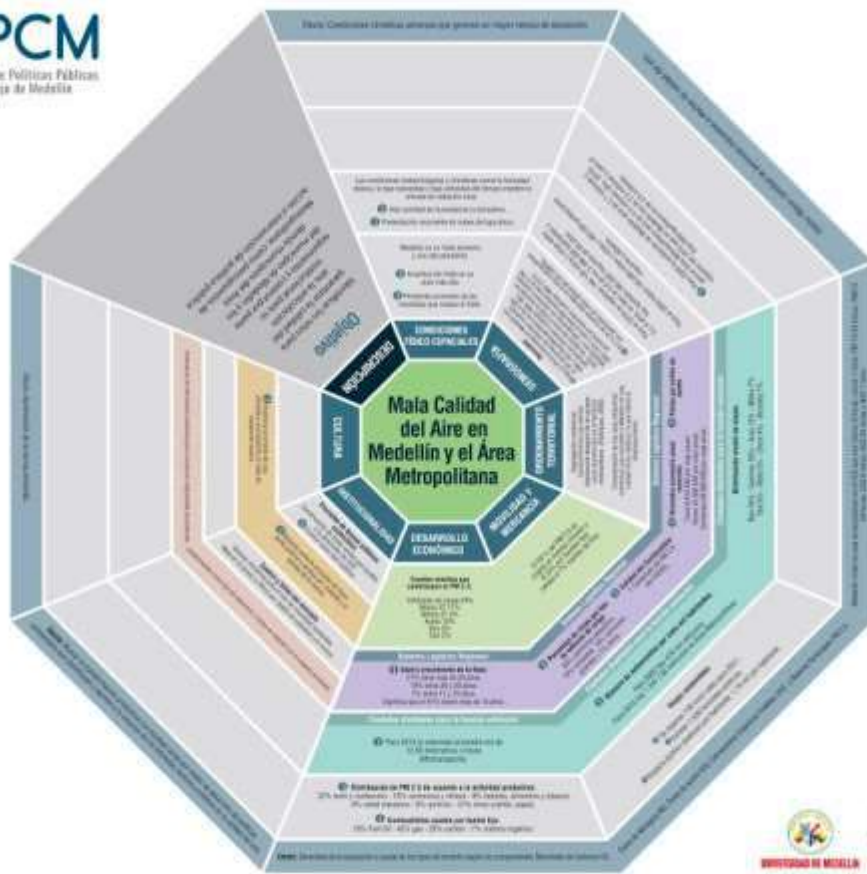
De esta forma la metodología de diagnóstico de la problemática, establece los factores causales que se relacionan en unas condiciones de **institucionalidad** y mercado muy particulares, que determinan las condiciones de gobernanza actuales, y que deberían ser comprendidas desde las tensiones a resolver sobre la base de la consolidación de los acumulados en el territorio y por parte de los actores.

Luego del análisis de la realidad local a partir de estas dimensiones, el paso a seguir es compararlas con experiencias internacionales que han tenido países con grados de desarrollo comparables, como es el caso de Chile y México, de forma tal que se puedan establecer bases de intervención viables, dada las implicaciones económicas, de salud y sociales que esta problemática implica.

Por último, se desarrollará una fase propositiva basada en el diagnóstico de causas y consecuencias en el marco de las dimensiones de análisis y su comparación con los casos internacionales, para que desde el Observatorio de Políticas Públicas y expertos temáticos de las Universidades, se planteen acciones para la institucionalidad y el mercado, en dos sentidos:

1. Proveer bienes públicos sostenibles
2. Corregir fallos del mercado

Desde esta perspectiva se propondrán acciones desde la disposición de información, reforma de estándares de contaminación, el establecimiento de tasas basadas en el principio que paga el que contamina, generación de incentivos y transformación de la cultura ciudadana. Todo ello entendiendo la necesidad de mantener condiciones económicas que hagan viable en lo material a la sociedad.



Fuente: Elaboración propia

III. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

Condiciones físicas espaciales y caracterización de la contaminación del aire de Medellín

Condiciones físicas, ambientales y climáticas del valle de aburrá

La visión moderna de la geografía humana y la gobernanza están basadas en la comprensión de la base físico espacial y las condiciones ambientales, como el primer requisito para analizar fenómenos sociales problematizados (Le Galés, 1998). De hecho, estudios de profundo calado para la región como lo son los lineamientos de ordenamiento territorial para Antioquia en sus versiones I y II, establecen la profunda correlación histórica y social entre la base físico espacial y las condiciones económicas y sociales actuales (COMISIÓN TRIPARTITA, 2012).

Condiciones físicas comparadas del Valle de Aburrá

En este sentido, y visto en términos comparativos, el Valle de Aburrá es el valle más pequeño y densamente poblado de las grandes urbes del país. Si se toma en cuenta la comparación con el Valle del Cauca y con la Sabana Cundiboyacense donde se encuentra ubicada la ciudad de Bogotá (parte sur del altiplano Cundiboyacense, que toma el nombre de Sabana de Bogotá).

El Valle Alto del río Cauca

Es así que el Valle del río Cauca en el departamento que toma ese nombre tiene una extensión de 3.000 Km², y alcanza 32 Kms en sus partes más anchas entre las cordilleras Central y Oriental, lugar donde se asientan los municipios de Santiago de Cali, Palmira, Cerrito, Guacarí, Buga, San Pedro, Tulúa, Andalucía, Bugalagrande, Zarzal, Obando, La Victoria, Cartago, Jamundi; Yumbo, Vijes, Riofrío, Yotoco, Bolívar, Roldanillo, La Unión y Toro (CVC, 2008).

Condiciones físicas del Valle Alto del río Cauca



Fuente: maps.google.com

Las condiciones de vientos y de la presencia de un Valle interandino amplio, hace que el Valle Alto del río Cauca tenga unas condiciones de dispersión de contaminantes mejores que las del Valle de Aburrá.

La Sabana de Bogotá

La Sabana de Bogotá ocupa la parte sur del Altiplano Cundiboyacense. La estructura orográfica que delimita esta sabana hace parte de la Cordillera Oriental. Los Cerros Orientales se constituyen en la cadena montañosa de mayor altitud que establece el límite natural en esa dirección, además de contar al sur con el páramo de Sumapaz.

Condiciones físicas de la Sabana de Bogotá



Fuente: maps.google.com

Esta Sabana tiene cerca de 4.200 Km² de superficie, y unas condiciones climatológicas de alta humedad relativa promedio anual de 77%, con unas condiciones de temperatura que oscilan ostensiblemente entre -7 grados centígrados la mínima y 30 grados de máxima. La relativa menor temperatura con respecto a Medellín y su régimen de vientos, hacen que el proceso natural de dispersión de contaminantes más eficiente que lo que sucede en Medellín.

Principales emplazamientos de fuentes fijas de contaminantes



Fuente: García y Rojas, 2016

Sin embargo, la Sabana de Bogotá, ha mostrado valores crecientes de PM 10 y PM 2.5 (Se refiere a la concentración de Partículas de 10 y 2.5 micras por metro cúbico de aire - $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -) en las estaciones de Puente Aranda (Se registran concentraciones altas cuando aparecen vientos fuertes en dirección oeste y oeste-noroeste), Fontibón, Kennedy (cuando se registran vientos fuertes provenientes del oeste lo que muestra una influencia importante de fuentes locales pero sobre todo de fuentes regionales provenientes de Madrid y Mosquera) y Usaquén (Especialmente cuando se detectan vientos fuertes provenientes del oeste y norte lo que muestra también presencia de contaminantes regionales), donde por la generación de contaminantes de fuentes móviles y fijas y el régimen de vientos, se ha mostrado una concentración crecientemente mayor desde que se hacen mediciones en los 1970's (García y Rojas, 2016).

Las condiciones del Valle de Aburrá

El Valle de Aburrá como se dijo es el Valle más pequeño y densamente poblado del país, y sus condiciones de amplitud en la parte más ancha, corresponde a 7 Km's entre los puntos más altos del escarpe al oriente y al occidente.

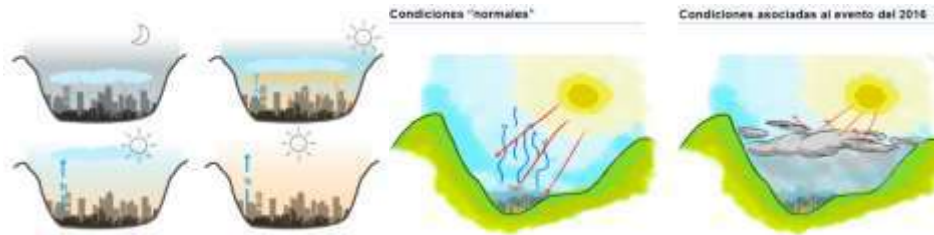
Condiciones físicas del Valle de Aburrá



Fuente: Google Maps

La combinación de factores asociados a un Valle Estrecho, la presencia de una humedad relativa promedio del 68% durante todo el año, con picos de humedad relativa promedio de 71% en los meses de Abril, Mayo, Octubre y Noviembre, así como, con la presencia de fenómenos de concentración de humedad cercanos a 1 Km de altura, que actúan en combinación con las zonas de escarpe del cadenas montañosas de Oriente y Occidente como un tapón a la dispersión natural de los contaminantes a zonas más altas de la atmósfera.

Representación gráfica del fenómeno de concentración de contaminantes



Fuente: AMVA

El proceso de acumulación de humedad en zonas de baja altura de la atmósfera, combinado con un régimen de vientos Norte-Sur de baja velocidad, sumado al aumento importante de las fuentes de emisiones de material particulado, hacen que esta combinación de alta humedad, baja luminosidad, bajas velocidades de los vientos y variabilidad de la temperatura, confinan los agentes contaminantes en zonas bajas de la atmósfera que afectan de forma muy importante la salud humana.

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá ha identificado tres factores que favorecen la contaminación en el aire y que se describen en el Acuerdo Metropolitano No. 15 de 2016.

- a) **Valle Angosto y semi-cerrado:** La configuración del valle ubicado en un entorno montañoso, constituye una condición geográfica adversa para la circulación horizontal de las masas de aire, lo que sumado a unas condiciones de ventilación escasa (meteorología adversa), favorece la acumulación de contaminantes y dificulta su remoción. Los contaminantes que son emitidos en la superficie, principalmente por fuentes móviles y fijas, son retenidos por la presencia de capas de nubes de baja altura, impidiendo así la dispersión de los contaminantes en la vertical.

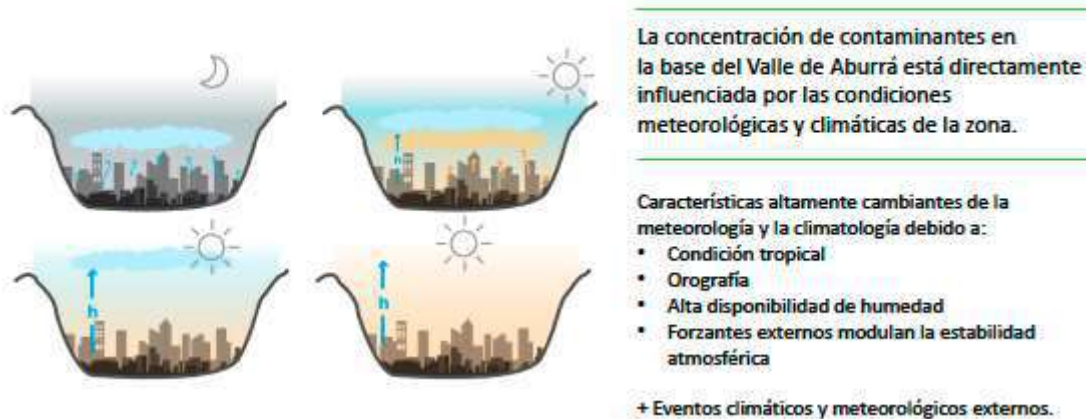
En el Valle de Aburrá, más del 90% de la población vive en áreas urbanas (aunque Barbosa, Girardota y La Estrella conservan una población rural importante cercana al 50%).



Fuente: AMVA (2017)

- b) **Condiciones meteorológicas de estabilidad atmosférica y baja ventilación:** La concentración de contaminantes en la base del Valle de Aburrá está directamente influenciada por las condiciones meteorológicas y climáticas de la zona, las cuales a su vez determinan la magnitud de la dispersión y transporte de contaminantes tanto en la dirección horizontal como en la vertical, siendo esta última la más importante en la región por las condiciones topográficas particulares del territorio. En la región, las características altamente cambiantes de la meteorología y la climatología debido a la condición tropical, a la orografía, a la alta disponibilidad de humedad, y a los forzantes externos modulan la

estabilidad atmosférica dentro del Valle de Aburrá, afectando así la ventilación de la troposfera baja y la remoción de contaminantes por dispersión y convección. Además, la calidad del aire en la región también se ve afectada con relativa frecuencia de manera directa e indirecta por eventos climáticos y meteorológicos externos.



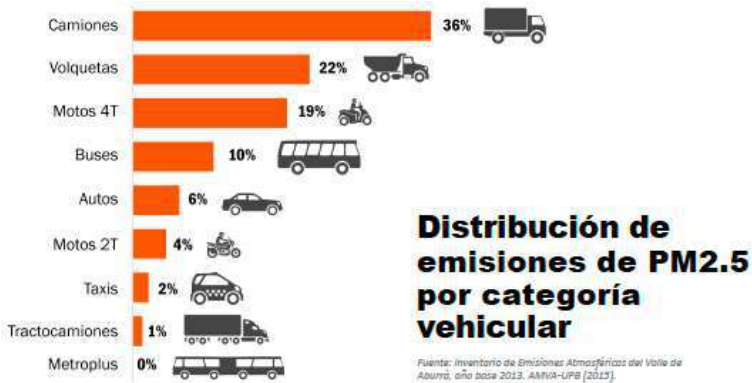
Fuente: AMVA (2017)

c) **Emisiones antropogénicas generadas por una región densamente poblada:** De acuerdo al inventario de emisiones realizado con año base 2013, las fuentes móviles son los principales generadores de contaminantes criterio en el Valle de Aburrá y contribuyen con el 79% de las emisiones de material particulado fino PM2.5 (material particulado inferior a 2.5 micrómetros), contaminante crítico que ha sido priorizado en los esfuerzos de reducción y control de la contaminación, por su impacto relativo a la salud. Que las fuentes fijas aportan el 91 % de las emisiones de óxidos de azufre, el cual constituye un gas precursor en la formación de PM2.5 en la atmósfera, denominado material particulado secundario, por lo tanto, los esfuerzos de reducción de la contaminación deberán considerar el control tanto de las emisiones directas de PM2.5 como de sus gases precursores.



Fuente: AMVA (2016)

Aportes al PM2.5 por sectores



Fuente: AMVA (2016)

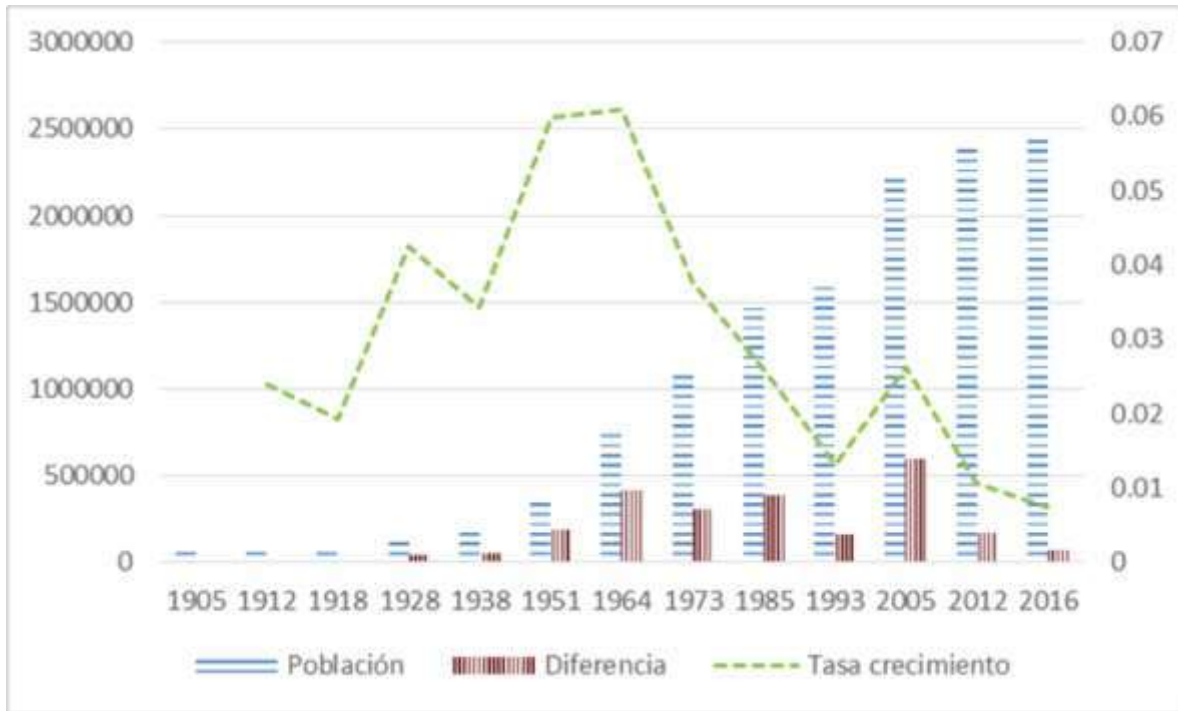


Fuente: AMVA (2016)

Demografía

Visto desde una perspectiva histórica, la evolución de la población de Medellín ha sido muy rápida, producto del proceso de urbanización relativamente tardío de Colombia, y del origen económico y de violencia subyacente a los periodos de mayor crecimiento de la población. Estos periodos de mayor crecimiento, han tenido tres oleadas originadas en migración claramente identificables, la primera la gran migración de nacidos en Antioquia principalmente originados en la redefinición del modelo económico y los coletazos de la violencia política de los 1940’s y 1950’s.

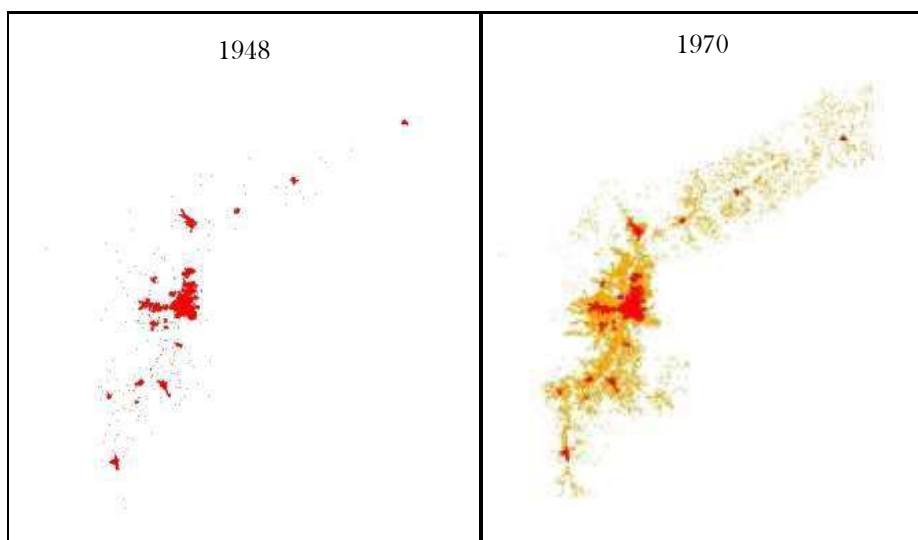
Crecimiento de la Población de Medellín 1905-2016

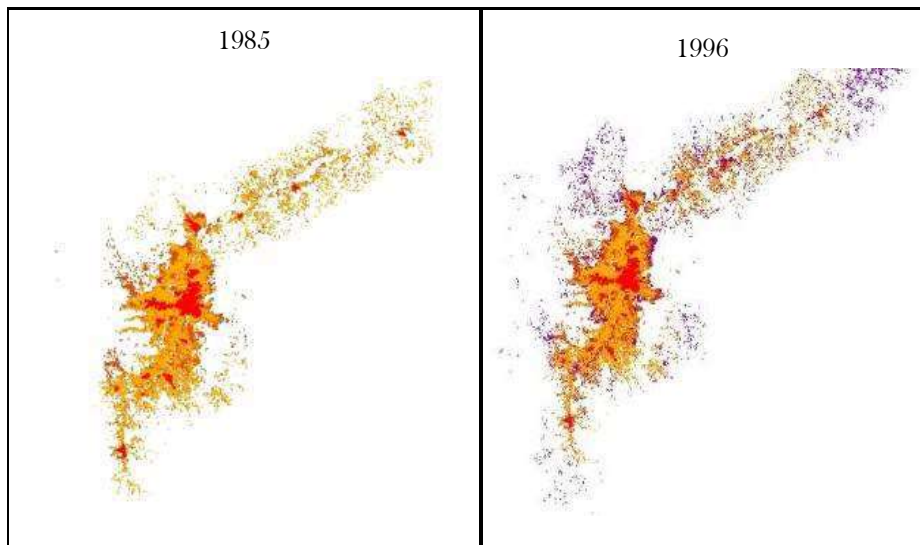


Fuente: DANE

Es así que en el periodo intercensal 1951-1964, Medellín con una población cercana a 400.000 habitantes tiene un incremento de la población mayor a esa cifra, cercana a los 450.000 personas adicionales. Luego aparece el aumento de la población del periodo intercensal 1973-1985, en el que se recogen las oleadas migratorias de principios de los 1980, y la del periodo intercensal 1993-2005, donde se recoge el desplazamiento forzado del oriente Antioqueño, el Urabá y diversas zonas del país asociadas a la violencia paramilitar y guerrillera (cerca de 550.000 personas adicionales, en las que se incluye el crecimiento vegetativo de la población).

Evolución del Crecimiento urbano de Medellín y el Área Metropolitana





Fuente: PATIÑO, Juan y otros. La ocupación del territorio en el proceso de urbanización del AMVA. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales, Universidad de Barcelona. Vol. X, No. 218, 1 de agosto de 2006. Consultado en línea: <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-218-83.htm>. 15/03/2014.

Marco orgánico para la protección, control y prevención de la calidad del aire en la ciudad de Medellín.

Una de las características de la legislación ambiental, especialmente la colombiana es que es numerosa y dispersa. Y si bien con la ley 99 de 1993 se crea un sistema encargado de dar orden esta área en el país, la información articulada sigue siendo un reto. Por lo tanto la intención de este punto, es traer a colación la estructura normativa en materia de calidad del aire desde los estándares internacionales hasta la regulación local, de esta forma se describe el contexto institucional y jurídico alrededor de esta problemática como antecedente a la toma de decisiones en materia de política pública para la ciudad.

Normativa internacional y estándares de calidad del aire en Colombia.

El aire, es considerado como un recurso esencial en la vida de las personas, por lo que sus óptimos niveles de calidad se consideran como un requisito para la salud y el bienestar. Sin embargo, resulta cada vez más complejo para los países realizar control de agentes contaminantes (OMS, 2006). Y si bien se cuenta con los estudios y recomendaciones de entidades como La Organización Mundial de la Salud, estos resultan solo orientaciones a manera de guías que pretenden reducir los efectos de la contaminación del aire en la salud, pues la adopción de éstas depende de aspectos económicos, políticos incluso geográficos.

Es así como la OMS, en 2005 realiza una actualización en materia de calidad del aire en donde se refiere a cuatro contaminantes comunes: material particulado MP, ozono O₃ dióxido de nitrógeno NO₂ y dióxido de azufre SO₂, en donde establece estándares para su control y prevención y que se mantienen vigentes.

La intención de la OMS al realizar dichos estudios es la de promover la protección de la salud pública que se ve afectada como consecuencia de la contaminación y deterioro del medio ambiente, por lo que enfatiza en los tipos de contaminante, el tiempo de exposición a estos y las afectaciones a la salud en la población de tal forma, que los Estados encuentren una justificación para su regulación. No obstante, se basa en estudios cuyos límites no están claramente definidos y si bien, se logra establecer la relación directa entre la contaminación por estos agentes y la mortalidad, no dejan de ser sugerencias que dependen de la concepción que cada país tenga sobre aspectos como la precaución, el desarrollo industrial, la salud y la normativa ambiental.

Por ejemplo el **material particulado MP**, representa la masa de las partículas que entran al sistema respiratorio, que incluye tanto las partículas gruesas (2.5mp a 10mp) generadas por la combustión y las finas (menos de 2.5mp) generadas por procesos mecánicos como la construcción, la resuspensión de polvo de los caminos y el viento. De allí que este material es de mayor presencia en entornos urbanos cuyo riesgo de afectación se

incrementa con la exposición a este, y si bien hay pocas pruebas que indiquen el umbral que permita establecer el escenario ideal de no afectación, el nivel más bajo para los cuales se ha demostrado efectos adversos en la salud no es muy superior al 2.5MP, a lo que se suma la variabilidad de la afectación por aspectos como la edad o el tiempo de exposición a este (OMS,2006).

En este último aspecto, es decir, el tiempo de exposición ante el MP, se cuentan con estudios que permitan determinar los efectos sobre la salud para tiempos prolongados o cortos, y con ello, establecer indicadores de base para su regulación en cada ordenamiento jurídico interno. Para el caso de la exposición prolongada, se tuvo como valor guía la concentración anual de $10\mu\text{g}/\text{m}^3$, que representa el extremo inferior de la gama en la que se observaron efectos significativos en la supervivencia. En otras palabras se encontró que el MP de 10 sería el límite permitido. Así, una exposición prolongada a material superior a 10 implica una relación estrecha con la mortalidad. (OMS, 2006) Pero como se explicó ya, este tipo de material solo abarca la combustión. Por ello, se realizó también el estudio de exposición en el que se examinaron las condiciones de salud respecto del MP fino, especialmente porque el tamaño de la partícula hace que sean 100% respirables ya que viajan profundamente en los pulmones y torrente sanguíneo, además que sus componentes los hacen más tóxicos que los del PM10, por eso al evaluar los efectos intermedios se recomienda en este caso que su exposición sea de 24 horas, pues de lo contrario las condiciones de mortalidad serían desbordadas.

Con el **ozono**, se forma en la atmósfera mediante reacciones fotoquímicas en presencia de luz solar y contaminantes precursores, como los óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles, tienen efectos negativos en la salud en los que se han demostrado niveles de mortalidad diaria por niveles de ozono diferentes al material particulado, por concentraciones por debajo de $120\mu\text{g}/\text{m}^3$ sin embargo, no se cuenta con reglas claras de un umbral aunque se hizo un análisis a una media máxima de ocho horas (OMS,2006).

En cuanto al **dióxido de nitrógeno**, compuesto químico formado por los óxidos de nitrógeno y oxígeno que deriva de la combustión de las altas temperaturas como los motores de vehículos y plantas industriales, establecer su relación con la mortalidad se dificulta en tanto que existen otro tipo de partículas en el aire no estudiadas y que deja en duda cuál sería la determinante a la hora de hablar de afectaciones a la salud. Aún así, se estableció un límite medio anual de exposición al NO₂, basándose en los efectos tóxicos directos de exposición además que esto puede ayudar a controlar mezclas complejas de productos contaminantes relacionados con la combustión, de ahí que el límite sea $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ para media anual y $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ para la media de una hora (OMS,2016).

Otro referente es la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) quien establece, al igual que la OMS, estándares de calidad de aire que además se convierten en referente para la medición en varios países, y fue adoptado para como Índice de Calidad del Aire en Colombia, esto, sin dejar de considerar la atención que también se hace a las recomendaciones de la OMS respecto a los efectos en la salud por la presencia de los contaminantes descritos.

Es así como el ICA en Colombia se mide por los siguientes contaminantes: Monóxido de Carbono, Dióxido de Azufre, Dióxido de Nitrógeno, PM10, PM2.5 y Ozono Troposférico.

En el año, 2005, en Colombia se promulga el Decreto 948 de 1995 con el objeto de reglamentar la protección y control de la calidad del aire por lo que establece normas y principios generales en relación a la contaminación atmosférica causada por fuentes móviles y fijas, plantea también los estándares de emisión y descarga de contaminantes a la atmósfera, establece las condiciones de prevención, alerta y emergencia por contaminación del aire y detalla los aspectos contaminantes del aire. Esta regulación continuó con la resolución 601 de 2006, posteriormente modificada por la Resolución 610 de 2010.

Este decreto se constituye entonces en el lineamiento nacional que propone los estándares de calidad del aire para todo el territorio pero en condiciones de referencia, lo que significa que a nivel local, la norma de calidad de aire y de inmisión podrá ser más restrictiva que la norma nacional y será fijada por las autoridades ambientales competentes, para lo cual se deben tener en cuenta aspectos específicos como la presión y temperatura, respecto de las condiciones de referencia de la norma nacional (artículo 6)

Esta situación no solo tiene sentido por las razones de contexto que la misma OMS reconoce se deben considerar a la hora de adopción de normas ambientales, sino que guarda relación con dos aspectos: el principio de descentralización y la creación del Sistema Nacional Ambiental (SINA) cuyos componentes y su interacción definen los mecanismos de actuación del Estado y la Sociedad Civil, cuyas instituciones ambientales deben tener en cuenta los criterios de planificación económica, social y física, tal y como se define en la Ley 99 de 1993 y la Constitución Política 1991

Es así como surge el Ministerio de Medio Ambiente (hoy denominado Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible) como organismo rector de la gestión del medio ambiente, creador y ejecutor de la política nacional ambiental y por tanto, le corresponde coordinar el SINA que además se compone de las entidades públicas, privadas o mixtas que realizan actividades de producción de información, investigación científica y desarrollo tecnológico en el campo ambiental.

Los actores del SINA principales son:

<p>Autoridades ambientales claves del gobierno</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible - Sistema Nacional de Parques - Corporaciones Autónomas (CAR) Regionales y Autoridades Ambientales Urbanas (AAU) 	<p>Otras instituciones del gobierno nacional con responsabilidades ambientales</p> <ul style="list-style-type: none"> - Departamento Nacional de Planeación - Instituciones de Supervisión del gobierno: contraloría y procuraduría - otros ministerios - Consejo Nacional Ambiental - Consejo Técnico Asesor
<p>Autoridades territoriales</p> <ul style="list-style-type: none"> - Departamentos y municipios - Territorios Indígenas 	<p>Sociedad civil</p> <ul style="list-style-type: none"> - ONG ambientales - Universidades e instituciones de investigación - Firms comerciales y granjas

Fuente: Ley 99 de 1993 y Cepal (2006, pág 35)

En esta estructura, las CAR y las AAU, son las encargadas de cumplir las políticas dictadas por el Ministerio, además de velar que las instituciones del orden territorial como las departamentales y municipales, en su autonomía, eviten la creación de normas más débiles que las orientaciones impartidas por el gobierno nacional.

Dentro de las funciones del sistema está la de generar información pertinente materializada en creación de indicadores de calidad ambiental, para lo cual depende de su desempeño institucional desde la articulación de las entidades que lo componen y el trabajo bajo estrategias coherentes. Es por ello que existe desde la ley 99 de 1993 el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC), que tiene por función principal ofrecer la información requerida a las entidades del SINA, para que éste genere una gestión eficaz en dar a conocer el estado actual de las condiciones ambientales del país, promover la participación ciudadana, la toma de decisiones y la generación de conocimiento (SIAC).

En el marco de las funciones del SIAC, y con la intención de generar información sobre la calidad del aire, se han instalado 132 estaciones de monitoreo que conforman 19 sistemas de vigilancia de la calidad del aire ubicadas en ciudades como Bogotá, Medellín, Cali, Cartagena, Bucaramanga y en áreas con objetivos específicos como las zonas de explotación minera de carbón del Cesar y de la Guajira, entre otros (SIAC). En este sistema se encuentra el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), quien proporciona el soporte técnico y científico en relación a la protección atmosférica, se encarga del Subsistema de Información sobre Calidad del aire SISAIRE, que es la principal fuente de información para el diseño, evaluación y ajuste de las políticas y estrategias nacionales y regionales de prevención y control de la calidad del aire, está a cargo del IDEAM y trabaja de manera articulada con las CAR y las AAU.

Estándares nacionales de la calidad del aire.

Se dijo en el acápite anterior que el Decreto 948 de 1995 estableció los lineamientos rectores para la medición de calidad de aire, posteriormente modificado por el Decreto 979 de 2006. En consecuencia el para entonces el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial dicta la resolución 601 de 2006 cuyos estándares fueron:

Contaminante	Unidad	Límite máximo permisible	Tiempo de exposición
PST	µg/m ³	100	Anual
		300	24 horas
PM10	µg/m ³	70	Anual
		150	24 horas
SO ₂	ppm (µg/m ³)	0.031 (80)	Anual

Contaminante	Unidad	Límite máximo permisible	Tiempo de exposición
		0.096 (250)	24 horas
		0.287 (750)	3 horas
NO ₂	ppm (µg/m ³)	0.053 (100)	Anual
		0.08 (150)	24 horas
		0.106 (200)	1 hora
O ₃	ppm (µg/m ³)	0.041 (80)	8 Horas
		0.061 (120)	1 hora
CO	ppm (µg/m ³)	8.8 (10)	8 Horas
		35 (40)	1 Hora

Fuente: Artículo 4. Resolución 601 de 2006,

Posterior a esa Resolución el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial emite la 610 de 2010 que modifica la resolución 601, que en los niveles máximos permitidos de contaminantes los cambios, respecto de la tabla anterior se reflejan en los siguientes:

Contaminante	Unidad	Límite máximo permisible	Tiempo de exposición
PM ₁₀	µg/m ³	50	Anual
		100	24 horas
PM 2.5	µg/m ³	25	Anual
		50	24 Horas

Fuente: Artículo 2 Resolución 610 de 2010.

Puede observarse que la resolución 610, modificó los índices respecto del PM₁₀ rebajando la norma de exposición diaria de 150 a 100 y además, incorpora los índices del PM 2.5 para lo cual no había indicadores establecidos, que no es más que una reacción ante las condiciones urbanas que registraron altas concentraciones de dicho material, según análisis de los centros de monitoreo de Aguinaga (Medellín), Politécnico (Medellín), Ditaires (Itagüí) y Universidad CES (Medellín), que superaron los estándares establecidos para estos

contaminantes por la OMS descritas de las guías de calidad de 2005 que son de 10 µg/m³(AMVA)

Igualmente, se relacionan a continuación los estándares colombianos en materia de calidad del aire por tipo de contaminante, basado en información del SISAIRE, y relacionado con los efectos en la salud y las acciones preventivas según el tipo de alerta.

Tabla de rangos

Contaminante: Oxidos De Nitrogeno - 1 Horas - µg/m³

ICA	Rango	Color	Descripcion	Efectos en la salud	Acciones preventivas
201 - 300	1222.07 - 2331.34	Purpura	Muy dañina a la salud	Incremento de la probabilidad de ocurrencia de síntomas respiratorios; dificultad para respirar en niños y personas con enfermedades respiratorias como asma.	Niños y personas con enfermedades respiratorias como asma deben reducir el esfuerzo al aire libre

Oxidos De Nitrogeno ▼

Fuente: tomado de SISAIRE.gov.co

Tabla de rangos

Contaminante: Ozono - 8 Horas - µg/m³

ICA	Rango	Color	Descripcion	Efectos en la salud	Acciones preventivas
0 - 50	0.0 - 115.75	Verde	Buena	Ninguno	Ninguna
51 - 100	117.71 - 147.14	Amarillo	Moderada	Individuos no sensibles pueden experimentar síntomas respiratorios.	
101 - 150	149.1 - 186.38	Naranja	Dañina a la salud para grupos sensibles	Incremento de la probabilidad de ocurrencia de síntomas y molestias respiratorias en niños activos, adultos y personas con enfermedades respiratorias, como asma.	Niños activos, adultos y personas con enfermedades respiratorias como asma, deben reducir la actividad física al aire libre.
151 - 200	188.34 - 225.61	Rojo	Dañina a la salud	Mayor probabilidad de ocurrencia de síntomas respiratorios y dificultad para respirar en niños activos, adultos y personas con enfermedad respiratoria, como asma; posibles efectos respiratorios de la población en general.	Niños y adultos activos y personas con enfermedades respiratorias, deben reducir la actividad física prolongada al aire libre, especialmente los niños.
201 - 300	227.58 - 733.73	Purpura	Muy dañina a la salud	Síntomas cada vez más severos y respiración deteriorada probablemente en niños, adultos y personas activas con enfermedad respiratoria, como asma; incremento en la probabilidad de efectos respiratorios en la población en general.	Niños activos, adultos y personas con enfermedades respiratorias como asma, deben reducir la actividad física al aire libre; especialmente los niños.

Ozono ▼

Fuente: tomado de SISAIRE.gov.co

Tabla de rangos

Contaminante: Pm10 - 24 Horas - µg/m3

ICA	Rango	Color	Descripción	Efectos en la salud	Acciones preventivas
0 - 50	0.0 - 54.0	Verde	Buena	Ninguno	Ninguna
51 - 100	55.0 - 154.0	Amarillo	Moderada	Posibles síntomas respiratorios en individuos no sensibles. Posible agravamiento de enfermedad del corazón o de pulmón en personas con enfermedades cardiopulmonares y adultos mayores.	Personas extremadamente sensibles con asma y adultos con enfermedad cardiocerebrovascular como hipertensión arterial, enfermedad isquémica del miocardio o pulmonar como asma, enfisema y bronquitis crónica deben reducir la actividad física fuerte o prolongada.
101 - 150	155.0 - 254.0	Naranja	Dañina a la salud para grupos sensibles	Aumento de riesgo de síntomas respiratorios en individuos sensibles, agravamiento de enfermedad del corazón o de pulmón y mortalidad prematura en personas con enfermedades cardiopulmonares y adultos mayores.	Personas con enfermedades cardíacas o respiratorias, mayores de 60 años y niños deben evitar la actividad física fuerte o prolongada.
151 - 200	255.0 - 354.0	Rojo	Dañina a la salud	Incremento de los síntomas respiratorios y recrudescimiento de las enfermedades pulmonares tales como asma; posibles efectos respiratorios en la población en general.	Personas con enfermedades cardiovascular o respiratorias, mayores de 60 años y niños deben evitar actividad física fuerte o prolongada.
201 - 300	355.0 - 424.0	Purpura	Muy dañina a la salud	Aumento significativo en síntomas respiratorios y aumento de la gravedad de enfermedades pulmonares como asma; incremento de la probabilidad de ocurrencia de efectos respiratorios para la población en general.	Personas con enfermedades cardíacas o respiratorias, mayores de 60 años y niños deben evitar cualquier actividad física en exteriores. Las demás personas deben evitar la actividad fuerte o prolongada.

Pm10 ▼

Fuente: tomado de SISAIRE.gov.co

Tabla de rangos

Contaminante: Oxidos De Azufre - 24 Horas - µg/m3

ICA	Rango	Color	Descripción	Efectos en la salud	Acciones preventivas
0 - 50	0.0 - 88.94	Verde	Buena	Ninguno	Ninguna
51 - 100	91.55 - 376.68	Amarillo	Moderada	Ninguno	Ninguna
101 - 150	379.29 - 585.94	Naranja	Dañina a la salud para grupos sensibles	Incremento de la probabilidad de ocurrencia de síntomas respiratorios, tales como opresión en el pecho y dificultad al respirar en personas con asma.	Personas con asma deben considerar reducir la actividad al aire libre.
151 - 200	588.56 - 795.21	Rojo	Dañina a la salud	Incremento de síntomas respiratorios, tales como opresión en el pecho y jadeo en personas con asma; posible recrudescimiento de enfermedades cardíacas y pulmonares.	Los niños, los asmáticos y las personas con enfermedades cardíacas y pulmonares deben reducir el esfuerzo al aire libre.
201 - 300	797.82 - 1579.95	Purpura	Muy dañina a la salud	Aumento significativos en síntomas respiratorios tales como jadeo y respiración corta en personas con asma; recrudescimiento de enfermedades cardíacas y pulmonares.	Niños, asmáticos y personas con enfermedades cardíacas y pulmonares deben evitar el esfuerzo al aire libre; todos los demás deben reducir el esfuerzo al aire libre.

Oxidos De Azufre ▼

Fuente: tomado de SISAIRE.gov.co

Estándares de Calidad de Aire en el Área Metropolitana

El Área Metropolitana, establece el ICA basada en el EPA, la interpretación se basa en los niveles de las concentraciones registradas en la región metropolitana en tiempo de exposición que va de 0 a 500 (AMVA, 2017) siendo para el Valle de Aburrá el límite de 300,

con escalas intermedias que se presentan por colores, según se presenta en la siguiente tabla:

ICA	COLOR	CLASIFICACIÓN	O ₃ 8h ppm	O ₃ 1h ppm	PM ₁₀ 24h µg/m ³	PM _{2.5} 24h µg/m ³	CO 8h ppm	SO ₂ 24h ppm	NO ₂ 1h ppm
0 - 50	Verde	Buena	0.000	-	0	0	0	0	0
			0.059	-	54	12	4.4	0.035	0.053
51 - 100	Amarillo	Moderada	0.060	-	55	12.1	4.5	0.036	0.054
			0.075	-	154	35.4	9.4	0.075	0.100
101 - 150	Naranja	Dañina a la salud para grupos sensibles	0.076	0.125	155	35.5	9.5	0.076	0.101
			0.095	0.164	254	55.4	12.4	0.185	0.360
151 - 200	Rojo	Dañina a la salud	0.096	0.165	255	55.5	12.5	0.186	0.361
			0.115	0.204	354	150.4	15.4	0.304	0.649
201 - 300	Púrpura	Muy Dañina a la salud	0.116	0.205	355	150.5	15.5	0.305	0.650
			0.374	0.404	424	250.4	30.4	0.604	1.249
301 - 400	Marrón	Peligrosa	-	0.405	425	250.5	30.5	0.605	1.250
			-	0.504	504	350.4	40.4	0.804	1.649
401 - 500	Marrón	Peligrosa	-	0.505	505	350.5	40.5	0.805	1.650
			-	0.604	604	500.4	50.4	1.004	2.049

Fuente: AMVA- Puntos de corte de ICA Valle de Aburrá.

El cálculo se determina según el modelo desarrollado por la EPA, que consiste en una ecuación, de lo cual se encarga la red de monitoreo quien representa en una escala los niveles de contaminación y los relaciona con los riesgos de salud a los que puede estar expuesta la población, y es así como se construye la información que se presenta a la población y se determinan las acciones de emergencia por parte de las autoridades.

Articulación institucional y gestión ambiental para la prevención y control de la contaminación atmosférica en la ciudad de Medellín.

Qué dicen los actores

Cuando se describió en este texto las modificaciones en el proceso metodológico, una de las variaciones correspondió la recolección de información de fuentes primarias. Se habían establecido entrevistas con expertos en el tema y con actores representativos en la gestión de la calidad del aire en Medellín y el Área Metropolitana. Sin embargo se dificultó establecer las citas debido a la situación misma de emergencia en que se encontraba la ciudad. No obstante, se contó con las memorias de Medellín Cómo Vamos, que en la celebración de sus 10 años realizó un evento con los actores representativos en la ciudad, lo que permitió conocer desde su experiencia las posibles acciones de mejora necesarias para dar una solución progresiva al mejoramiento de la calidad del aire.

Este evento consistió entonces, en analizar los fenómenos que afectan la calidad de vida de los habitantes de la ciudad de Medellín, específicamente en los que el AMVA tiene competencia, actividad que tuvo el apoyo de la Universidad EAFIT, en el marco de BIO2030.

Las personas entrevistadas fueron: la subdirectora ambiental del Área Metropolitana del Valle de Aburrá -AMVA-, María del Pilar Restrepo; el Director de Corantioquia, Alejandro González; la directora de planeación de agua y saneamiento de EPM, Marta Lucía Londoño; el director del SIATA, Carlos David Hoyos (CDH) y el ingeniero agrónomo y experto en gestión ambiental Ángel Gabriel Arrubla y Germán Camargo encargado del componente ambiental del plan rector BIO2030.

Como el interés inicial – en caso de aplicar las entrevistas – estaba dirigido a conocer los retos en la gestión y la articulación institucional para el control y prevención del aire en la ciudad de Medellín, de la entrevista se destacan las siguientes conclusiones:

En materia de gestión y articulación institucional

En la región se cuenta con dos tipos de autoridad ambiental. Corantioquia que es una CAR y el Área Metropolitana (AMVA) que es una Autoridad Autónoma Urbana. La presencia de estas dos autoridades ha dejado en evidencia las dificultades en la articulación institucional, lo cual es uno de los objetivos de la creación del SINA. En este sentido las dificultades que los expertos resaltaron para el caso de Medellín fueron:

- La distribución de funciones entre ambas autoridades presenta dificultades en materia de la gestión de recursos, donde el AMVA debe cumplir funciones de planificación integral, de autoridad ambiental y autoridad de transporte y la mayoría de recursos que recibe como ingresos corrientes tiene una destinación específica.
- El 98% de los recursos de sobretasa ambiental son entregados al AMVA como autoridad urbana, y el 2% a Corantioquia, de acuerdo con el catastro urbano y rural del Valle de Aburrá, respectivamente, esta distribución en los recursos hace que los municipios que están por fuera del área metropolitana subsidien el ejercicio de la autoridad ambiental en Medellín, en la medida en que, si bien Corantioquia no es la autoridad ambiental urbana, los recursos que recibe de este municipio no son suficientes para ejercer dicha autoridad en el territorio rural. Se requeriría del aumento de los recursos que se destinan a Corantioquia, para solucionar dicho conflicto.
- La multiplicidad de actores, algunas del nivel nacional, no cumplen únicamente con funciones ambientales como es el caso del AMVA en relación con Corantioquia quien sí tiene funciones ambientales exclusivamente.
- A pesar que la ley es clara en la delimitación de las funciones de las autoridades ambientales, muchas veces les son entregadas funciones que no les corresponden en el ámbito local como los sistemas de prevención y atención de desastres o las políticas de educación ambiental.
- Falta una visión prospectiva que continúe después de terminado un período de la administración municipal, para evitar rupturas en la gestión ambiental, ya que si bien, existen directrices metropolitanas de ordenamiento territorial que promueven la sostenibilidad ambiental, los POT no siempre las acogen y hace falta un marco legal sólido que permita acogerlas.

En el mejoramiento de la Calidad del Aire.

En la mesa de trabajo se hizo la siguiente pregunta: “consideran que la intervención en contaminación atmosférica ha sido insuficiente en y los últimos años y cuáles instrumentos o intervenciones deben tenerse en cuenta para reducir efectivamente los niveles de contaminación del aire en el Valle de Aburrá, especialmente en relación a las fuentes móviles (...)”

A esta pregunta respondieron los expertos citados al inicio de este acápite las siguientes razones por las cuales la contaminación del aire sigue en aumento.

- AMVA: el aumento del parque automotor.
- AMVA, la calidad de los combustibles que no es coherente con las recomendaciones la OMS
- AMVA, hace falta contar con programas que aboguen por la chatarrización y el recambio tecnológico de vehículos de pasajeros y carga
- AMVA, algunos centros de diagnóstico automotriz CDA entregan certificados sin verificar el cumplimiento de las normas
- AMVA, cultura de la ilegalidad en la ciudadanía.
- AMVA, consolidación de un sistema de transporte integrado que desincentive el uso del vehículo particular.
- CDH, no existen estudios actualizados sobre la relación directa entre la calidad del aire y la salud para el caso específico del Valle de Aburrá, y la que existe solo corresponde a estudios en Medellín dejando los demás municipios por fuera.

Aportes desde las instituciones

Académicos y científicos

La intención de hacer mención al rol de las instituciones académicas en su contribución a mejorar la calidad del aire, es resaltar que éstas hacen parte del Sistema Nacional Ambiental en la función de generación de conocimiento, divulgación de la información y apropiación de la misma, lo cual se constituye como una de las funciones primordiales del SINA. El alcance del presente informe no comprendió hacer el rastreo de los avances que en la materia tienen las instituciones educativas del Área Metropolitana, no obstante durante la recolección de información destacaron numerosos estudios por parte la Universidad Nacional, Universidad Pontificia Bolivariana, Eafit y la Universidad de Medellín en su contribución por medio de estudios específicos y propuestas de acciones de mejora.

Lo que se pretende es hacer el llamado a los actores públicos a considerar como parte de la evidencia para tomar decisiones, los avances y resultados que resultan de procesos investigativos que aportan no solo a comprender el problema sino a ejecutar acciones fundamentadas y con celeridad, lo cual constituye también un mejoramiento en la acción de gobierno.

Reglamentarios

Se planteó también que la normativa ambiental se hace extensa, lo cual resulta también un inconveniente a la hora de hacerla efectiva. Para el Valle de Aburrá por ejemplo el Área Metropolitana cuenta con numerosas resoluciones tendientes a la protección de la calidad del aire como son: Acuerdo Metropolitano 8 de 2011, Resolución 2381 de 2015, la Resolución Metropolitana 421 de 2016, Resolución 379 de 2016, Resolución 572 de 2016, Resolución 248 de 2017.

Además existen las siguientes acciones en curso: Control y seguimiento a emisiones generadas por fuentes fijas; Control y seguimiento a emisiones generadas por fuentes móviles; Mejoramiento en la calidad del combustible; Pacto voluntario con los Centros de Diagnóstico Automotor (CDA); Programa de autogestión en el sector de transporte público colectivo; Producción más limpia volquetas Producción más limpia en el sector transporte de cargas; Programa de autogestión en el sector motocicletas; Programa de construcción sostenible en el Valle de Aburrá; Transporte sostenible en el Valle de Aburrá; Administración del sistema metropolitano de información de la calidad del aire; Caracterización y determinación de la contribución de fuentes de material particulado PM2.5 en el valle de Aburrá, Convenio de colaboración firmado entre ECOPETROL S.A., Área Metropolitana del Valle de Aburrá y Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid.

Por parte del Concejo Municipal, se cuenta también con los acuerdos como el acuerdo 333 de 2012 que establece la implementación, consolidación, evaluación y control del Sistema de Gestión Ambiental, municipal 23 de 2012 que trata de la Política Pública Medellín Ciudad Verde y Sostenible en la cual se describen como indicadores: construcciones sostenibles, transporte sostenible, calidad del aire, eco-innovación, entre otros que contribuyen con la solución a la problemática de que trata este documento.

Además de las actividades que en la actualidad se encuentran ejecutando las instituciones, en el marco de la gestión y la articulación para lograr acciones más contundentes a la hora de garantizar la protección progresiva de la calidad del aire. Sin embargo, dicho despliegue regulatorio no parece suficiente y es que, las causas descritas en la descripción del problema de *la mala calidad del aire de Medellín y el Área Metropolitana*, implica no solo hacer referencia al parque automotor, el sector industrial y de construcción, sino también a conductas aisladas de las personas que afectan la calidad de vida y el medio ambiente.

Se requiere generar información que permita a la comunidad conocer las consecuencias de sus comportamientos cotidianos relacionados como al consumo, generar alternativas de productos (bienes y servicios) que disminuyan el daño ambiental y, contar con la posibilidad de ejercer sanciones.

Frente a esto último se cuenta con el Código Nacional de Policía y Convivencia, Ley 1801 de 2016, en su capítulo II, se describen las conductas que afectan el Recurso Hídrico, Fauna, Flora y Aire. En el artículo 102 se contemplan: 1. Realizar quemas de cualquier clase salvo las que de acuerdo con la normatividad ambiental estén autorizadas, cuya sanción es Multa General tipo 4: suspensión temporal de la actividad 2. Emitir contaminantes a la atmósfera que afecten la convivencia, con la sanción: Multa general tipo 4.

Revisión comparativa de experiencias internacionales para la gestión de la calidad del aire.

Caso 1: Zona Metropolitana del Valle de México

Comprensión de la problemática

Las autoridades en la Zona Metropolitana del Valle de México, identifican el problema de la contaminación atmosférica como un problema de salud pública y observan que uno de los principales cambios a implementar es el ajuste de las normas sobre los valores límite de contaminantes con relación a los valores promovidos por la Organización Mundial de la Salud.

Contaminante	Periodo promedio de exposición	Unidades	Valores límite						
			NOM vigente	México		Unión Europea	US-EPA	EPA California	OMS
				Exposición aguda (frecuencia máxima aceptable)	Exposición crónica (concentración y tiempo promedio)				
PST	24 hr	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Modificación a la NOM-025-SSA-1993	210 (A)	-	-	-	-	-
PM ₁₀	Anual	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Modificación a la NOM-025-SSA-1993	-	50 (promedio aritmético/año)	40	-	20	20
	24 hr	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Modificación a la NOM-025-SSA-1993	120 (A)	-	50	150	50	50
PM _{2.5}	Anual	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Modificación a la NOM-025-SSA-1993	-	15 (promedio aritmético/año)	25	15	12	10
	24 hr	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Modificación a la NOM-025-SSA-1993	65 (A)	-	40	35	35	25
O ₃	MDPM	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Modificación a la NOM-020-SSA1-1993	157 (GMA)	-	120	147	137	100
	8 hr	ppm		0.08		0.06	0.075	0.07	0.05
	1 hr	($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ppm		216 (NVA)		-	-	180	-
CO	MDPM	(mg/m^3)	NOM-021-SSA1-1993	12.6 (A)	-	10	10	10	-
	8 hr	ppm		11		9	9	9	10
	1 hr	(mg/m^3) ppm		-		40	40	23	30
SO ₂	8 hr	($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ppm	NOM-022-SSA1-2010	524 (2A)	66 (promedio aritmético/año)	-	80	-	-
	24 hr	($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ppm		0.2		0.025	0.03	-	-
	24 hr	($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ppm		288 (A)		0.110	125	365	105
NO ₂	Anual	($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ppm	NOM-023-SSA1-1993	-	-	40	100	57	40
	1 hr	($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ppm		-		-	0.053	0.030	-
	1 hr	($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ppm		395 (A)		0.21	200	-	339
Pb	-	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NOM-026-SSA1-1993	-	1.5 (promedio aritmético/trimestre)	0.5	1.5	1.5	0.5

MDPM: máximo diario de promedios móviles; GMA: quinto máximo en un año; NVA: ninguna vez al año; A: una vez al año; 2A: dos veces al año.

Fuente: Programa para mejorar la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2011-2020 - Gobierno del Estado de México

Problemática e Inventario de Emisiones

El diagnóstico de la Zona Metropolitana del Valle de México con información de los años 2008 y 2010, indica la necesidad de concentrar los esfuerzos en el control sobre las emisiones de ozono y material particulado.

Sector	Emisiones															
	PM ₁₀		PM _{2.5}		SO ₂		CO		NO _x		COT		COV		NH ₃	
	(ton/año)	(%)	(ton/año)	(%)	(ton/año)	(%)	(ton/año)	(%)	(ton/año)	(%)	(ton/año)	(%)	(ton/año)	(%)	(ton/año)	(%)
Fuentes puntuales	4,986	20.5	859	15.6	3,375	50.3	6,961	0.4	20,094	10.7	134,201	14.2	129,178	21.8	181	0.9
Fuentes de área	14,678	60.4	1,643	29.9	23	0.3	9,263	0.6	12,043	6.4	581,729	61.4	241,252	40.8	15,198	75.3
Fuentes móviles	3,902	16.1	2,849	51.8	3,306	49.3	1'552,204	99.0	154,919	82.4	195,218	20.6	185,384	31.3	4,798	23.8
Vegetación y suelos	730	3.0	148	2.7	NA	NA	NA	NA	1,031	0.5	35,585	3.8	35,585	6.0	NA	NA
Total	24,296	100	5,499	100	6,704	100	1'568,428	100	188,087	100	946,733	100	591,399	100	20,177	100

NA: No es aplicable.

Fuente: Inventario de Emisiones de Contaminantes Criterio de la ZMVM-2008.

Medidas y acciones promovidas

El Plan de mejoramiento de la calidad del aire para la Zona Metropolitana del Valle de México, cuyas condiciones de contaminación son similares a la del AMVA, establece 116 acciones agrupadas en 81 medidas, enmarcadas en 8 estrategias.

1. Legalidad e institucionalidad: aborda aspectos normativos y legales que incluyen la actualización de los límites en los criterios para la declaratoria de contingencia ambiental atmosférica, actualización de los criterios de calidad del aire, la definición de los costos económicos de los efectos en la salud por causa de la contaminación atmosférica, el fortalecimiento del sistema de alerta temprana y monitoreo atmosférico.
2. Planeación urbana: Análisis ecosistémico, optimización de cuencas de transporte público, consumo energético en la provisión de bienes y servicios públicos, manejo de residuos sólidos.
3. Calidad y eficiencia energética: Programas de calidad y eficiencia energética, optimización del modelo de movilidad, sustitución de convertidores catalíticos, detección y retiro de vehículos ostensiblemente contaminantes, promoción de uso de vehículos híbridos y eléctricos, renovación de vehículos diesel con tecnología de control de emisiones, renovación de flotas de transporte público de pasajeros, promoción de energía y combustibles alternos, planeación y control de iluminación eficiente y eficiencia energética en la construcción de inmuebles.
4. Movilidad: Optimización y rediseño de las redes de transporte metropolitano, reordenación de paradas de transporte público, sistema de monitoreo y flujos vehiculares, regulación de la circulación de los vehículos de carga, fomento al uso del transporte escolar el transporte de personal empresarial, promover el uso de la bicicleta y regulación de vehículos publicitarios.

5. Control de emisiones: Reducir el uso de solventes orgánicos en productos de consumo, control de emisiones de mercurio, dioxinas y furanos, mejorar la supervisión y vigilancia de emisiones, establecer metas de reducción de emisiones para empresas, fomento a la producción más limpia, control de emisiones en lavanderías, restaurantes y otras actividades económicas contaminantes de baja escala, regulación de emisiones de aguas residuales, regulación de actividades de pintura al aire libre, aprovechamiento de Biogás.
6. Educación ambiental: Incentivos para el teletrabajo y optimización de desplazamientos de personal al lugar de trabajo, simplificación de trámites gubernamentales que fomenten la no presencia física del ciudadano, promoción de la educación ambiental, inclusión de la sociedad civil en la gestión de la calidad del aire.
7. Áreas verdes y reforestación: Recuperación, restauración de zonas verdes urbanas, plan de manejo para áreas naturales protegidas y de conservación, prevención y control de incendios forestales, programas de reforestación, recuperación de suelos erosionados, limpieza y pavimentación de vías y fomento a las azoteas verdes.
8. Investigación científica: Actualizar el inventario de emisiones y otras investigaciones para racionalización vehicular, efectos de la contaminación atmosférica y la salud, contaminación atmosférica y vegetación forestal, dinámica y química atmosférica, estudios económicos para la creación de fuentes de financiamiento a través de tasas y contribuciones, así como modelos de gestión financiera.

Cada una de estas acciones fue valorada en cuanto a su contribución al mejoramiento de la calidad del aire con relación a cada uno de los contaminantes, definiendo un responsable, un período de tiempo para su cumplimiento y el costo estimado. con lo cual se logra hacer un control estricto del avance del plan y la identificación de actores involucrados y su participación en la atención al problema de contaminación atmosférica.



Fuente: Elaboración propia con base en el Programa para mejorar la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2011-2020 - Gobierno del Estado de México.

Caso 2: Región Metropolitana Santiago de Chile

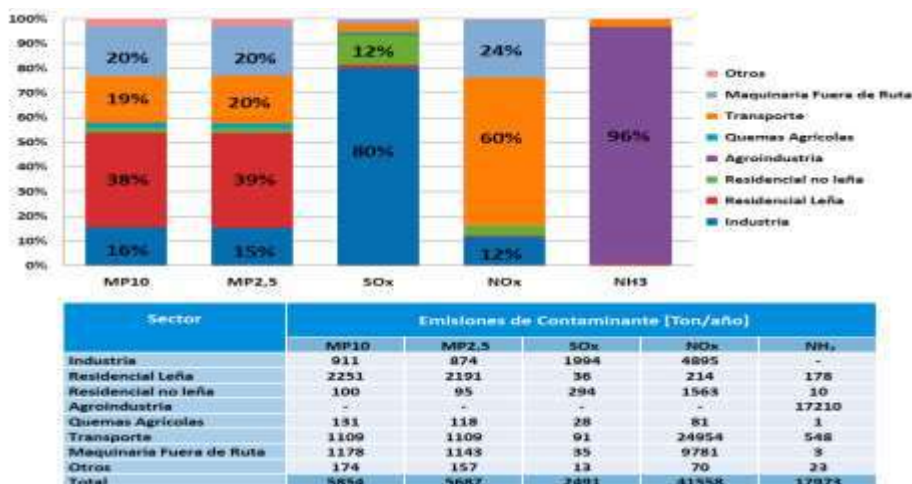
Comprensión de la problemática

La descontaminación de Santiago comenzó en la década de los 90, en medio de una crisis ambiental por los altísimos niveles de material particulado, la Región Metropolitana de Santiago de Chile formuló su primer Plan de descontaminación en 1998; Luego de casi 25 años de gestión de la calidad del aire se destacan cambios en los patrones de producción y consumo de la Región Metropolitana de Santiago con un logro importante en la reducción de la contaminación por MP10 y principalmente por MP2,5.

Los principales cambios corresponden al mejoramiento de la calidad de los combustibles usados por el transporte: combustibles sin plomo y reducción en la concentración de azufre en el diésel; la masificación del uso del gas natural; la exigencias de metas de emisión de NO, y MP a la industria; una transformación radical del transporte público y un control estricto del mercado automotriz, en términos de incorporar progresivamente vehículos más limpios.

Sin embargo, a finales de 2016 aún existían actividades dentro de la Región Metropolitana de Santiago que no han experimentado una transformación relevante en términos tecnológicos, lo que las ha ido convirtiendo en las mayores responsables de los niveles de contaminación observados. Éstas son, principalmente, las residencias que emplean calefacción a leña, el transporte comercial y de carga urbano e interurbano, a lo que se suma el fuerte incremento del parque de vehículos livianos.

En 2014 el Ministerio de Medio Ambiente de Chile, declaró a la Región Metropolitana de Santiago de Chile como Zona Saturada por Material Particulado Fino Respirable 2,5; con ello se dió inicio a la elaboración del Plan de descontaminación atmosférica por material respirable, que actualizaba el Plan de prevención y descontaminación formulado en 2009, con el fin de crear un instrumento de gestión ambiental que permitiera recuperar los niveles de contaminación en la zona, para mantenerlos dentro de la normativa local. En 2016 se formuló el nuevo plan de prevención y descontaminación atmosférica por material particulado 2,5 para la Región Metropolitana de Santiago de Chile.



Fuente: Programa Santiago Respira - 2016

En la Región Metropolitana de Santiago de Chile, el enfoque para la determinación del problema y la formulación de alternativas, es principalmente de cumplimiento normativo, enfocado al control de las fuentes de contaminación, y como resultado se valoran los beneficios en cuanto al mejoramiento de la salud de la población expuesta.

Medidas y acciones promovidas por el Programa Santiago Respira 2016

Sector Transporte

- **Zona de Baja Emisión para camiones:** exigencia tecnológica para vehículos pesados mayores a 12 años dentro Anillo Américo Vespucio desde 2018.
- **Restricción permanente a los vehículos con sello verde:** Durante período de Gestión de Episodios Críticos Mayo-Agosto eximiendo a los más limpios (inscritos después de septiembre de 2011) - Restricción permanente a motocicletas anteriores al año 2010.
- **Exigencia tecnológica para Maquinaria pesada:** exigencia tecnológica para proyectos licitados por el Estado. A partir de 2020.
- **Creación de una norma de entrada para la maquinaria pesada:** exigencia tecnológica para vehículos comercializados en la región desde 2019 (Tier III) y 2022 (Tier IV).
- **Exigencia de norma Euro VI:** para el Transantiago (a 24 meses de vigencia del plan) y para vehículos livianos y Medianos (2020).
- **Nuevos límites de emisión:** para vehículos livianos y medianos en circulación: pruebas en plantas de revisión técnica más exigentes a 12 meses de la publicación.
- **Incentivos para vehículos de baja emisión:** diseño de incentivos económicos para compra de vehículos de baja emisión a 12 meses de publicación.
- **Humos visibles:** No se permitirá la emisión continua de humo visible negro, gris o azul, excepto vapor de agua (humo blanco), a través del tubo de escape de los vehículos motorizados que circulen por las vías públicas de la Región Metropolitana de Santiago.

Sector Residencial

- **Prohibición total de calefacción a leña en el Gran Santiago:** incluye la Provincia de Santiago y las comunas de San Bernardo y Puente Alto desde entrada en vigencia del plan. Cocinas también prohibidas. En episodios críticos, prohibición de uso de calefactores a leña en toda la región.
- **Evaluación de Subsidios para el Reacondicionamiento Térmico y Recambio de Calefactores a en la Región Metropolitana (SERVIU):** dependiendo de prohibición en comunas rurales (AMUR).

Sector Industrial

- **Actualización de normas** para fuentes estacionarias MP, NOx y SO₂
- **Metas de emisión grandes establecimientos industriales:** reducción de un 30% MP_{2,5} para 57 “grandes establecimientos” que dan cuenta de la mitad de las emisiones de MP. Se establecen equivalencias entre contaminantes para cuantificar reducciones.
- **Control emisiones de Amoniaco en agroindustria:** producción de cerdos y huevos.
- **Rediseño del sistema de compensación de emisiones:** para hacerlo más efectivo y flexible.

- **Norma de Entrada para grupos electrógenos nuevos:** 2019 (Tier II) y 2024 (Tier III) y exigencia de mantención anual para grupos en uso.

Otras Medidas

- **Incentivos a Bicicletas y Ciclovías:** Construcción de 300 kilómetros de ciclorutas y 3.000 biciestacionamientos públicos, en el marco del Plan Maestro de Ciclovías del Gran Santiago.
- **Control de quemas:** Prohibición gradual de quemas agrícolas a 48 meses de publicado el decreto.
- **Educación y Gestión Ambiental Local:** Programa de educación ambiental en calidad del aire; plan de difusión anual y campañas informativas en materia de descontaminación atmosférica; fortalecimiento de la Gestión Ambiental Local.
- **Levantamiento de polvo y áreas verdes:** Aumento de áreas verdes y masas de vegetación que rodean la Cuenca de Santiago de la Región Metropolitana en 100 nuevas hectáreas. Plan de Aspirado y Lavado de Calles.

Caja de Herramientas para utilizar en una política pública para mejorar la calidad del aire en Medellín y el Área Metropolitana

A partir de las experiencias presentadas anteriormente y otras que fueron analizadas durante la elaboración de este informe, se presentan los instrumentos de gestión para integrar la política pública de promoción de calidad del aire en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá con acciones concretas, para cada uno de los tópicos que se relacionan como causas fundamentales del deterioro de la calidad del aire en Medellín y el AMVA.

	REGULACION	SUBSIDIOS	PROVISIÓN DE SERVICIOS	GESTIÓN PRESUPUESTAL	TASAS CORRECTIVAS	EDUCACIÓN Y PREVENCIÓN	INSTITUCIONALIDAD - BUROCRACIA	INFORMACIÓN PÚBLICA
CONDICIONES FÍSICO ESPACIALES								X
DEMOGRAFÍA			X	X		X		X
ORDENAMIENTO TERRITORIAL	X							X
MOVILIDAD Y MERCANCIA	X	X	X		X			X
DESARROLLO ECONÓMICO	X	X	X		X			X
INSTITUCIONALIDAD			X	X			X	X
CULTURA			X			X	X	X

Condiciones Físico Espaciales: Las condiciones físico espaciales y su efecto en la calidad del aire en el AMVA, no pueden revertirse o tratarse, nos encontramos frente a una causa permanente y cada vez menos predecible, por tanto la única alternativa es la adaptación y el conocimiento de cómo debe ser nuestra relación con el entorno, comprender donde vivimos y qué impacto tienen las actividades cotidianas en la calidad del aire que respiramos y por ende en la salud de los habitantes del valle. Entonces se requiere generar una conciencia ambiental, cambiar algunos hábitos de los ciudadanos por medio de la divulgación de información pública que logre la movilización social y promueva comportamientos que alerten sobre la expansión urbana, la contaminación por fuentes móviles y fijas, y en especial el acatamiento de las normas vigentes en materia de contaminación ambiental, con base en el conocimiento del riesgo de salud que representa la presencia de estos contaminantes en el aire que respiramos. Algunas de las acciones que pueden implementarse son las siguientes:

1. Incentivar investigaciones sobre la relación de la calidad del aire en el AMVA y la salud. En especial fomentar estudios epidemiológicos y de riesgos a la salud relacionados con la contaminación ambiental, así como el costo para el sistema de salud y la productividad regional de las enfermedades generadas por la mala calidad del aire.
2. Promover estudios de la estimación de la absorción de gases de efecto invernadero y la absorción y retención de contaminantes en el AMVA.
3. Promover estudios para conocer la contribución de los suelos erosionados en el AMVA y la presencia de material particulado.
4. Aumentar la densidad del sistema de monitoreo y promover el uso de la información generada por el SIATA como parte de la cotidianidad, relacionando los factores de riesgo en salud con cada uno de los contaminantes y el inventario de fuentes de emisión.
5. Promover la discusión pública de la revisión de los niveles de los contaminantes y los criterios de calidad del aire, con el fin de actualizar la norma regional para que se ajusten a los estándares internacionales.
6. Actualizar el estudio de fuentes de emisión de contaminantes para el AMVA y su interacción con otros territorios que se están desarrollando con zonas metropolitanas.
7. Difundir los resultados de todos los estudios que vinculan el costo de las enfermedades producidas o agravadas por la contaminación ambiental con la pérdida de productividad y capital humano. Con el fin de determinar cuantitativamente el costo de invertir en acciones para reducir las emisiones contaminantes con respecto al efecto en la salud de los ciudadanos.

Demografía: La tendencia incremental de la densidad poblacional en el AMVA y por ende el crecimiento de población vulnerable a los efectos de la contaminación del aire, enciende las alertas sobre la frecuencia de episodios de contingencia ambiental y su efecto en la salud pública. Para mitigar los efectos de esta causa asociada a la generación de agentes contaminantes del aire y su impacto directo en las poblaciones vulnerables, además de los estudios de relación enunciados anteriormente, deben emprenderse acciones en cuanto a la provisión de bienes y servicios públicos eficientes con bajo grado de contaminación, para lo cual deben establecerse planes a largo plazo con la asignación de presupuestos importantes cuya ejecución pueda medirse con relación al impacto en la productividad y la disminución de emisiones tanto por fuentes móviles y fijas. Entre las acciones a implementar se encuentran:

1. Promover la introducción de combustibles de ultra bajo azufre en toda el AMVA, por lo que se debe ajustar el convenio con ECOPEPETROL sobre calidad de los combustibles.
2. Expandir la red de transporte público de alta capacidad, eficiente, seguro y poco contaminante como el Metro, Metrocables, Tranvía y Metroplus integrados al SITVA.
3. Sustitución de buses con tecnología contaminante, por tecnologías limpias integrados al SITVA.
4. Promoción y control de la sustitución y chatarrización de taxis a nivel metropolitano con el fin de modernizar la flota con vehículos que utilicen energías limpias y/o de bajos niveles de contaminación, y definición de bases y puntos de acopio para evitar la movilización de taxis sin pasajeros.
5. Promoción del uso de la bicicleta, con desarrollo de infraestructura adecuada, redes de conectividad y comunicación efectiva para lograr conciencia de la participación ciudadana en el logro de una mejor calidad del aire.

6. Realizar estudios de costo beneficio y de percepción en los ciudadanos sobre los posibles cambios en los modos de transporte, que sirvan para informar y promover el uso del transporte público colectivo.
7. Identificar y caracterizar población con relación a las características del transporte público ideal para ajustar las estrategias de promoción del transporte público colectivo, de tal manera que se generen incentivos para disminuir los viajes en transporte privado.
8. Estandarizar los tiempos de recorridos en el SITVA, incorporar plataformas tecnológicas en línea y aplicaciones para acceder a tiempos estimados de viaje, distancia en metros a puntos de interés, compra de tiquetes en línea a través de diferentes formas de pago y aumentar el acceso a la red pública de bicicletas.

Ordenamiento Territorial: Con la actualización reciente de los POT de orden municipal se dejó en evidencia la falta de articulación entre los diferentes entes territoriales y las dificultades para que las autoridades ambientales articulen el territorio con el fin de garantizar los servicios ambientales y no se logran concretar las capacidades de control de los Municipios y las acciones concretas para asegurar un ordenamiento territorial armónico y ajustado a las disposiciones legales. En este punto la segregación residencial y la concentración de los usos aumenta el número de viajes y los kilómetros por pasajero en los desplazamientos diarios al trabajo y estudio. Entre las acciones a promover se encuentran:

1. Dar cumplimiento a los POT e integrar el concepto de Ordenamiento Territorial a nivel metropolitano y regional.
2. Reglamentar los pendientes, en especial para Medellín lo relacionado con los Protocolos ambientales y urbanísticos. Identificarlos como una buena práctica de control del ordenamiento territorial y extenderlos a toda el AMVA

Movilidad y Mercancía: La movilidad motorizada genera el 59% del material particulado de acuerdo con información del Área Metropolitana (2017), el transporte de carga y los insumos de construcción constituye uno de los principales retos para disminuir la emisión de contaminante en el aire del AMVA. Las acciones e instrumentos de intervención para atender esta situación pasan por el aumento de la regulación, otorgar subsidios para la renovación del parque automotor y la instalación de tecnologías de baja contaminación, el uso de tasas correctivas y la promoción de la información pública como parte del control social.

1. Retiro de operación de motores diésel de dos tiempos y vehículos diésel con más de 10 años.
2. Disponibilidad de diésel de ultra bajo azufre en el corto plazo
3. Certificados de movilidad para vehículos de carga y transporte en el AMVA que circulen en el área metropolitana, con el fin de garantizar el uso de tecnologías no contaminantes.
4. Promoción de la instalación y control de filtros de partículas, bajo modelos de subsidio.
5. Acuerdos con el gremio de transportadores para modernizar la flota de transporte
6. Generar una contribución ambiental para vehículos contaminantes por un tiempo limitado con el fin de generar un fondo de renovación de la flota de transporte por medio de incentivos financieros y operativos.
7. Fomentar la red de guardas ciudadanos para identificar vehículos contaminantes (chimeneas), hacer las verificaciones y generar las sanciones correspondientes.

8. Desincentivar el uso del vehículo particular mediante peajes ambientales en las zonas de mayor contaminación.

Desarrollo Económico: La articulación entre desarrollo económico y sostenibilidad se garantiza mediante el cumplimiento de los Planes de Ordenamiento Territorial, la articulación entre los entes territoriales con el acompañamiento y control de la autoridad ambiental. A nivel metropolitano se pueden promover las siguientes acciones:

1. Fomentar la modernización de las plantas industriales para utilizar fuentes de energía limpia y mejorar el control de emisiones.
2. Generar incentivos a través de subsidios por mantenimiento de niveles bajos de emisión de contaminantes.
3. Asignación de cuotas de emisión y tasas correctivas para la industria.
4. Promover la gestión de buenas prácticas de manufactura limpia mediante incentivos tributarios y/o subsidios cruzados.
5. Promover el uso del transporte colectivo empresarial para el acceso de los trabajadores a su lugar de trabajo.
6. Incentivos financieros y económicos para modernización de la flota de transporte de mercancías y personas.
7. Ajustar las normas para vehículos pesados, automóviles y motocicletas

Institucionalidad: Colombia se caracteriza por una gran cantidad de leyes y normas cuyo cumplimiento es incipiente o nulo, se requiere una institucionalidad fuerte para mejorar los niveles de control y garantizar el cumplimiento de la regulación, para ello se requiere invertir en un organismo técnico y operativo fuerte con capacidad sancionatoria con bajo nivel de corrupción que promueva además la cultura de la corresponsabilidad y la autorregulación.

1. Generar instituciones fuertes que controlen el cumplimiento de la normatividad de ordenamiento territorial, usos del suelo y contención de la expansión urbana con capacidad sancionatoria.
2. Garantizar la recuperación y protección de la red ecológica principal.
3. Generar informes periódicos del avance de la expansión urbana, la recuperación de los suelos de conservación, agrícola, y áreas protegidas, entre otros.
4. Incrementar a nivel metropolitano el programa de inspección de emisiones, revisión técnico mecánica, identificando los puntos donde se vulnera con mayor frecuencia las normas de contaminación.
5. Incrementar la cobertura y densidad de la red de monitoreo ambiental y extender la medición a otros contaminantes, incluyendo la turbiedad del aire.
6. Actualizar de forma permanente el inventario de fuentes y contaminantes en todo el AMVA.
7. Contabilización precisa del costo de las medidas ambientales y los beneficios obtenidos en cuanto a menores toneladas de contaminantes y salud pública.
8. Evaluación de los programas, de manera que se establezca una cultura de información precisa, homogénea y confiable entre las diferentes entidades y el sector privado, que permita identificar los puntos débiles del programa, los retrasos, costos y sobre todo la eficacia de las medidas tomadas y su costo.

9. Identificación de estrategias jurídicas para la generación de sanciones reglamentarias y legales que permitan fortalecer la acción protectora de la calidad del aire. A nivel nacional por ejemplo, la ley 1259 de 2008 regula el comparendo ambiental, como las sanciones aplicables a las personas que afectan la calidad de vida, el medio ambiente y la salud pública, sin embargo solo regularon comportamientos relacionados con los residuos sólidos y aseo. Basándose en los comportamientos que afectan la calidad del aire descritos en el Código de Policía, podría considerarse impulsar una modificación normativa que amplíe el concepto de los comportamientos susceptibles de dicho comparendo, como una forma de reforzar la protección al medio ambiente en todo el territorio.

Cultura: En Colombia el poco interés por lo público debido a la identificación de este como perteneciente al Estado y no a los ciudadanos ha generado una cultura de bajo cumplimiento de las normas y los controles, percepción que se ha empeorado por los permanentes casos de corrupción, promoviendo en algunos casos el deterioro de lo público. El aire como servicio público debe ser entendido como esencial para la salud y es deber del Estado garantizarlo. Para generar un cambio en la cultura con respecto a la contaminación atmosférica, se requieren acciones como:

1. Informar a los ciudadanos sobre la calidad del aire en tiempo real y entenderlo como un servicio público garantizado por el Estado.
2. Fomentar el uso de la bicicleta.
3. Fomentar el uso de parqueaderos de vehículos y bicicletas cerca de las estaciones del SITVA
4. Promover la educación ambiental e incluirla formalmente en todos los niveles de educación escolar.
5. Incrementar los cursos, capacitaciones y promoción ambiental en todos los sectores de la sociedad.
6. Desarrollar campañas permanentes a través de medios masivos de comunicación para lograr la participación ciudadana en el control de los agentes contaminantes.
7. Fomentar la participación de empresas de radio, televisión y medios digitales para la difusión de conocimientos actualizados sobre contaminación atmosférica.
8. Promoción de campañas sobre el uso de la bicicleta, las caminatas y la eficiencia energética y financiera del uso de los medios de transporte masivo.
9. Promover el uso mínimo de motores en ralentí.

REFERENCIAS

- Área Metropolitana. Índices de Calidad del Aire. Recuperado en marzo de 2017 en: <http://www.metropol.gov.co/CalidadAire/Paginas/default.aspx>
- De México, G. D. E. (2010). Programa Para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2011-2020.
- Bardach, E., & Patashnik, E. A practical guide for policy analysis (4th ed.).
- Elliott, O. V. (2002). The tools of government: A guide to the new governance. Oxford University Press.
- Medellín Cómo vamos. El ambiente metropolitano es una responsabilidad compartida. Recuperado en marzo 2015 en: <http://www.medellincomovamos.org/el-ambiente-metropolitano-es-una-responsabilidad-compartida/>
- O’Ryan, R., & Larraguibel, L. (2000). Contaminación del aire en Santiago: ¿ qué es, qué se ha hecho, qué falta?. Revista Perspectivas (Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile), 4(1), 153-191.
- Santiago Respira. (2017). Santiagorespira.gob.cl. Consultado 01 Mayo 2017, en <http://www.santiagorespira.gob.cl/#principales-medidas>.

