

GESTIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA URBANA: EL CASO DE QUITO

Carlos Páez Pérez¹
carlospaezp@yahoo.com
593 9 7776316

Resumen

La gestión de la calidad del aire es uno de los temas menos trabajado dentro de la gestión pública en el Ecuador, al punto que ni siquiera existe información objetiva respecto a la magnitud del problema, pese a que existen indicios de que las ciudades grandes y medianas están expuestas a la contaminación del aire, vista casi como un impacto indeseable e inevitable del progreso. Sin embargo, en este panorama se destaca el esfuerzo pionero emprendido por el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, a través de CORPAIRE, para abordar el mejoramiento de la calidad de su aire de manera planificada y sistemática, generando no solo datos de buena calidad, sino poniendo en marcha medidas técnicas de prevención y control de la contaminación, principalmente aquella de origen vehicular. Los resultados muestran que la mayoría de los contaminantes comunes del aire se encuentran bajo los límites establecidos en la Norma Ecuatoriana de Calidad del Aire Ambiente, aunque persiste el problema con el material particulado fino o PM_{2.5}, que es uno de los que mayores preocupaciones genera a nivel mundial debido a los efectos negativos que provoca sobre la salud de la población. Los avances logrados ameritan una revisión detallada de este modelo de gestión, a fin de impulsar un programa efectivo a nivel nacional.

Palabras clave: *contaminación atmosférica*
gestión ambiental urbana

Abstract

Air quality management is one of the topics less worked inside Ecuadorian public management, to the point that does not even exist objective information with regard to the magnitude of the problem, in spite of there are indications of that medium and big-size cities are exposed to air pollution, seen almost as an undesirable and unavoidable impact of progress. Nevertheless, in this panorama it is worthy to outline the pioneering effort tackled by the Municipality of the Metropolitan District of Quito, by means of CORPAIRE, for approaching the improvement of its air quality in a planned and systematic way, not only by generating good-quality data, but starting technical actions of pollution prevention and control, mainly with that one from vehicular origin. Results show that the majority of the criteria pollutants stay under the limits fixed by Ecuadorian Clean Air Regulation, although the problem persists with fine particulate matter PM_{2.5}, that is one of the major worldwide concerns due to its deleterious impact against public health. These successful advances deserve a detailed review of this model of management, in order to stimulate an effective national program.

Keywords: *atmospheric pollution*
urban environmental management

¹ Ingeniero ambiental. Profesor principal a tiempo parcial adscrito al Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la Escuela Politécnica Nacional. Director de la Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito (2003 – 2006) y Director Técnico de CORPAIRE (2008 – 2009)

Es justo reconocer que en los últimos tiempos, quizás desde hace un par de años, los temas de la contaminación atmosférica han ganado mucho terreno en las agendas de todos los ciudadanos, las de los medios e incluso las de los políticos, debido fundamentalmente al calentamiento global y al hecho de que personalidades como el ex Vicepresidente de los Estados Unidos, Al Gore, y su premiada película *An Inconvenient Truth*, se han encargado de alertar respecto a la gravedad del momento que se vive; sin embargo, hay que reconocer que el problema tiene otras facetas que no han sido debidamente abordadas.

Sin restarle importancia al tema del cambio climático, que es sin duda el principal desafío que enfrenta la humanidad entera en este momento, en este artículo se propone bajar la escala espacial de la preocupación y centrarse en las ciudades en que habita la mayor cantidad de seres humanos, partiendo de un claro señalamiento que hace la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2005) en el sentido de que “el aire limpio es un requerimiento básico de la salud humana y su bienestar” y que “la contaminación del aire continúa representando una significativa amenaza a la salud a nivel mundial”, al punto que, de acuerdo con una evaluación de este organismo internacional, “más de dos millones de muertes prematuras cada año pueden ser atribuidas a los efectos de la contaminación del aire urbano exterior e intradomiciliario”, de las cuales sobre el 50% ocurren en los países en desarrollo como el nuestro.

Marco para la gestión ambiental del aire en el Ecuador

Lamentablemente, estas también dramáticas cifras parecen no conmover las agendas de nuestros gobernantes y salvo en muy contados casos en el Ecuador, se han adoptado acciones específicas para enfrentar este problema. En efecto, en una reciente evaluación realizada para el Ministerio del Ambiente (Páez, 2007), se establece que de las 17 ciudades que tienen poblaciones urbanas superiores a los 100 mil habitantes y que por su densidad poblacional y la concentración de actividades socioeconómicas son firmes candidatas a tener una calidad ambiental degradada, solamente Quito, y más recientemente Cuenca y Guayaquil, han implementado planes de acción sistemáticos para combatir las causas de la contaminación atmosférica y mejorar la calidad del aire, pese a que, entre otras cosas, la neumonía, una enfermedad asociada a la contaminación del aire y ciertamente también a otras causas, es en la actualidad la cuarta principal causa de muerte a nivel nacional, con una tasa de 19 casos por cada 100 mil habitantes (INEC, 2006).

Vale recordar en este punto que según la nueva Constitución vigente (CRE, 2008), uno de los derechos de los que gozan los ciudadanos es a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, declarándose además de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la preservación del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (artículo 14) y concomitantemente, el Estado tiene como deberes primordial, promover el desarrollo sustentable y proteger el patrimonio natural y cultural (artículo 3).

Estos conceptos se desarrollan más específicamente en Ley de Gestión Ambiental (MAE, 1999) y en la legislación ambiental complementaria, estableciendo la Norma Ecuatoriana de Calidad del Aire Ambiente (MAE, 2003), con el “objetivo principal de preservar la salud de las personas, la calidad del aire ambiente, el bienestar de los ecosistemas y del ambiente en general” (sección 1), que contiene un conjunto de disposiciones obligatorias en todo el territorio nacional, entre las que se explícitamente se señala que las entidades ambientales de control, es decir los municipios en el caso

de las ciudades, deben medir la concentración de los contaminantes del aire a nivel del suelo y, en el caso de que se excedan los límites máximos permitidos, establecer las acciones necesarias para prevenir y controlar la contaminación (parágrafo 4.1.1.2).

En este marco, sin duda encaja el tema de la gestión de la calidad del aire, pese a lo cual la intervención estatal ha sido mínima y los resultados muy limitados (FLACSO, 2008), por lo cual ni siquiera se conoce la existencia del problema a nivel general, salvo las pocas excepciones ya mencionadas. En definitiva, ni los municipios asumen su responsabilidad, ni la autoridad ambiental máxima, el Ministerio del Ambiente, tiene posibilidades de exigir el cumplimiento.

Aunque no corresponde en este momento analizar con detalle las causas para que lo anteriormente descrito ocurra, parece oportuno invertir un momento en hacer un breve señalamiento de carácter general sobre la gestión ambiental en nuestro país, que sirva de contexto para desarrollar la parte siguiente de este documento, que analizará detalladamente la gestión de la calidad del aire en Quito.

La situación actual de la gestión ambiental en el Ecuador, que también es resultado de la ya tristemente famosa larga noche neoliberal, ha devenido en una nula articulación de la política ambiental, económica y social, que en palabras de los propios organismos oficiales se expresa en una débil institucionalidad ambiental y de las políticas de control, que podríamos resumir en las siguientes características:

1. La falta de mecanismos articulados, sistemáticos y transparentes de seguimiento del cumplimiento de convenios internacionales, leyes nacionales y normas sectoriales o seccionales (BID, 2007), que han menoscabado la credibilidad de los actores en los instrumentos de gestión ambiental, y sus autoridades de aplicación, y han alentado la proliferación de conflictos socioambientales asociados a casi todos los proyectos de desarrollo que se plantean o ejecutan a nivel nacional. El caso de la actividad petrolera en el nororiente, los múltiples conflictos mineros en esta misma provincia del Azuay o la creciente oposición a la construcción de nuevas centrales hidroeléctricas son un ejemplo elocuente de esta situación.
2. La dispersión de las políticas, leyes, estrategias y reglamentos ambientales, que pese a su aparente amplitud, son insuficientes y desarticulados, y en algunos casos desactualizados; por ejemplo, no existen políticas nacionales para el manejo de todos los recursos y no se han incorporado instrumentos económicos modernos (Hernández, 2003), que permitan rebasar el gastado esquema de comando y control, como los límites de emisiones al aire por ejemplo que no pueden concretarse debido a las limitaciones políticas, sociales, económicas y tecnológicas del entorno de aplicación, que no han sido debidamente evaluadas al momento de su formulación.
3. La contradicción de la jurisdicción, competencia, control y fiscalización entre ministerios y con organismos seccionales; no necesariamente por las formas previstas en los instrumentos legales, donde aparentemente las cosas están claras, sino por la carencia de prácticas y mecanismos de coordinación interinstitucional, la falta de supervisión y control a los organismos descentralizados de control y por la inacción de organismos superiores de participación multilateral como el Consejo Nacional de Desarrollo Sustentable o la Comisión Nacional de Coordinación del Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental (Hernández, 2003; BID, 2007; FLACSO, 2008). Una expresión de esto es la existencia de estrategias de conservación y manejo de recursos contradictorias, que muestran, por ejemplo, problemas administrativos y

jurídicos con bloques mineros y petroleros concesionados en áreas protegidas (SENPLADES, 2007), como el caso del proyecto petrolero ITT en el Parque Nacional Yasuní y la zona intangible de los pueblos Huaorani, Tagaeri y Taromenane.

4. La debilidad institucional de la autoridad ambiental nacional para el cumplimiento de las responsabilidades asignadas en el marco legal, uno de cuyas causas y síntomas es el bajo presupuesto público para el sector ambiental, que pasó del 0,39% del presupuesto total en el 2003 al 0,30% en el 2005 (BID, 2007; SENPLADES, 2007) y aunque estos porcentajes a nivel de los gobiernos locales son bastante más altos, esta limitada asignación de recursos es un mal crónico y general que también debe destacarse, ya que de ninguna manera se corresponden con la importancia que tiene el ambiente en los planes nacionales y los compromisos internacionales (FLACSO, 2008).

Pese a los avances en cuanto a lo ambiental plasmados en la nueva Constitución, como el consagrar los derechos de la naturaleza, establecer al ambiente sano como un derecho colectivo y asumir la sustentabilidad del desarrollo como una visión histórica (FLACSO, 2008), este nuevo Gobierno, que por su parte ha adoptado algunas decisiones de política general favorables a la gestión ambiental, como la jerarquización de la planificación obligatoria, expresada en la promulgación del Plan Nacional de Desarrollo 2007 – 2010, y el impulso de esfuerzos coordinados de intervención gubernamental como la Agenda Ambiental Multisectorial, que incluye por ejemplo la creación de una Superintendencia Ambiental; todavía no da señales claras, sostenidas y coherentes que permitan vislumbrar el mejoramiento cualitativo que se requiere en este ámbito.

Gestión del aire en Quito

Con este antecedente, vale regresar la mirada al tema principal de este análisis, que es la gestión de la contaminación atmosférica urbana, con especial atención a lo que se ha hecho y se sigue haciendo en la ciudad de Quito.

Antecedentes

Para comenzar, hay que señalar que Quito constituye un caso muy vulnerable a la contaminación atmosférica por su propio emplazamiento, habiendo cuatro características básicas que deben resaltarse en esta línea de argumentación:

- Su altitud. En efecto, el estar situada a 2800 metros sobre el nivel del mar, en promedio, hace que el aire de Quito tengan naturalmente menos oxígeno, lo cual conspira contra la eficiencia de la combustión, que hace que los equipos que quemar combustibles fósiles, como los generadores o incineradores industriales o los motores de los vehículos, consuman mayor cantidad de combustible y paralelamente, generen mayor cantidad de contaminantes, en comparación con proceso similares que se realizan en el llano, a nivel del mar. Para señalar algún dato más cuantitativo que ilustre esta afirmación, se anota que según las estimaciones hechas por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, 2006), a mayores altitudes los vehículos a gasolina con carburador, emiten hasta 40% más monóxido de carbono y hasta 20% más hidrocarburos, que cuando operan a nivel del mar, y esto considerando que en los Estados Unidos la ciudad grande que se encuentra más alto es Denver, en Colorado, a tan solo 1400 metros sobre el nivel del mar, frente a los más de dos mil de las ciudades ecuatorianas de altura.

- La topografía de la zona en que se asienta Quito, que presenta la forma de una cuenca que tiene en las elevaciones del ramal occidental de la cordillera de Los Andes, el macizo del Guagua y el Ruco Pichincha, una especie de barrera natural que limita la libre circulación del viento y consecuentemente, la capacidad de la atmósfera de dispersar los contaminantes. Este fenómeno común de las ciudades que están en valles; es decir su baja ventilación, hace que Quito, salvo los meses muy secos de mediados del año, tenga vientos promedio de entre uno y dos metros por segundo, bastante más bajos que los que experimentan poblaciones localizadas en amplias sabanas como Bogotá por ejemplo, o en planicies extensas como Guayaquil.
- Su situación ecuatorial, ya que ello hace que casi todo el año se tengan altos niveles de luminosidad, que favorecen la ocurrencia de las reacciones fotoquímicas que originan el smog, uno de los íconos de la modernidad en los centros urbanos.
- Su proximidad a volcanes en actividad, como el ya mencionado Guagua Pichincha o El Reventador, que queda a unos 100 kilómetros al oriente, que en los últimos años han alertado con sendas erupciones que provocaron los peores episodios de contaminación atmosférica en la ciudad, en octubre de 1999 y particularmente en noviembre del 2002, respectivamente, con valores hasta 10 veces más altos que los registrados cotidianamente en ausencia de esos eventos (Ecogestión 2008).

A este escenario natural complicado, hay que añadir algo que es puramente humano y que tiene que ver con el modelo de desarrollo urbano que se ha adoptado para la ciudad, que ha privilegiado la expansión horizontal hacia los extremos y los valles orientales, generando una mancha urbana muy extensa que obliga a que los habitantes hagan diariamente más viajes y cada vez más largos, para satisfacer el acceso al trabajo, los centros de estudios, los trámites o las opciones de entretenimiento.

Lamentablemente ese incremento de viajes ha ido resolviéndose, al menos eso es lo que se cree, optando por la alternativa individual del vehículo particular, que va ganando espacio al transporte colectivo, que de lejos es una forma más eficiente energéticamente de mover gente, menos contaminantes y por cierto, menos causante de las congestiones que resultan otro icono de las ciudades en crecimiento. Para ilustrar la magnitud de este problema, hay que señalar que a inicios de este siglo, hace solo siete años, casi el 75% de los viajes de los quiteños se hacían en los buses de línea, mientras que las estimaciones más recientes indican que ese porcentaje ha bajado a un poco más del 50% (EMMOP, 2008).

Como es de esperarse este decrecimiento en el uso del bus tiene su contraparte en el uso de vehículo particular, lo cual ha generado un vertiginoso crecimiento del parque que en el último quinquenio ha aumentado en tasas cercanas al 8% anual (Ibarra, 2006), lo cual representa entre cuatro y cinco veces más rápido que el crecimiento poblacional. Para ponerlo en perspectiva, si se sigue a este ritmo, en siete años, Quito tendrá el doble de vehículos de los que tiene actualmente, superando los setecientos mil, con las consiguientes dudas respecto a donde van a entrar, o mejor dicho, como van a moverse, dadas las limitaciones físicas y económicas de una ciudad como Quito para hacer crecer al mismo ritmo la infraestructura vial.

Todos los estudios realizados en la ciudad (CORPAIRE 2005a; 2008a), que por otro lado son coincidentes con los publicados internacionalmente, muestran que los autos a gasolina, es decir, los livianos de uso particular constituyen por su elevado número la

principal presión sobre la calidad del aire; por ello, la situación antes descrita es tan alarmante.

Quizás por todo esto es que la preocupación por la calidad del aire en Quito como un eje de la acción municipal ha estado presente al menos desde principios de la década de los ochenta, cuando empezó a operar una pequeña red de monitoreo atmosférico auspiciada por la Organización Panamericana de la Salud, que formó parte de un esfuerzo nacional denominado Red Ecuair, que desapareció como tal a fines de los noventa, acompañando la desaparición del entonces Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias, IEOS, quien tuvo la responsabilidad de mantener este sistema (mayor información sobre la Red Ecuair puede consultarse en OPS, 2003). Paralelamente, a inicios de la década del 90, la recién creada Dirección Metropolitana de Medio Ambiente, con el apoyo de la Fundación Natura, a través de su Programa de Calidad del Aire, inició controles a las emisiones del humo negro proveniente de los buses de servicio urbano y consolidó una cierta capacidad de monitoreo.

Estos importantes esfuerzos iniciales condujeron a dos hechos que marcaron una diferencia cualitativa en la gestión de la calidad del aire a cargo del Municipio, por un lado el compromiso de impulsar un programa obligatorio y universal de revisión técnica vehicular y por otro, la decisión de implementar un sistema automático de monitoreo.

Para lo primero, la revisión vehicular, el Municipio Metropolitano, en acuerdo con el Consejo Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre, crearon una corporación (Corporación Centros de Revisión y Control Vehicular, CRCV) exclusivamente con el fin de llevar adelante la tarea de armar el sistema que arrancó oficialmente el 2003. En cuanto a lo del monitoreo, coincidentalmente despegó en el mismo año 2003, apoyado en un crédito externo de un millón de dólares otorgado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), dentro del proyecto más amplio de recuperación del Centro Histórico de Quito, Patrimonio Cultural de la Humanidad. En su origen el sistema de monitoreo operó como una unidad *ad hoc* creada dentro de la Empresa de Desarrollo del Centro Histórico, ejecutora del préstamo BID.

Creación de CORPAIRE

Dado el éxito alcanzado en los dos temas en el año 2003, el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito decidió fortalecer la institucionalidad de la gestión del aire y modificó los estatutos de la CRCV existente, para que dentro de sus funciones incluya la operación de la red de monitoreo y ejecute las acciones necesarias para manejar adecuadamente el recurso. El nuevo ente se denominó Corporación para el Mejoramiento del Aire de Quito o CORPAIRE.

CORPAIRE nació en febrero del 2004, mediante un Acuerdo del Ministerio de Gobierno, como una institución de carácter privado, sin fines de lucro, con un Directorio conformado por el Municipio, el Consejo Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre, la Policía Nacional, la Escuela Politécnica Nacional y la Fundación Natura. Sus cuatro objetivos creacionales fueron:

- Fiscalizar y llevar adelante el proceso de revisión técnica vehicular en el Distrito Metropolitano de Quito
- Monitorear de la calidad del aire
- Generar información sobre emisiones y calidad del aire en la ciudad, que sirvan de base para el diseño de acciones de prevención y control de la contaminación

- Apoyar a la Dirección Metropolitana de Medio Ambiente al establecimiento de políticas para el manejo del recurso aire

Un aspecto importante de resaltar es el hecho de que no solo se creó esta institución, sino que adicionalmente se establecieron mecanismos factibles de financiamiento para sus actividades, al punto que en el año 2005 tuvo un presupuesto algo superior al millón y medio de dólares, que ha crecido desde entonces de manera significativa a casi dos millones en el 2006, 2.8 millones en el 2007 y algo más de tres millones en el 2008. Estos fondos provienen principalmente de una participación porcentual en la tarifa de la revisión vehicular, los aportes de la donación voluntaria del 25% del impuesto a la renta causado por personas naturales y jurídicas, entregados por la Corporación Vida para Quito, las multas cobradas por el incumplimiento de la propia revisión y los aportes de la cooperación técnica nacional e internacional.

Aunque más adelante se va a pasar revista del trabajo específico que realiza CORPAIRE en pos del mejoramiento de la calidad del aire de Quito, es oportuno dejar sentado previamente que este novedoso esquema de gestión local no solo que ha posibilitado el cumplimiento de los objetivos originariamente propuestos; es decir, la revisión vehicular y la operación de la red de monitoreo, que van en su quinto año de funcionamiento regular, continuo y permanente, sino que ha generado otros logros que vale la pena ser destacados porque indudablemente contribuyen al afianzamiento de la gestión institucional:

- La promulgación como política municipal por parte del Concejo Metropolitano de Quito del Plan de Manejo de la Calidad del Aire del Distrito Metropolitano de Quito 2005 – 2010, que constituye una guía para la acción en tres ejes fundamentales: (i) la gestión ambiental pública y la participación social; (ii) la vigilancia de la calidad del aire; y, (iii) las medidas técnicas para la reducción de emisiones de fuentes fijas y móviles.
- El reconocimiento internacional a la gestión, que se traduce en las relaciones de cooperación técnica que se mantienen con la Dirección de Gestión de la Calidad del Aire del Gobierno del Distrito Federal de México, el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile y la Unidad de Control de Emisiones de Motores a Diesel del *California Air Resources Board* (CARB). Adicionalmente, CORPAIRE es miembro de la *Partnership for Clean Fuels and Vehicles* (PCFV) del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y recientemente Quito ha sido admitida como una de las ciudades participantes de la Iniciativa de Aire Limpio para América Latina, que agrupa a las ciudades latinoamericanas que más han trabajado en el tema.
- La participación con otros actores a través de cooperación interinstitucional y apoyo a iniciativas de otros municipios. Se desarrollan proyectos conjuntos con el Centro de Investigación y Capacitación sobre Control de Emisiones Vehiculares de la Escuela Politécnica Nacional, de cuyo directorio es miembro; con el Colectivo Ciudadano Quito para Todos, compuesto por organizaciones ambientalistas y ciudadanas; y, con el Programa de Calidad del Aire de la Fundación Natura. Ha impulsado varios eventos de difusión científica y capacitación profesional, incluyendo el Primer Congreso Ecuatoriano sobre Gestión de la Calidad del Aire. Además, se ha convertido en un referente local y regional en temas de revisión vehicular y monitoreo y asesora a Cuenca en la implantación de su propio esquema de gestión.

- La incorporación de la calidad del aire en la agenda de otras instancias de gobierno municipal, al punto que CORPAIRE forma parte de las Comisiones de Transporte, de Ambiente y de Salud del Concejo Metropolitano y del grupo de trabajo creado por el Alcalde para diseñar las estrategias de movilidad en el Distrito.

En los actuales momentos, CORPAIRE cuenta con dos unidades técnicas, la de reducción de emisiones vehiculares y la de información sobre la calidad del aire, destacando el hecho que el control de las fuentes industriales de emisión de contaminantes y del ruido son responsabilidades de la Dirección Metropolitana Ambiental, que ejerce las competencias de autoridad ambiental de aplicación responsable acreditada por el Ministerio del Ambiente.

Reducción de emisiones vehiculares

La medida más importante dentro de la reducción de emisiones es la ya mencionada revisión técnica vehicular. Este es un proceso obligatorio para todos los vehículos que circulan en el Distrito Metropolitano de Quito, sean particulares o de servicio público; en el primer caso se lo realiza una vez al año, y en el segundo, dos, considerando el uso más intensivo que tienen taxis, buses de todo tipo y camionetas y camiones de carga.

Esta medida se ejecuta con dos finalidades; por un lado la reducción de emisiones vehiculares que se emiten a través del tubo de escape y por otro, el incremento de la seguridad en la circulación de todos los vehículos, a través del chequeo de sus sistemas mecánicos y eléctricos, tales como suspensión y alineación, dirección, frenos, luces y ajustes generales de la carrocería y el chasis.

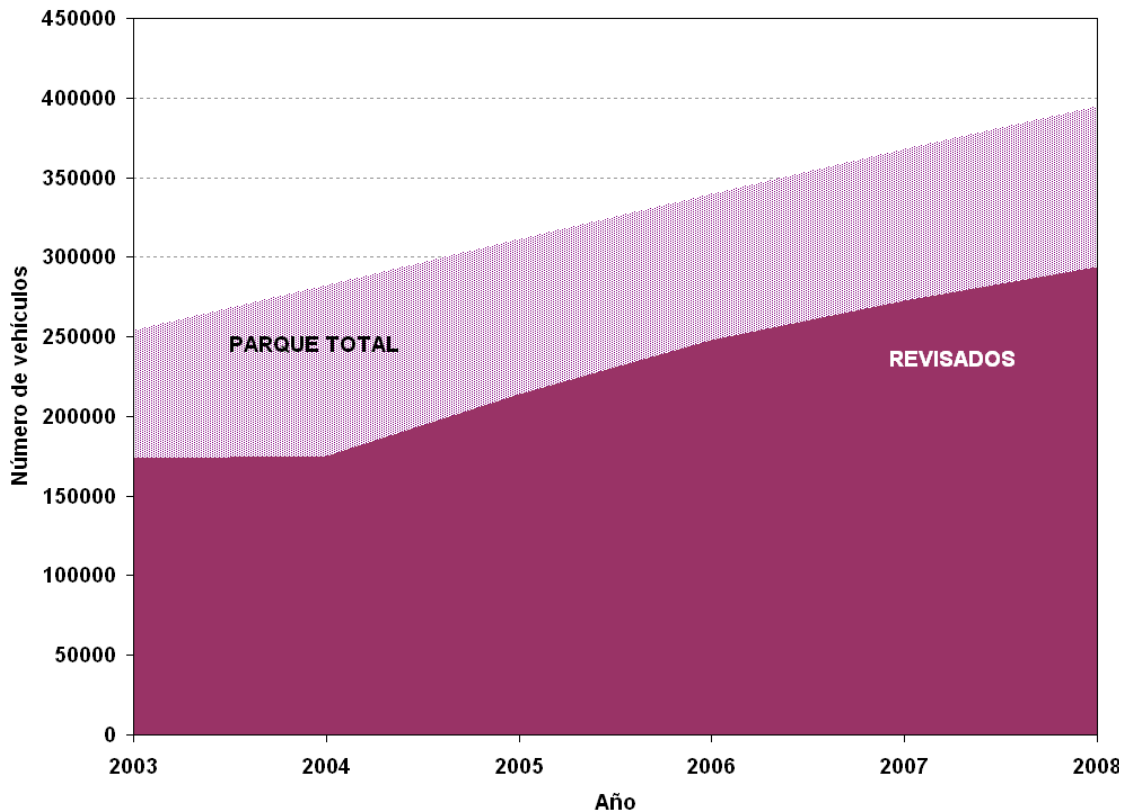
Esta acción se ejecuta en seis centros de revisión y control vehicular, ubicados estratégicamente a lo largo de toda la ciudad y operados por empresas privadas que fueron seleccionadas a través de un concurso público e internacional de ofertas. Dos de esos centros sirven para revisar vehículos livianos y pesados y los otros cuatro son solamente para los vehículos livianos, sean a gasolina o a diesel. Para los primeros, se controlan las emisiones de monóxido de carbono y de hidrocarburos no combustiónados, y para los segundos se verifica el nivel de opacidad del humo emitido. En ambos casos, por las limitaciones tecnológicas del proceso, las mediciones se realizan utilizando pruebas estáticas; es decir, los vehículos estacionados con los motores encendidos, lo cual si bien no da cuenta de la totalidad de las emisiones provenientes de uno y otro tipo de motor, dentro de sus condiciones reales de operación, si han permitido avances importantes en cuanto al control de la contaminación de origen vehicular.

En efecto, según una estimación realizada por CORPAIRE luego del primer año de aplicación de la revisión vehicular obligatoria, para el caso del monóxido de carbono se consiguió un ahorro de entre el 15 y el 35% de las emisiones totales, en comparación con el escenario en el que no hubiese sido aplicada la medida. Para el caso de los hidrocarburos no combustiónados, ese ahorro fue estimado entre el 21 y el 36% (CORPAIRE, 2004).

Más decidor aún es el resultado de una investigación reciente realizada por el Posgrado de Pediatría de la Facultad de Medicina de la Universidad Central para determinar los niveles de carboxihemoglobina, un indicador biológico de concentración por monóxido de carbono, en la sangre de niños en edad escolar de la ciudad de Quito y la incidencia de infecciones respiratorias. En efecto, los estudios determinaron que entre el 2000, año en que se realizó un primer estudio y el 2007, en que se hizo el

nuevo análisis, los niveles se han reducido ostensiblemente, pasando de 5.1% en los niños que se educan en el Centro Histórico a 1.8% y de 2.5% para los niños de Carcelén, al norte de la ciudad, a 1.9%; además, el porcentaje de niños con niveles inseguros de carboxihemoglobina pasó de 92 a 3.3 en el Centro y de 43 a 7 en el sector norte (Flores et al., 2008; Paredes et al., 2008).

Figura No. 1
Evolución histórica del parque vehicular y el cumplimiento de la revisión técnica vehicular en Quito



Nota: Este gráfico fue producido a partir de información proporcionada por CORPAIRE sobre la revisión técnica vehicular y las estimaciones sobre el parque vehicular realizadas por la misma entidad con el propósito de construir el inventario de emisiones. No son cifras publicadas

Actualmente se ha arrancado el séptimo año consecutivo de la revisión vehicular, período en el que parecería que la ciudadanía ha ido paulatinamente aceptando como necesaria esta medida, aunque todavía existe un porcentaje significativo de personas que evaden este requerimiento, principalmente matriculando su vehículo en otra jurisdicción, por lo que la revisión ha debido complementarse con un creciente e intenso trabajo de control en la vía pública que ha posibilitado minimizar el número de infractores y aumentar la efectividad de la medida. Según estimaciones preliminares, el porcentaje de evasión de esta medida en Quito se sitúa en un 30% (Custode, 2009), que es algo mayor que lo que ocurre en ciudades como Santiago (Portales, 2009) donde el sistema es mucho más antiguo y de cobertura nacional, y equiparable con México (Hernández, 2009) y San José (Arce, 2009), que constituyen otros buenos ejemplos latinoamericanos de aplicación de esta medida, pero además lleva la delantera con respecto a ciudades más grandes y con parques más extendidos como Bogotá, Caracas, Lima o Sao Paulo, que pese a sus esfuerzos, no han logrado todavía implementar el proceso universal y obligatorio.

En todo caso, la consolidación de esta acción de control fundamenta la posibilidad de mejoras tecnológicas en el proceso que permitan la incorporación gradual de otros contaminantes a ser medidos y verificados, en la perspectiva de introducir nuevas medidas de combate a la contaminación de origen vehicular, que tienen que ver con el establecimiento de nuevos requerimientos tecnológicos para el parque vehicular que ingresa a circular en la ciudad o el reacondicionamiento de las unidades que actualmente están operando, que son temas en los que también se está trabajando muy activamente y se espera que en el próximo año empiecen a dar sus frutos, pese al significativo obstáculo que representa el hecho de que solo Quito y no los cantones vecinos dispongan de la revisión vehicular que, por otro lado es un mandato establecido en la Ley de Tránsito.

Información sobre la calidad del aire

Continuando con la revisión del esquema de gestión de la contaminación atmosférica en Quito, ya se había mencionado que el otro macroproceso que lleva adelante CORPAIRE es la generación de información sobre el recurso atmosférico, desde la perspectiva de conocer de manera objetiva los avances que se van logrando en términos de mejorar la calidad del aire y también establecer en donde se necesita mayor esfuerzo.

Por ello, Quito dentro de su esquema general de gestión de la calidad del aire, mantiene un sistema permanente y continuo de monitoreo que opera regularmente desde el 2004, denominado Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito o REMMAQ, constituido por cinco subredes complementarias:

- La automática (RAUTO), que tiene capacidad para medir de manera continua y permanente, 24 horas al día y 365 días al año, estableciendo desde promedios de diez minutos de los contaminantes comunes identificados en la Norma Ecuatoriana de Calidad del Aire Ambiente; es decir, monóxido de carbono, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, ozono y material particulado $PM_{2.5}$. En todos los casos se utilizan equipos optoelectrónicos automáticos que funcionan con los métodos de referencia establecidos en la propia Norma y aceptado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. Esta subred la conforman ocho estaciones de monitoreo, que cubren todo el consolidado urbano de la ciudad y los dos valles de expansión urbana, al oriente de la urbe. Su diseño espacial sigue recomendaciones internacionales y está a la altura de las existentes en otras pocas ciudades latinoamericanas como México, Santiago, Sao Paulo y Bogotá.
- La activa de material particulado (RAPAR), con la que se mide material particulado PM_{10} , partículas totales en suspensión y recientemente material particulado $PM_{2.5}$. Este subsistema utiliza también métodos de referencia, aunque por la tecnología lo que más se puede es tener promedios diarios de presencia de los contaminantes con una frecuencia semanal.
- La de depósito (REDEP), que monitorea material particulado sedimentable o polvo en 40 puntos de muestreo, también con métodos fijados en la Norma, lo cual permite tener una idea bastante precisa de la distribución espacial de este contaminante y nos tiene bien preparados para evaluar el potencial impacto de una nueva erupción volcánica, que tiene como una de sus consecuencias más visibles la caída de ceniza.

- La red de monitoreo pasiva (REMPA), con capacidad registrar promedios semanales de dióxido de nitrógeno y ozono, que permiten complementar la información de la red automática, particularmente en lo que tiene que ver con la distribución espacial de esos dos contaminantes, que son medidos en 35 puntos de muestreo. Esta red si bien no utiliza métodos de referencia, permite investigar un comportamiento tan complejo como el del ozono y el dióxido de nitrógeno, que son fuertemente influenciados por la química atmosférica y la acción de los vientos, dándoles un carácter diferente al que tienen los otros como el monóxido de carbono y el dióxido de azufre. Además, esta es una tecnología de mucho más bajo costo, lo que posibilitaría extender su aplicación en otras ciudades del Ecuador que al no disponer de los recursos que demanda la implementación de sistemas tecnológicamente más sofisticados, omiten emprender esfuerzos serios por conocer la situación del aire en sus jurisdicciones, conforme ya fue anotado anteriormente.
- La meteorológica (REMET), que permite estudiar el comportamiento local de viento, radiación solar, temperatura, humedad y precipitación, que son parámetros fundamentales a la hora de entender el fenómeno de la contaminación en una ciudad de las dimensiones de Quito. Su operación se basa en seis estaciones automáticas y un perfilador vertical de la atmósfera, el único existente en el país, que brindan una importante cantidad y calidad de información.

Adicionalmente, aunque no es parte propiamente del sistema, vale señalar que la Dirección Metropolitana Ambiental mantiene un monitoreo periódico de ruido en la ciudad, cuyos datos están siendo utilizados para el establecimiento de una red permanente, actualmente en proceso de diseño por parte de una consultoría especializada.

La REMMAQ es un sistema maduro institucional y técnicamente, con altos estándares de calidad, que ha recibido asesoramiento externo principalmente de México y sus datos se publican en el sitio web de CORPAIRE (www.corpaire.org) y son de absolutamente libre acceso por cualquier persona interesada, lo cual no solo habla de la transparencia en el manejo de la información, que de por sí es un hecho meritorio en un país como el Ecuador con serias falencias en cuanto al acceso a datos ambientales actualizados y confiables, sino que además ha significado una consolidación del posicionamiento internacional de Quito en la comunidad académica que trabaja los temas de calidad del aire y ha significado entre otras cosas, que en los últimos cinco años se hayan realizado más de 30 tesis de grado o posgrado, entre ellas investigaciones con estudiantes de la Escuela Politécnica Federal de Zurich (Suiza) y de la Universidad de Tufts en Boston y profesores de la Universidad de San Andrés de Bolivia.

Para corroborar lo anterior, resulta oportuno destacar que en septiembre del 2008, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos realizó una auditoría del desempeño y una revisión técnica de la REMMAQ, señalando como conclusiones que “el sistema de monitoreo es preciso y bien implementado” y que esto demuestra que “el diseño y el desarrollo del programa fueron realizados excepcionalmente bien”, por lo que “la experiencia de CORPAIRE es un buen ejemplo de como llevar adelante un programa de monitoreo nuevo” (EPA, 2008).

Otro esfuerzo importante tiene que ver con la elaboración del inventario de emisiones a la atmósfera, cuya primera versión fue publicada en el 2005 (CORPAIRE, 2005), con datos del 2003, se ha actualizado con datos del 2005 (CORPAIRE, 2008a) y está en proceso la nueva versión con datos del 2007. Este inventario es una herramienta muy potente, porque permite identificar los procesos que generan las emisiones de gases o partículas contaminantes, cuantificar esas emisiones e incluso, establecer como se

distribuyen geográficamente. Como se entenderá este conocimiento es básico para establecer las medidas de control específicas, sabiendo a quién y en qué forma deben ser controladas las fuentes, así como también para evaluar su eficacia y determinar los correctivos que se necesiten. Si lo primero, el monitoreo, es posiblemente lo más costoso de ejecutar por los propios requerimientos de operación y mantenimiento de la REMMAQ, esto del inventario es una actividad que demanda una muy significativa inversión de recursos humanos, debido a la complejidad y amplitud de los procesos que son evaluados.

Para concluir esta descripción de lo que se hace en términos de generar información sobre el recuro atmosférico, hay otro ámbito de la actividad que tiene que ver con el desarrollo de la capacidad de predicción de la calidad del aire, por medio de la implementación de un modelo matemático de última generación denominado *Weather Research Forecasting with Chemistry* o *WRF-Chem*. Este es otro esfuerzo pionero en el Ecuador, que ha requerido un trabajo muy intenso y dedicado de un equipo pequeño de técnicos, pero muy dedicado ciertamente. Con el modelo en plena operación, que actualmente se halla en la fase de implementación y validación (Parra y Páez, 2006), Quito tendrá capacidad para predecir eventuales episodios críticos de contaminación, por ejemplo asociados a una erupción volcánica, a fin de activar planes de emergencia que minimicen los impactos y prevengan afectaciones mayores a la salud de la población. Además, con esta herramienta de última generación, se crea la capacidad para investigar escenarios futuros, que entre otras cosas permitirán analizar los impactos sobre la calidad del aire que tendrían nuevos proyectos, como infraestructura vial, plantas de generación o modificaciones sustantivas del uso del suelo (Parra, 2008).

La calidad del aire en Quito

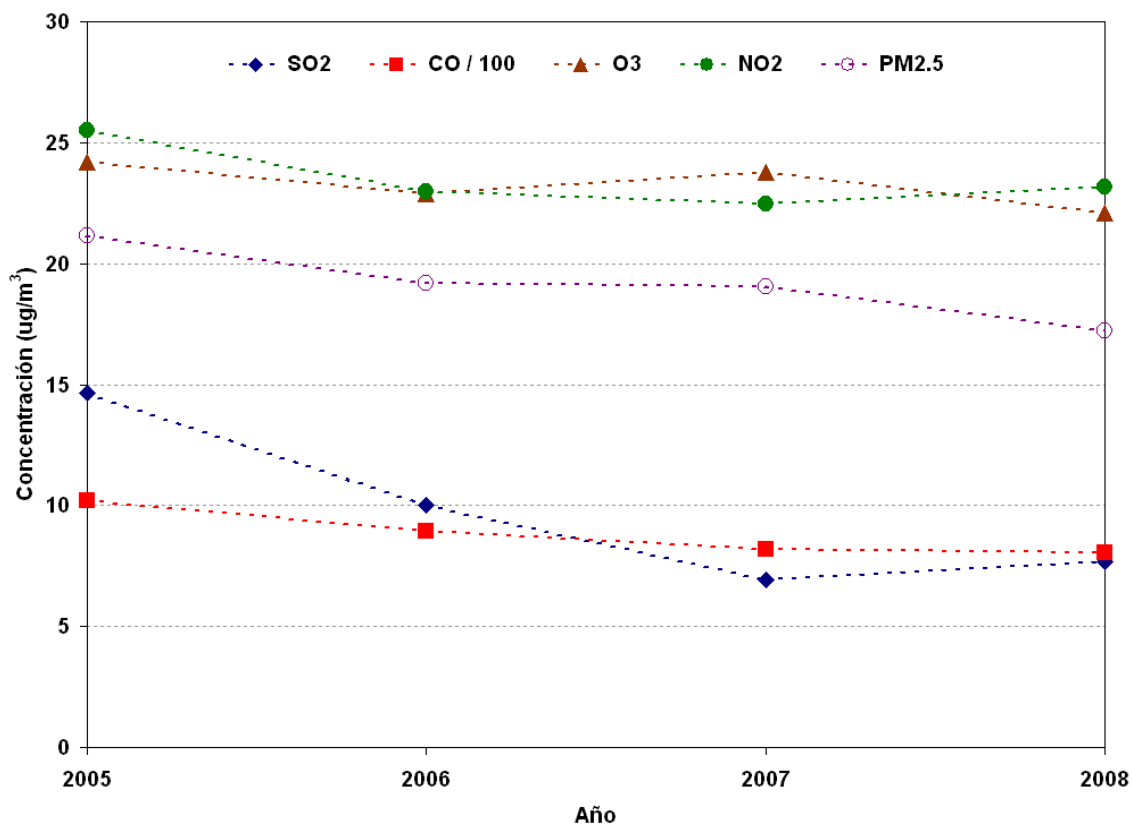
Más allá de lo ilustrativo que pueda haber resultado este recorrido por la gestión de CORPAIRE y en general de la gestión que se hace en Quito de la calidad del aire, no debe perderse de vista el objetivo final; es decir, mejorar la vida de los habitantes de la ciudad, minimizando los riesgos que sobre su salud puede representar la contaminación atmosférica. Por ello, en este punto resulta oportuno revisar la real situación de la calidad del aire en Quito.

En este sentido, y de acuerdo con el informe anual de la calidad del aire correspondiente a los últimos cuatro años (CORPAIRE, 2006; CORPAIRE, 2007, CORPAIRE, 2008b; CORPAIRE, 2009), los contaminantes comunes gaseosos; esto es el monóxido de carbono, el ozono, el dióxido de azufre y el dióxido de nitrógeno, tanto en sus promedios de corto plazo como de largo plazo, están prácticamente controlados y no se han registrado violaciones de los límites máximos permitidos.

Específicamente, en el caso del dióxido de azufre, las concentraciones promedio anuales se redujeron en más de 30% entre el 2005 y 2008, mientras las concentraciones altas, percentil 90%, disminuyen más del 40% (CORPAIRE, 2009). En cuanto al monóxido de carbono, las concentraciones del año 2008 en algunas de las estaciones se han reducido en promedio en un 19% en contraste con el 2005, aunque en un par de ellas se nota un incremento leve (CORPAIRE, 2009). Por su parte, respecto al año 2005, en el año 2008 los valores promedio anuales de ozono disminuyeron en un 12% en todas las estaciones, a excepción de Tumbaco donde se observa un incremento del 7%, pero en relación al 2007 se produjo más bien una ligera reducción del 2% (CORPAIRE, 2009). Finalmente, para el caso del dióxido de nitrógeno, en las estaciones Belisario, El Camal y Carapungo, se observa una reducción mayor al 5% entre las concentraciones del 2005 y 2008, mientras que las estaciones Cotocollao y Guamaní

muestran un incremento ligero pero gradual de las concentraciones promedio anuales (CORPAIRE, 2009).

Figura No. 2
 Evolución histórica de las concentraciones promedio anuales de los contaminantes comunes del aire en Quito, período 2005 – 2008 (CORPAIRE, 2009)



Notas: 1. Para el dióxido de azufre (SO₂) y el material particulado fino (PM_{2.5}) se consideran los promedios de medición de 24 horas, para el monóxido de carbono (CO) y el ozono (O₃), los promedios de medición de 8 horas y para el dióxido de nitrógeno (NO₂), los promedios de medición de 1 hora.
 2. Los valores correspondientes al monóxido de carbono (CO) se han dividido por 100 para ajustar a la escala del gráfico.

Frente a estos avances, el principal problema que tiene el aire de Quito es la presencia de material particulado fino (PM_{2.5}) que si bien no registra violaciones al límite normativo de corto plazo, a no ser el episodio del primer día de cada año, debido a la quema de los años viejos, los promedios anuales en todas las estaciones ubicadas en el Distrito Metropolitano si superan el valor límite y aunque debe destacarse que con respecto al año 2005 se ha detectado una leve mejoría (CORPAIRE, 2009), los altos promedios anuales que todavía se mantiene implican un significativo riesgo para la población de afectaciones de largo plazo sobre la salud, especialmente para los habitantes del centro de la urbe, sometidas a un intenso tráfico vehicular.

Para poder evaluar lo que esto significa hay que volver sobre la antes referida publicación de la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2005), que establece que los altos valores de material particulado fino tienen efectos agudos sobre la salud humana como el aumento de la mortalidad diaria, el incremento de las tasas de admisiones hospitalarias debido a la exacerbación de enfermedades respiratorias y las fluctuaciones en

la frecuencia del uso de broncodilatadores y en la prevalencia de tos. También se afirma que la exposición de largo plazo a incluso bajas concentraciones de material particulado en el aire, particularmente fino, está asociada con la mortalidad y otros efectos crónicos como mayores tasas de bronquitis y la reducción de la función pulmonar; es tan importante el efecto que estudios epidemiológicos realizados en los Estados Unidos, sugieren que la esperanza de vida de comunidades con altos índices de material particulado puede ser de dos a tres años menor que en las comunidades con bajas concentraciones. En definitiva, es un problema serio que debe ser abordado urgentemente.

Evidentemente, la manera de abordarlo es controlando las fuentes que generan este contaminante o para ser preciso, las fuentes que generan este contaminante y también aquellas que generan los precursores que forman este contaminante en la atmósfera, ya que el material particulado fino tiene esta característica, una parte es emitido directamente y otra, la más grande, se forma a partir de compuestos orgánicos nitrogenados y sulfurados, denominados precursores.

En esta línea de análisis, el inventario de emisiones del DMQ da una idea de las fuentes que se deben enfrentar, aunque limitada por lo dicho anteriormente, pero igualmente válida. En efecto, de las 2740 toneladas emitidas en el año 2005 de material particulado fino, el 47.4% corresponde a fuentes móviles, principalmente por vehículos pesados con motores a diesel (34.5%), el 14.1% por fuentes industriales, principalmente la productoras de cemento, el 9.8% por la operación de las canteras de materiales de construcción y el 7.4% por la erosión de los suelos, por citar las más importantes (CORPAIRE, 2008a). Si se considera además las emisiones de precursores, aunque no existen estimaciones específicas para Quito, hay que señalar que los datos de otros países muestran que la principal fuente, de lejos, es la quema de combustibles fósiles, principalmente en el transporte, lo cual es un desafío de particular atención en el Ecuador, habida cuenta de la mala calidad de estos combustibles, especialmente de la gasolina y el diesel de uso automotriz, y la inexistencia de una política para su mejoramiento, pese a los constantes pedidos de los sectores ambientalistas e incluso la propia industria automotriz, al respecto.

En definitiva, son importantes sectores de la economía local los que deben ser controlados y si bien es cierto que existen alternativas para hacerlo, habrá que coincidir que es una tarea bastante compleja, debido a la sofisticación tecnológica en unos casos, pero fundamentalmente al impacto que tal control pueda tener en esas actividades.

Conclusiones

Se ha tratado de evidenciar un modelo válido de gestión de la calidad del aire urbano, con resultados objetivos de la gestión, basada en datos objetivos y medidas adecuadamente implementadas, que podría servir para diseñar esfuerzos nacionales en esta dirección. En efecto, una última revisión de la gestión ambiental en el Ecuador señala que Quito “ha sido el pionero a nivel nacional en efectuar un monitoreo de la calidad del aire, en generar políticas de calidad del aire y en controlar las actividades generadoras de contaminación atmosférica” (FLACSO, 2008:156).

Por ello, es importante que en esta coyuntura política de cambio de las instancias de dirección del Estado en todos sus niveles, a la luz del nuevo marco constitucional, se analice reflexivamente el papel que ha jugado CORPAIRE en este proceso, de manera de aprovechar la experiencia acumulada y la experticia construida, para no reeditar errores pasados y anclarse en esquemas de gestión ineficientes. El tan cuestionado

modelo de las corporaciones municipales no debe ser evaluado en bulto, sino que demanda exámenes individuales que permitan superar los vicios de un manejo desarticulado de lo local, pero que apuntalen los éxitos alcanzados.

Por otro lado, como comentario final y en un intento por poner las cosas en una perspectiva mayor que la gestión de la calidad del aire o la gestión ambiental, es necesario reflexionar sobre el tema específico tratado y su relación con el estilo de vida, con los modelos de desarrollo que se han adoptado para nuestras ciudades y el país; en definitiva, con el reto de la sustentabilidad para el futuro.

A partir por ejemplo del caso del transporte, que como ya se mencionó es la principal fuente de contaminación del aire para Quito y sin duda, si lo se lo midiese también para otras ciudades del país, de manera gruesa puede decirse que hay dos formas de controlar estas emisiones, la una es tratar de disminuir la cantidad de contaminante emitido por cada kilómetro recorrido, lo cual tiene que ver con la tecnología vehicular, los dispositivos de control de emisiones, como los filtros y los convertidores catalíticos, y también con la calidad de los combustibles. Problemas todos ellos complejos y costosos, cuya adopción implican profundas evaluaciones sobre su factibilidad, pero finalmente ahí están las alternativas.

Pero la otra forma de reducir las emisiones vehiculares tiene que ver con disminuir la cantidad de kilómetros recorridos; o sea, menos contaminantes por kilómetro recorrido y menos kilómetros recorridos, forman la ecuación salvadora. Pero esto de reducir los kilómetros tiene que ver con algo más estructural de nuestras ciudades, que es la forma como se desarrollan y como se resuelven sus demandas de movilidad.

Si el modelo de desarrollo escogido son centros urbanos consolidados cada vez menos residenciales, con la gente escapando hacia los valles alejados y resolviendo sus viajes de manera individual, en el auto particular, seguramente las soluciones definitivas, estructurales, están más lejanas y cada vez son más difíciles.

Si por el contrario, se incorpora la variable ambiental y social en las decisiones sobre el futuro y el desarrollo; como por ejemplo, la eficiencia energética del transporte colectivo o los modos no motorizados como el caminar o montar bicicleta, frente al consumo irresponsable y poco productivo de los autos particulares; la preservación de las áreas naturales y los suelos agrícolas, frente a la urbanización depredadora y la gran infraestructura vial para mover autos y no gente; o la visión solidaria de favorecer a las mayorías que no tienen auto, frente a la prioridad de lo individual, seguramente se estará enmendando el rumbo y contribuyendo a construir un presente mejor y un futuro decente para nuestros hijos.

Referencias

Arce H. (2009). *Impacto de la inspección técnica vehicular en Costa Rica: proceso de implantación de un modelo único nacional*. Presentación en el Seminario La Revisión Técnica Vehicular: Herramienta Fundamental para la Gestión Ambiental y la Seguridad Vial, febrero 2009. Corporación para el Mejoramiento del Aire de Quito. Quito, Ecuador.

BID (2007). *Ecuador: Análisis Ambiental País. Fase 1: Diagnóstico*. Banco Interamericano de Desarrollo. Quito, Ecuador.

CORPAIRE (2004). *La Revisión Técnica Vehicular en el Año 2003*. Corporación para el Mejoramiento del Aire de Quito. Quito, Ecuador.

- CORPAIRE (2005). *Inventario de Emisiones 2003 del Distrito Metropolitano de Quito*. Corporación para el Mejoramiento del Aire de Quito. Quito, Ecuador.
- CORPAIRE (2006). *La Calidad del Aire en Quito. Informe Anual 2005*. Corporación para el Mejoramiento del Aire de Quito. Quito, Ecuador
- CORPAIRE (2007). *La Calidad del Aire en Quito. Informe Anual 2006*. Corporación para el Mejoramiento del Aire de Quito. Quito, Ecuador
- CORPAIRE (2008a). *Inventario de Emisiones 2005 del Distrito Metropolitano de Quito*. Corporación para el Mejoramiento del Aire de Quito. Quito, Ecuador.
- CORPAIRE (2008b). *La Calidad del Aire en Quito. Informe Anual 2007*. Corporación para el Mejoramiento del Aire de Quito. Quito, Ecuador
- CORPAIRE (2009). *La Calidad del Aire en Quito. Informe Anual 2008*. En prensa. Corporación para el Mejoramiento del Aire de Quito. Quito, Ecuador
- CRE (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. RO 449. 20/10/2008.
- Custode R. (2009). *Revisión técnica vehicular en el DMQ: un modelo de control integral centralizado para la gestión de la flota vehicular*. Presentación en el seminario La Revisión Técnica Vehicular: Herramienta Fundamental para la Gestión Ambiental y la Seguridad Vial, febrero 2009. Corporación para el Mejoramiento del Aire de Quito. Quito, Ecuador.
- EMMOP (2008). *Plan Maestro de Movilidad*. Versión preliminar (en proceso de discusión). Gerencia de Planificación de la Movilidad de la Empresa municipal de Movilidad y Obras Públicas. Quito, Ecuador.
- EPA (2006). *Fuel Economy Labeling of Motor Vehicles: Revisions To Improve Calculation of Fuel Economy Estimates*. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. Washington, EEUU.
- EPA (2008). *Review of the CORPAIRE ambient air monitoring network for the City of Quito, Ecuador. September 2008*. Documento preliminar (no publicado). Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos – Región 9. San Francisco, EEUU.
- Ecogestión (2008). *Plan de Contingencias ante Eventuales Episodios de Contaminación Atmosférica en el Distrito Metropolitano de Quito*. Informe de consultoría (no publicado). Dirección Metropolitana Ambiental. Quito, Ecuador.
- FLACSO (2008). *GEO Ecuador 2008. Informe sobre el estado del medio ambiente*. Programa de las naciones Unidas para el Ambiente, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales - Ecuador, Ministerio del Ambiente, Banco Interamericano de Desarrollo, Instituto para el Eco-desarrollo Regional Amazónico, Programa de Manejo de Recursos Costeros y Escuela Superior Politécnica del Litoral. Quito, Ecuador.
- Flores M., N. Ordóñez, P. Posligua, F. Rosas y B. Estrella (2008). *Contaminantes ambientales provenientes de emisiones vehiculares e infecciones respiratorias agudas en niños escolares de Carcelén. Estudio comparativo años 2000 y 2007*. Tesis de Grado del Posgrado de Pediatría de la facultad de Ciencias Médicas de la universidad central del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Hernández P. (2003). *Estudio legal institucional de las competencias en prevención y control de la contaminación atmosférica*. Informe de consultoría (no publicado). Ministerio del Ambiente y Fundación Natura. Quito, Ecuador.
- Hernández S. Z. (2009). *La experiencia de la ciudad de México: características de un modelo centralizado para el control de emisiones vehiculares*. Presentación en el seminario La Revisión Técnica Vehicular: Herramienta Fundamental para la Gestión Ambiental y la Seguridad Vial, febrero 2009. Corporación para el Mejoramiento del Aire de Quito. Quito, Ecuador.
- Ibarra B. (2006). *Lo que sobran son autos y no buses*. En: Aire Puro, julio 2006. Corporación para el Mejoramiento del Aire de Quito. Quito, Ecuador.
- INEC (2006). *Anuario de Estadísticas Vitales, Nacimientos y Defunciones. Año 2005*. Instituto Nacional de Estadística y Censos. Quito, Ecuador

- MAE (1999). Ley de Gestión Ambiental. Ministerio del Ambiente. Quito, Ecuador.
- MAE (2003). *Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria. Libro VI de la Calidad Ambiental. Anexo 4 Norma Ecuatoriana de Calidad del Aire Ambiente*. Ministerio del Ambiente. Quito, Ecuador.
- OPS (2003). *Diagnóstico preliminar Gestión de la Calidad del Aire – Ecuador*. Informe no publicado. Organización Panamericana de la Salud y Ministerio del Ambiente. Quito, Ecuador.
- Páez C. (2007). *Diagnóstico de la gestión de la calidad del aire en el Ecuador para la definición de políticas y estrategias*. Fundación Natura y Ministerio del Ambiente. Quito, Ecuador.
- Parra R. y C. Páez (2006). *Estrategia para el desarrollo de un modelo de predicción de la calidad del aire de Quito y resultados preliminares de la fase de diagnóstico*. En: *Acta Nova*, volumen 3, número 2, abril 2006. Universidad Católica Boliviana. Cochabamba, Bolivia.
- Parra R. (2008). *Contribution of oil palm isoprene emissions to tropospheric ozone levels in the Distrito Metropolitano de Quito (Ecuador)*. En: *Air Pollution 2008*. Sixteen International Conference on Modeling Monitoring and Management of Air Pollution, págs. 95 - 104. Skiathos, Grecia.
- Paredes L., M. Portero, W. Sigcha, G. Vivas y B. Estrella (2008). *Control de emisiones vehiculares disminuyen la frecuencia de infecciones respiratorias agudas en niños escolares del centro de la ciudad de Quito*. Tesis de Grado del Posgrado de Pediatría de la facultad de Ciencias Médicas de la universidad central del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Portales A. (2009). *La experiencia chilena en inspección técnica vehicular: logros y avances en la gestión del parque vehicular*. Presentación en el Seminario La Revisión Técnica Vehicular: Herramienta Fundamental para la Gestión Ambiental y la Seguridad Vial, febrero 2009. Corporación para el Mejoramiento del Aire de Quito. Quito, Ecuador.
- SENPLADES (2007). Agenda Ambiental Multisectorial 2007. *Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo*. Quito, Ecuador.
- WHO (2005). *Air Quality Guidelines. Global Update 2005*. Organización Mundial de la Salud. Copenhague, Dinamarca.