

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE HUMANIDADES
MAESTRIA EN DOCENCIA UNIVERSITARIA CON
ESPECIALIZACION EN EVALUACION EDUCATIVA



CALIDAD DEL AIRE EN GUATEMALA
COMPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE

Licenciado Pablo Ernesto Oliva Soto

Guatemala, octubre de 2008

INDICE

CONTENIDO	PÁGINA
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO I ASPECTOS LEGALES	5
CAPITULO II ASPECTOS TÉCNICO-CIENTÍFICOS	11
CAPITULO III ASPECTOS CULTURALES	30
CONCLUSIÓN	34
BIBLIOGRAFÍA	39
ANEXO	41

INTRODUCCIÓN

El estado de la calidad del aire en Guatemala es un tema desconocido para la mayoría de los guatemaltecos, tanto en el aspecto técnico como en el legal. Al igual que otros componentes del ambiente, el aire es un elemento imprescindible de bien común, que no conoce divisiones políticas ni territoriales, viaja a través de nuestras ciudades y el campo, afectando por igual a todos los pobladores del país. Tomando en cuenta la información técnico-científica con que se cuenta, podemos afirmar que existe contaminación del aire en la ciudad de Guatemala. La contaminación es provocada principalmente por el ser humano, en donde el aporte más significativo lo constituye el humo y gases producidos por el parque automotor circulante, en mayor cantidad en las áreas urbanas; y por las emisiones de quemas agrícolas y uso de leña en interiores, en una cantidad significativa en las áreas extra urbanas. Por otro lado las emisiones de contaminantes provocadas por erupciones volcánicas e incendios forestales son las fuentes naturales más significativas; ambos tipos de emisiones, las provocadas por el hombre y las naturales, pueden provocar daños a la salud humana, animal, vegetal y daños a la infraestructura del país. Por lo anterior el estudio de la calidad del aire se hace necesario para complementar el conocimiento acerca de la calidad de vida de los guatemaltecos.

De una forma científica el estudio de la calidad del aire en Guatemala inicia de forma incipiente en la década de 1970, motivado principalmente por la Organización Panamericana de la Salud y ejecutado por la Escuela de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de San Carlos. Posteriormente se realizaron otros estudios aislados, la mayoría llevados a cabo en la ciudad de Guatemala. Desde 1995 a la fecha, la Universidad de San Carlos mantiene un sistema de monitoreo del aire en varios puntos de la ciudad, reportando resultados durante trece años consecutivos, lo cual ha permitido contar con una base de datos científicos, que permiten fundamentar la toma de decisiones regulatorias y políticas al respecto. A pesar del esfuerzo realizado por la Universidad de San Carlos, todavía hace falta la generación de información en otros sitios de la capital, así como de otros centros urbanos en todo el territorio nacional.

Los aspectos legales más importantes con que se cuenta, son los concernientes a la Constitución Política de la República y la Ley General de Medio Ambiente, en donde en una forma directa, el Estado de Guatemala le debe asegurar a todos sus habitantes el cuidado y control de la calidad del aire que respiramos, por lo menos en relación a la influencia del ser humano. Debido a la limitada y dispersa información que se tiene actualmente en referencia a la calidad del aire en Guatemala, tanto en los componentes científicos como en los legales y culturales, la presente compilación tiene como objeto ordenar dicha información y así constituirse en una herramienta de consulta relacionada con el tema de la calidad del aire en Guatemala. Para cumplir dicho objetivo se presenta primero el capítulo de asuntos legales, abarcando desde la Constitución Política de la República hasta normativos específicos de carácter nacional así como tratados internacionales. En este capítulo se describirá el estado de la legislación guatemalteca en relación a la protección y mejoramiento del ambiente, así como las diversas dependencias estatales que tienen como misión el cumplimiento de dicha legislación, siendo las más significativas el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

En el siguiente capítulo se presenta la información de carácter técnico-científica, que ha permitido en cierta medida y con muchas limitaciones, conocer el estado de la

calidad del aire en la ciudad de Guatemala, centro urbano que concentra a una significativa proporción de habitantes del país. Los esfuerzos principales fueron realizados por diversas instancias de la Universidad de San Carlos de Guatemala, con el apoyo de agencias internacionales, tanto para la adquisición de recursos tecnológicos, como para la capacitación del recurso humano. Uno de los aspectos más valioso de la información que se presenta en el Capítulo II, es que dicho conocimiento sirvió de base para la implementación de un Reglamento de Emisiones Vehiculares en el año de 1997, el cual desafortunadamente fue derogado en 1998. Sin embargo toda esta información es manejada y conocida principalmente por los sectores académicos y la comunidad científica del país, y por algunas organizaciones internacionales, haciendo falta una tarea muy importante, la cual es transmitir dicha información a la mayor cantidad de habitantes del país que sea posible, tomando en cuenta para ello, la necesidad de educar a buena parte de la población, para que la puedan comprender y así, lograr el apoyo de la sociedad civil en su conjunto, como un frente común que exige al gobierno tomar las medidas necesarias para cuidar el aire que respiramos.

Para consolidar lo descrito en el Capítulo II se hace necesario evaluar de cierta forma, el estado de conocimiento que la población de la ciudad de Guatemala, tiene con respecto a la calidad del aire. Por tal razón en el Capítulo III se presentan los resultados obtenidos en una encuesta, diseñada por el autor de esta monografía, para ser respondida por habitantes de la ciudad de Guatemala, mayores de edad, que supieran leer y escribir y que no formaran parte de círculos académicos del país. De una forma general, la población guatemalteca mayor de edad y alfabetada, considera que la calidad del aire se encuentra deteriorada, así como que la principal fuente que origina contaminantes del aire son los vehículos automotores y las actividades industriales, por lo que para mejorar dicha condición están dispuestos a acatar las disposiciones regulatorias necesarias. Asimismo que dicha contaminación puede provocar daños a la salud de los habitantes. Se manifiesta la necesidad de contar con una buena calidad del aire que respiramos, así como de informar de una manera más extensa a la población guatemalteca al respecto. También se plantea la necesidad de tomar en cuenta a otros centros urbanos de Guatemala, los cuales posiblemente también se encuentran con mala calidad del aire. Por último se sugiere implementar las medidas de regulación y control necesarias para mejorar esta condición, acción que debe ser manejada por el gobierno.

CAPITULO I

ASPECTOS LEGALES

La historia de la legislación ambiental es relativamente nueva para la mayoría de países. No fue hasta que se observaron y vivieron grandes tragedias ocasionadas por la contaminación del ambiente, lo que propició que algunos gobiernos, principalmente los de países industrializados, iniciaran con ciertas regulaciones. Las primeras fuentes de contaminación reguladas fueron las que provocaban daños a la salud humana, principalmente grandes industrias, las que generaban cuantiosas cantidades de contaminantes del aire. Tal fue el caso de Gran Bretaña, en donde en la década de 1950 ocurrieron varios episodios en los cuales se generó una neblina tóxica, la cual de manera directa provocó serios daños a la salud de habitantes de las regiones afectadas. De la misma manera durante el siglo XX se observaron episodios parecidos en otras ciudades como Los Ángeles, en Estados Unidos, México, D.F., Santiago de Chile, entre otras. Fueron las legislaciones ambientales de estos países las pioneras en materia de política y regulación pública de la contaminación del aire. Se evidenció científicamente que la contaminación del aire era provocada por tres factores principales: primero por la industrialización descontrolada, segundo por las emisiones vehiculares y tercero la originada por fuentes naturales, como ejemplo las erupciones volcánicas y los incendios forestales. Por lo anterior, las primeras leyes se refirieron al control de contaminantes del aire generados por la industria y por las emisiones vehiculares. Actualmente la mayoría de países más industrializados tienen estrictas legislaciones ambientales, incluyendo el tema de la contaminación del aire como una de sus prioridades, tal es el caso de la Ley del Aire Limpio de Estados Unidos, la Ley de Control de Contaminación del Aire de la Unión Europea, entre otras.

En Guatemala, la regulación de la contaminación del aire inició con la aprobación de la Constitución Política de la República de Guatemala, decretada el 31 de mayo de 1985. Antes de lo legislado por la Constitución, solamente existieron esfuerzos aislados de ciertos grupos de la sociedad civil, que pronosticaban un futuro poco prometedor para el país; ya que la producción industrial y la utilización de vehículos automotores se desarrollaban sin ningún control. Afortunadamente para la población de la ciudad de Guatemala, su posición geográfica ha favorecido en forma continua un sistema de limpieza de la atmósfera inferior (el aire que todos respiramos), lo cual no ha provocado episodios serios de contaminación del aire. Sin embargo las condiciones climatológicas tan variables de la última década, así como el incremento de vehículos automotores en los centros urbanos guatemaltecos, principalmente en la ciudad de Guatemala, ha generado episodios de formación de una neblina, llamada smog, cada vez más frecuente durante la época seca (época de poca o nula precipitación pluvial y que usualmente se presenta de noviembre a abril de cada año). Lo anterior sumado a que el principal tipo de enfermedades reportadas en los sistemas públicos de salud, son las de las vías respiratorias, lo cual podría tener un correlación directa con la contaminación del aire, ha generado que diversos grupos de la sociedad civil y académicos, hayan exigido la creación de una ley que protegiera a todos los guatemaltecos, de la contaminación del aire.

Por lo anterior la Constitución Política de la República de Guatemala, establece en su Artículo 91 que: “El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del Ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se

dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación”. Un aspecto muy importante de este Artículo es que delega la responsabilidad en forma compartida, entre el Estado y los habitantes, ya que usualmente se ha tenido la mala experiencia de que la población guatemalteca espera que el Estado les resuelva todo, sin compartir el más mínimo esfuerzo. Al delegar una responsabilidad compartida, es la misión de todos velar por mantener un ambiente adecuado y en equilibrio con el desarrollo humano. Otro aspecto importante es que tampoco, se asume una posición extremista y radical, en el sentido de prohibir cualquier tipo de actividad industrial o de desarrollo humano; más bien, indica que se debe propiciar el desarrollo con sentido de prevención y equilibrio ecológico. Para cumplir esta parte es muy importante el aporte del sector académico y científico, en recomendar a los gobiernos de turno y a la sociedad civil, las mejores políticas y formas de trabajo para procurar su cumplimiento.

Debido a que la legislación de la Constitución Política de la República de Guatemala es de carácter general se hizo necesario establecer regulaciones más específicas en materia de protección del medio ambiente, así como la implementación de las instituciones y organismos del Estado que las pudieran operativizar. La primera instancia específica, en materia de protección del medio ambiente, fue la Comisión Nacional del Medio Ambiente (de aquí en adelante se denominará CONAMA), la cual dependía de la Vice Presidencia de la República. Impulsado por la CONAMA y en cumplimiento a lo estipulado por la Constitución Política de la República de Guatemala, se aprobó la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, según Decreto Legislativo Número 68-86 del Congreso de la República, publicada en el Diario Oficial el 19 de diciembre de 1986, y sus reformas publicadas en los años 1991, 1993 y 2000.

Los principios fundamentales de esta ley se refieren a que el Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional, propiciarán el desarrollo social, económico, científico y tecnológico que prevenga la contaminación del medio ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Por lo tanto, la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, suelo, subsuelo y el agua, deberán realizarse racionalmente. Lo anterior es textualmente lo indicado por la Constitución Política de la República de Guatemala, y ordena que la explotación de nuestros recursos se haga en forma científica, coherente, con sentido común y principalmente de beneficio para todos. Por ejemplo la autorización para la explotación minera, debe realizarse en forma científicamente controlada, con un regulación específica sumamente rigurosa, que aporte beneficios considerables y justos para todos los guatemaltecos. De la misma manera, la aplicación de esta ley y sus reglamentos compete al Organismo Ejecutivo, a través del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (Título I, Capítulo I, Artículos 1 y 2). Derivado de esta instrucción se hizo necesario la creación de dicho Ministerio, por lo que dejó de existir la CONAMA. *Asimismo dicha ley tiene por objeto velar por el mantenimiento del equilibrio ecológico y la calidad del medio ambiente para mejorar la calidad de vida de los habitantes del país (Título II, Capítulo único, Artículo 11). Lo ideal es lograr un desarrollo en el que tratando de mantener un equilibrio con el medio ambiente se procure el bienestar del mismo, lo cual significaría el propio bienestar del ser humano. Para los efectos de la ley, el medio ambiente comprende: los sistemas atmosféricos (aire); hídrico (agua); lítico (rocas y minerales); edáfico (suelos); biótico (animales y plantas); elementos audiovisuales y recursos naturales y culturales (Artículo 13).* Con este Artículo se definen los componentes del medio ambiente, los

cuales servirán de base para las regulaciones específicas, de tal manera que se proteja el legado natural y cultural del país. Respecto al sistema atmosférico, de forma literal se enuncia lo siguiente: *TITULO III de los sistemas y elementos ambientales, Capítulo I, del sistema atmosférico. Artículo 14: Para prevenir la contaminación atmosférica y mantener la calidad del aire, el Gobierno, por medio de la presente ley, emitirá los reglamentos correspondientes y dictará las disposiciones que sean necesarias para: a) Promover el empleo de métodos adecuados para reducir las emisiones contaminantes; esto significa que las actividades industriales y el uso de vehículos automotores deberían contar con la tecnología apropiada para controlar e inclusive reducir la cantidad de contaminantes que son liberados a la atmósfera. b) Promover en el ámbito nacional e internacional las acciones necesarias para proteger la calidad de la atmósfera; lo anterior se cumple principalmente con la firma de tratados internacionales, encaminados en primera instancia a reducir la cantidad de algunos compuestos químicos liberados a la atmósfera, principalmente por actividades industriales. c) Regular las sustancias contaminantes que provoquen alteraciones inconvenientes de la atmósfera; d) Regular la existencia de lugares que provoquen emanaciones; en todo sentido, desde grandes complejos industriales, hasta actividades domésticas. e) Regular la contaminación producida por el consumo de los diferentes energéticos; aquí se incluyen los combustibles de origen fósil como el petróleo y el gas, así como los biocombustibles, entre otros. f) Establecer estaciones o redes de muestreo para detectar y localizar las fuentes de contaminación atmosférica; de preferencia esto se debería de implementar en todo el país, sin embargo las áreas más afectadas de una forma continua, son los centros urbanos, por lo que es donde debe iniciarse con dicho muestreo de contaminantes del aire. g) Investigar y controlar cualquier otra causa o fuente de contaminación atmosférica; para el cumplimiento de este inciso, juega un papel preponderante el sector académico y científico del país, dirigido y encausado por las universidades, las cuales a través de sus Institutos de Investigaciones pueden aportar el conocimiento necesario para posteriormente tomar medidas políticas y regulatorias. Por último contempla lo relacionado con las infracciones, sanciones y recursos, en donde según el Artículo 29, toda acción u omisión que contravenga las disposiciones de la presente ley, afectando así de manera negativa la cantidad y calidad de los recursos naturales y los elementos que conforman el ambiente, se considerará como infracción y se sancionará administrativamente de conformidad con los procedimientos de la presente ley, sin perjuicio de los delitos que contempla el Código Penal. Para el caso de los delitos la Comisión (actualmente el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales) los denunciará a los tribunales correspondientes, impulsado por el Ministerio Público, que será parte de estos procesos para obtener la aplicación de las penas. En el Artículo 30 se concede acción popular para denunciar ante la autoridad, todo hecho, acto u omisión que genere contaminación y deterioro o pérdida de recursos naturales o que afecte los niveles de calidad de vida. Al respecto se debe hacer la denuncia en las delegaciones del Ministerio de Ambiente o ante la autoridad municipal, quien la remitirá a dicho Ministerio¹.*

Esta ley establece que cada sistema (atmosférico por ejemplo) y elemento tendrá su reglamento específico. De los sistemas, únicamente para el agua se cuenta con un reglamento relacionado con la descarga de aguas residuales. Lo anterior permite

1.CALAS. Programa de Información Estratégica 2003. Legislación para la Modernización del Estado (Legislación Casual Ambiental Guatemalteca). Guatemala, 2da. Edición 2004. 212 pp.

controlar la calidad del agua que es desechada por actividades industriales y domésticas, siendo responsabilidad de los empresarios y de las municipalidades dicho control. Sin embargo hace falta reglamentos específicos para los demás componentes, entre otros el sistema atmosférico y el suelo, lo cual, consecuentemente debilita la coercibilidad de esta ley, además de su poca aplicabilidad por no existir los órganos necesarios que actúen con conocimiento de la ley y de la técnica en forma descentralizada. Provocando indiferencia e incumplimiento por parte de los generadores de contaminación, dañando cada día más nuestro ambiente.

El Código de Salud, decreto legislativo 90-97, indica en su Artículo 69 que el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social establecerá los límites permisibles de exposición y calidad ambiental para los diferentes contaminantes. También en el Artículo 70 se indica que dicho Ministerio establecerá un sistema de vigilancia de la calidad ambiental sustentado en dichos límites, y posteriormente establece en su Artículo 71 que se deberá informar al público sobre aquellos contaminantes que sobrepasan tales límites de calidad ambiental. Es claro que estas atribuciones son perfectamente aplicables a la calidad del aire como componente del medio ambiente. Sin embargo actualmente no se ha hecho efectivo ninguno de estos normativos específicos, careciendo de límites de referencia, vigilancia ambiental y mucho menos de canales adecuados de información al público.

Otras normas en relación al ambiente y la salud son la Ley de Sanidad Animal, Ley de Sanidad Vegetal, Ley Preliminar de Urbanismo, Ley de Parcelamientos Urbanos, Ley de la Importación, Elaboración, Almacenamiento, Transporte, Venta y Uso de Pesticidas, Reglamento sobre, Registro, Comercialización, Uso y Control de Plaguicidas Agrícolas y Sustancias Afines, Acuerdo Gubernativo 377, Ley de Tránsito, Ley de Fumigación, Decreto Legislativo 375, Ley Reguladora para el Control de la Utilización del Plomo, Acuerdo Legislativo 81-92, Prohibición de Fumar en Áreas Cerradas, Acuerdo Gubernativo 681-90, Norma del Comité Guatemalteco de Normas para Verificación de Aerosoles, Acuerdo Gubernativo 1326-90, Código Municipal, Decreto Legislativo 58-88, Ley de Fomento de la Educación Ambiental, Decreto Legislativo 74-96. Estas leyes, reglamentos y normas deben ser operativizadas por diversas instituciones del gobierno, las cuales en su mayoría, no trabajan en forma coordinada, lo cual diluye e incluso algunas veces anula, cualquier esfuerzo que como nación se requiera para proteger la calidad del aire que respiramos. Sin embargo cada uno de los normativos anteriores, en forma particular, es valioso para regular ciertas actividades, las cuales, de no controlarse, representarían un riesgo para la salud de los guatemaltecos, por ejemplo: el uso de plaguicidas, el uso del plomo, y fumar.

La regulación que contempla el uso y conservación de los recursos naturales, incluye la Ley Forestal, Ley de Áreas Protegidas, Ley del Sector Público Agropecuario y de Alimentación, Ley de Caza, Ley Reglamentaria de Pesca y Piscicultura. Este grupo de leyes se fundamentan en la necesidad de proteger y conservar nuestros recursos naturales, tanto en biodiversidad, como de paisaje y producción sustentable de alimentos y explotación controlada de animales y plantas, tanto para el consumo humano como para consumo de animales, así como para fines ornamentales e industriales. La Ley 109-97 Ley de Comercialización de Hidrocarburos, Acuerdo AG170-2005 de Ministerio de Energía y Minas. Nómina de Productos Petroleros con sus respectivas Denominaciones, Características y Especificaciones de Calidad, Ley

de Minería y el Código Civil, permiten regular las actividades de explotación de recursos naturales, idealmente en una forma compatible con el ambiente. Sin embargo últimamente se ha observado que dichos mecanismos de control son obsoletos y que aparte de no proteger el ambiente como es deseable, no generan ingresos económicos suficientes para el Estado y principalmente para la población guatemalteca que de cierta manera pueda verse afectada por dichas actividades. La Ley de Creación de Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán y la Ley de Creación de la Autoridad para el Manejo Sustentable del Lago de Atitlán ¹, se han aprobado para cuidar dichos recursos naturales y controlar las posibles fuentes de contaminación de los mismos. Guatemala es un país rico en biodiversidad, lo cual se constituye en un recurso valioso y esencial, que vale la pena cuidar. Por tal razón se han propuesto las leyes y normativos indicados al inicio de este párrafo.

Respecto a la legislación penal se incluye el Código Penal, Decreto Legislativo 33-96, Código Procesal Penal, Decreto Legislativo, 51-92, Ley Forestal. En relación a la legislación internacional se puede mencionar los tratados, convenios y acuerdos regionales y bilaterales que Guatemala ha ratificado y es signataria como por ejemplo el Convenio de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo, Decreto Legislativo 12-90, Convenio Regional Sobre el Manejo y Conservación de los Ecosistemas Naturales, Forestales y el Desarrollo de Plantaciones Forestales y el Convenio Regional Sobre Cambio Climático. Respecto a tratados, convenios y acuerdos supra regionales o globales que Guatemala es signataria y ha ratificado se pueden incluir el Convenio Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático, Protocolo de Kyoto, Tratado de Prohibición de Pruebas Nucleares en la Atmósfera, en el Espacio Exterior y Bajo el Agua, Convenio para la Protección de la Capa de Ozono y el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias agotadoras de la capa de ozono. Sin embargo aunque se tenga firmado una serie de tratados internacionales, esto no es suficiente para el debido proceso penal, el cual se debe aplicar por la comisión de diversas faltas que ponen en peligro o dañan al ambiente. Actualmente no existe en Guatemala ninguna regulación en operación, sobre control de emisiones vehiculares (cantidad de contaminantes que puede generar un automotor), ni para sistemas de inspección y mantenimiento (denominado de aquí en adelante I/M, los cuales se constituyen en procesos de verificación física del automotor) ni para la homologación de vehículos (que todos tengan ciertas características amigables con el ambiente, así como de seguridad para el usuario). Esto es en cierta forma irónico, considerando que Guatemala fue el primer país en la región en implementar un sistema I/M en la década de los noventa. Sin embargo, las regulaciones que le daban sustento legal a dicho sistema fueron derogadas y en consecuencia el control de emisiones vehiculares obligatorio quedó sin efecto. En años más recientes se han elaborado varias propuestas para retomar la implementación de un nuevo sistema I/M, sin que ninguna se haya concretado o haya sido sometida a un proceso de aprobación que prosperara.

Tampoco existen regulaciones específicas para el control de las emisiones de fuentes fijas (industria, comercio, actividades domésticas como quema de leña o quema de basura), y la única normativa que tiene cierta relación es el Acuerdo Gubernativo 23-2003 Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental. Este reglamento establece los requerimientos de un Estudio de Impacto Ambiental para los nuevos proyectos u obras a ejecutar y de un Diagnóstico Ambiental para las actividades ya en funcionamiento. En principio ambos estudios deben evaluar el impacto de las emisiones en la calidad del aire como parte de la evaluación del

impacto en el medio ambiente en general, pero al no existir ninguna regulación específica sobre emisiones de fuentes fijas, la forma como se haga esta evaluación queda a discreción de quien realice el estudio y a criterio del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales su aprobación. Lo cual lo convierte en un trámite administrativo, alejado del fundamento científico necesario para tomar las decisiones técnicamente correctas (en relación a aprobar o no un Estudio de Impacto Ambiental o cualquiera de sus modalidades).

El fundamento de la legislación debe estar cimentado en pilares de información científica, que proporcionen datos confiables y seguros acerca de la situación de los aspectos que se desean regular. Con una base sólida, los tomadores de decisiones pueden tener el respaldo científico y popular, para implementar medidas, principalmente aquellas que nos afectan a todos. Por ejemplo para el control de la cantidad de contaminantes que puedan ser liberados por un ente generador, primero se debe conocer cuáles son los valores límite, a partir de los cuales se considera que existe un efecto negativo para la biodiversidad en general (por lo regular se toma en cuenta únicamente los efectos negativos para el ser humano). Este tipo de estudios son sumamente avanzados y costoso, lo que haría difícil realizar en Guatemala una cantidad significativa de dichos estudios, por tal razón es muy común que en países pobres, se utilicen parámetros y límites internacionales, recomendados por organizaciones e instituciones expertas en la materia. Como ejemplo se tienen los valores recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), entre otras. Una vez establecidos los valores o límites de cantidad de contaminantes que pueden ser liberados a la atmósfera, el siguiente paso consistirá en medir la situación de algunos de los contaminantes más representativos. Esta acción es denominada Monitoreo del Aire y se puede realizar tanto en ambientes exteriores como en ambientes interiores. El monitoreo del aire es utilizado en la mayoría de ciudades alrededor del mundo para conocer la cantidad de contaminantes del aire, generados principalmente por actividades industriales y vehículos automotores. En Guatemala no se desarrolla una actividad industrial significativa, por lo que en centros urbanos como la ciudad de Guatemala, la principal fuente generadora de contaminantes del aire son los vehículos. Esto exige que el monitoreo del aire se deba realizar en función de los contaminantes generados por los vehículos que funcionan con gasolina o diesel. Con los resultados obtenidos por el monitoreo del aire, se pueden realizar campañas de conciencia ambiental a la población y al gobierno, para que con dicho fundamento se proceda a elaborar e implementar Reglamentos y Normativos que permitan el control y la prevención de la contaminación atmosférica.

CAPITULO II

ASPECTOS TECNICO-CIENTIFICOS

A continuación se presentan los aspectos técnicos y científicos, relacionados con la contaminación del aire, que sirvieron y servirán como fundamento para que los políticos, técnicos y habitantes del país, en forma integrada y en consenso, puedan establecer, implementar y ejecutar aquellos Reglamentos y Normativos que se consideren necesarios para cuidar el ambiente y por ende la calidad de vida del guatemalteco. La información presentada es específicamente aquella relacionada con el monitoreo y los resultados obtenidos, acerca del estado de la contaminación del aire en la ciudad de Guatemala, el más grande de los centros urbanos del país, que se ha estudiado en forma continua y sistemática.

La contaminación del aire ha sido uno de los indicadores ambientales (parámetro que sirve de referencia para medir el estado del ambiente en un país o región determinada) menos estudiados en Guatemala, derivado del poco impacto que de forma inmediata tiene sobre el ser humano (en la mayoría de los casos no se presentan efectos agudos, los cuales se manifiestan inmediatamente y con severidad). Lo anterior ha evitado que la población guatemalteca ejerza la presión necesaria sobre las autoridades correspondientes. Se ha visto desde el punto de vista cultural, la ausencia de una conciencia colectiva que propicie el cuidado de la calidad del aire, justificado de cierta manera por el bajo nivel educativo a nivel nacional, desconociendo muchos de los factores que provocan la contaminación del aire y las medidas para evitarla. A esto hay que sumarle, los elevados costos de implementar, mantener los recursos humanos y materiales, para conocer científicamente y en forma continua, el estado de la calidad del aire en Guatemala. Los costos dependen del mercado internacional, ya que la totalidad del equipo y recursos materiales a utilizar se deben importar, empeorando la situación el hecho de que para el mantenimiento y reparación del equipo deben venir a Guatemala, técnicos extranjeros, lo cual eleva considerablemente dichos costos.

Los primeros estudios realizados en Guatemala, se llevaron a cabo en el año 1971, a través del Proyecto "Investigación preliminar de los contaminantes gaseosos y sólidos en las zonas de mayor tráfico del área urbana de la ciudad de Guatemala", elaborado por la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de San Carlos de Guatemala, de aquí en adelante denominada ERIS². En dicho estudio se investigaron ocho contaminantes gaseosos y diez sólidos. Los contaminantes gaseosos estudiados fueron el dióxido de nitrógeno, ácido fluorhídrico, cloro, anhídrido sulfuroso, ozono, amoníaco, formaldehído y ácido sulfúrico. Los contaminantes sólidos estudiados fueron el plomo, cobre, mercurio, cromatos, selenio, hierro, níquel, fosfatos y arsénico. Estos contaminantes fueron seleccionados debido a que en la ciudad de Guatemala, las principales actividades que probablemente se constituían en fuentes de emisión de contaminantes del aire, eran los vehículos automotores y las actividades industriales. Los resultados obtenidos mostraron que de dichos contaminantes, el gas dióxido de nitrógeno y el gas anhídrido sulfuroso, rebasaron el límite mínimo normal de 70 microgramos por metro cúbico (de aquí en adelante representado por el símbolo: $\mu\text{g}/\text{m}^3$), valor guía sugerido por la Organización Mundial de la Salud, que expresa la cantidad de un contaminante presente en el aire, a partir de la cual puede existir un impacto negativo para la salud humana (que provoca

enfermedades). Entre los sólidos el hallazgo más significativo fue la determinación en forma cualitativa de plomo².

Seguidamente el Programa "RED PANAIRES" en Guatemala, el cual fue patrocinado por la Organización Panamericana de la Salud que tuvo por objetivo medir la cantidad de algunos contaminantes del aire en las capitales centroamericanas, inició en enero de 1973 y finalizó en abril de 1981. Dicho programa contó con una estación (lugar en donde se muestreaban y medían los contaminantes del aire), que operó continuamente durante ese tiempo. La localización de la estación fue en el segundo nivel de la Dirección General de Servicios de Salud; la operación estuvo a cargo de la División de Laboratorios de dicha Dirección, ubicada en la catorce calle de la zona uno de la ciudad de Guatemala. Los parámetros estudiados fueron: polvo sedimentable (cualquier tipo de partícula sólida), polvo en suspensión (partículas sólidas o líquidas que por su pequeño tamaño y peso quedan suspendidas cierto tiempo en el aire) y dióxido de azufre (gas producido principalmente por automotores que utilizan diesel, así como por ciertas actividades industriales). Con excepción del primero, los resultados de los otros dos contaminantes estuvieron por debajo de los denominados límites de referencia de la Organización Mundial de la Salud (de aquí en adelante denominada OMS). Los parámetros muestreados se seleccionaron debido a que los mismos formaban parte del paquete de contaminantes sugerido por la OMS para evaluar la calidad del aire en centros urbanos².

En marzo de 1974, nuevamente la ERIS realizó investigaciones sobre calidad del aire bajo el título "Investigación de monóxido de carbono en las zonas de mayor tráfico del área urbana de la ciudad de Guatemala", que se publicó como parte de una publicación denominada "la ERIS ante los problemas de contaminación" de 1975². La conclusión de dicha investigación fue que el monóxido de carbono (contaminante gaseoso, inodoro, insaboro e incoloro, altamente tóxico) no llegó al máximo admisible para la industria. En 1980, en un estudio de los niveles de contaminación del plomo en la ciudad, se determinó niveles alarmantes de 1.1 a 2.1 microgramos de plomo por metro cúbico de aire, en la zona 1 de la ciudad². El primero de los contaminantes estudiados, el monóxido de carbono, es un gas que ha causado la muerte a innumerable cantidad de seres humanos, principalmente por sus características de ser inodoro e incoloro, lo cual no permite percibirlo, sino hasta que puede ser demasiado tarde. En los lugares con poca circulación de aire, como puede ser en una zona céntrica con edificaciones altas, se puede concentrar una cantidad significativa de monóxido de carbono, causando efectos adversos para la salud de personas que permanecen en dichos sitios, como por ejemplo policías de tránsito y vendedores ambulantes. El plomo es un metal tóxico que causa serios efectos agudos a las personas expuestas al mismo. Anteriormente la gasolina contenía compuestos que liberaban plomo. Afortunadamente a partir del año 1993 se prohibió en Guatemala la utilización de dichos compuestos, lo cual logró disminuir e inclusive casi desaparecer cierta cantidad de plomo que se encontraba presente en el aire.

En julio de 1978, se publicó el Plan Nacional de Salud, considerado como un programa específico de contaminación del aire a largo plazo². En noviembre de 1979, se dieron las bases legales de alcance nacional para desarrollar acciones de control de contaminación del aire, dentro del Artículo 19 del Código de Salud, en el Decreto

2. Saravia, Pedro. Investigación de la Contaminación del Aire en el Área Central de la Ciudad de Guatemala. Estudio Especial de la Maestría en Ingeniería Sanitaria. Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria, Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 1983.

45-79 emitido por el Congreso de la República. Con esta base legal se pretendía normar lo relacionado con todas las acciones encaminadas al control de la emisión de contaminantes del aire a la atmósfera. En mayo de 1981, una consultoría de la Organización Panamericana de la Salud para los Estados Unidos de América, elaboró un documento denominado "Programa de prevención y control de la contaminación del aire en la República de Guatemala". Sin embargo, al igual que otras iniciativas parecidas elaboradas posteriormente, esta propuesta quedó sin ningún efecto concreto, mientras que continuaba el deterioro de la calidad del aire en la ciudad².

En 1983 se presentó el informe de Estudio Especial, elaborado por el Ing. Pedro Saravia Celis², para la obtención del grado de Maestro en Ciencias en Ingeniería Sanitaria, de la ERIS, el cual tenía por título "Investigación de la contaminación del aire en el área central de la ciudad de Guatemala". En dicho estudio se realizaron muestreos para los contaminantes dióxido de azufre, polvo y metales pesados (metales tipo plomo, arsénico, entre otros). El muestreo se realizó en 10 puntos ubicados en la zona central de la ciudad, incluyendo localizaciones en la zona 7, 12, 4, 3, 1, 9, 2 y 10. Como producto del proyecto se llegó a determinar que los métodos simplificados, pueden ser usados en los programas de prevención y control de contaminación del medio ambiente urbano centroamericano, por su sencillez, lo barato del material constituyente de los muestreadores (equipo para la toma de muestra de cada uno de los contaminantes estudiados), el no requerimiento de energía para funcionar y el hecho de adaptar los métodos al equipo que existe en un laboratorio de análisis de agua. También se determinó que la falta de asfalto y mal estado de las calles, la suciedad acumulada en las mismas y los vientos, hacen que la ciudad se contamine con facilidad con partículas sedimentables. Asimismo que los niveles de contaminación atmosférica por plomo fueron preocupantes. El plomo es un metal tóxico acumulativo que se encontró en todos los puntos del muestreo; en algunos casos en concentraciones que igualan o superan a muchas de las ciudades de Norteamérica. Lo anterior es evidente en la estación No. 4 (quinta avenida y novena calle, Zona 4), y en la estación No. 3 al final de la Avenida Bolívar. Otro producto importante del estudio fue que para el dióxido de azufre, se encontraron concentraciones elevadas en lugares que coinciden con un tráfico intenso que puede tener efecto negativo sobre la vegetación, originar molestias de visibilidad y lo más importante son los presuntos riesgos que podrían causar sobre la salud, tales como los síntomas respiratorios y el empeoramiento de las enfermedades pulmonares. El contenido del plomo y dióxido de azufre en la atmósfera de la ciudad es debido al contenido de plomo en los aditivos de la gasolina y el contenido de azufre en el diesel. La falta de mantenimiento de los vehículos origina una mala o incompleta combustión en los mismos, sumado a la falta de filtros adecuados, da como resultado que se liberen a la atmósfera densas nubes de humo. Se determinó que los resultados encontrados, según lo indicado anteriormente, están asociados a la falta de una legislación específica de prevención y control de la contaminación atmosférica y a la falta de un organismo que coordinara e implementara un programa de control y vigilancia. En Guatemala no existía un inventario de fuentes de emisión de contaminantes y no se contaba con datos exactos sobre el tipo de vehículos y el combustible que utilizaban².

2. Saravia, Pedro. Investigación de la Contaminación del Aire en el Área Central de la Ciudad de Guatemala. Estudio Especial de la Maestría en Ingeniería Sanitaria. Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria, Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 1983.

Al inicio de la década de los noventa, la fundación suiza para el desarrollo "Swisscontact", comenzó una serie de programas de apoyo en la región centroamericana, siendo uno de ellos el Programa Proeco, el cual tenía como objetivo coadyuvar al mejoramiento de las condiciones ambientales en la región, siendo el tema de la calidad del aire una de sus principales líneas de acción. La línea de acción principal de "Swisscontact" estaba encaminada a brindar asesoría al Estado de Guatemala, para la implementación de políticas y normativas relacionadas al control de la contaminación del aire, tomando en cuenta de forma más significativa, al parque automotor como la principal fuente de emisión de contaminantes en la ciudad de Guatemala, así como en otras capitales de Centroamérica.

El producto principal que se pretendía obtener era un Reglamento de emisiones vehiculares, por lo que para sustentar dicha política y normativa se deberían de obtener los fundamentos científicos para darle el impulso y sustento adecuados. Durante el año 1993, se inició con un plan piloto de monitoreo de emisiones vehiculares, con el objetivo de establecer un diagnóstico del estado de las emisiones de vehículos que de forma voluntaria quisieran participar en dicho plan. El resultado obtenido evidenció el mal estado del parque vehicular en Guatemala, por lo que el siguiente paso consistió en realizar un monitoreo del aire, que tuviera como objetivo principal la medición de inmisiones (cantidad de un contaminante que respira un ser humano) de algunos de los contaminantes que internacionalmente se han usado para evaluar el impacto de las emisiones por combustión (de automotores y de actividades industriales) a la atmósfera.

En 1994 la fundación "Swisscontact" estableció contacto con la Escuela de Química, de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala y otras instituciones a nivel centroamericano que estuvieran interesadas en implementar un sistema de monitoreo del aire en las ciudades capitales correspondientes. "Swisscontact" financió la capacitación del recurso humano necesario para llevar a cabo el monitoreo y donó el equipo, materiales y reactivos necesarios para el mismo. De esta manera se estableció el Laboratorio de Monitoreo del Aire de la Escuela de Química, de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos. La primera coordinadora del mismo fue la Licenciada Thelma Alvarado de Gallardo, Directora de la Escuela de Química en dicho período. Durante ese año se realizaron planes piloto para establecer puntos de muestreo e implementar metodología para la medición de contaminantes.

Como producto de los planes realizados se estableció la medición de algunos contaminantes del aire en varios puntos de la ciudad de Guatemala. En 1995 inició la medición sistemática de los siguientes contaminantes: partículas totales en suspensión (PTS), dióxido de nitrógeno (NO_2), monóxido de carbono (CO), ozono (O_3) y sólidos sedimentables; obteniendo valores superiores a los límites de referencia internacionales (debido a que Guatemala no contaba con criterios propios). A partir de 1996, se implementó la medición de partículas totales en suspensión en su fracción PM_{10} , además de los indicados anteriormente. Igual que en 1995 y 1996, se obtuvieron resultados superiores al límite de referencia sugerido, por lo que se comprobó que en los lugares en donde se realizó el muestreo, sí existió contaminación del aire provocada por contaminantes criterio, principalmente emitidos por el parque vehicular circulante. Esta información sirvió de fundamento científico, para fortalecer la política correspondiente e impulsar a nivel del Estado, la formulación e implementación del Reglamento de Emisiones Vehiculares, como una disposición de carácter obligatorio. Esto obtuvo vigencia a partir de 1997, operado a través de la

Comisión de Medio Ambiente (CONAMA), organismo que en ese período era el encargado de regular lo concerniente al medio ambiente en Guatemala. A pesar de que se logró cumplir el objetivo de implementar un reglamento de emisiones vehiculares para Guatemala, el monitoreo del aire continuó en las capitales centroamericanas, principalmente financiado por la fundación Swisscontact, quien brindó su asesoría y apoyo económico hasta el año 2001. En 1998, Alvaro Arzú, Presidente de la República, derogó el Reglamento de Emisiones Vehiculares, aduciendo que era necesario realizar ajustes y modificaciones de carácter técnico a los equipos utilizados para la medición de las emisiones vehiculares. Sin embargo hasta la fecha dicho Reglamento no volvió a ser activado, teniendo únicamente propuestas y borradores del nuevo Reglamento, para el cual no ha existido la voluntad política para su reactivación.

Durante el año 2001 surgió la iniciativa de elaborar un Plan de Gestión de la Calidad del Aire para la República de Guatemala, gracias a la cooperación de la Agencia de Cooperación de los Estados Unidos de América (USAID), la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) y el Estado de California, así como la participación del Estado de Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) y sociedad civil, dicho plan quedó terminado y presentado por el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales. En dicho plan, el Monitoreo del Aire juega un papel importante para conocer la calidad del aire de nuestro país. Lo cual permitiría tomar las medidas correctivas y preventivas en un ámbito legal y vinculante en beneficio de todos los ciudadanos. Como toda actividad de carácter científico tecnológica, el Monitoreo del Aire necesitaba recursos económicos para su adecuado desarrollo y procurar la implementación de nuevas tecnologías que permitieran obtener una mayor y continua cantidad de dato. La fundación Swisscontact brindó el apoyo técnico y económico para la construcción de una caseta móvil de medición automática que empezó a funcionar a finales del 2002, localizada en el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP). Al mismo tiempo la USAID proporcionó en donación una serie de equipos para implementar una estación automática localizada en la USAC. Por diversas dificultades técnicas no se pudo dar un seguimiento en forma continua a las mediciones de la caseta móvil y del equipo automático, por lo que los resultados obtenidos con dicha metodología, fueron escasos³.

A partir del año 2001, el Laboratorio de Monitoreo del Aire ha seguido realizando mediciones de algunos de los contaminantes, los cuales se han mantenido en valores que para ciertas épocas del año en algunos de los lugares donde se realizaron muestreos, representaban un riesgo para la salud de los seres humanos, animales, vegetación e inclusive infraestructura expuesta a los mismos. El trabajo del Laboratorio de Monitoreo del Aire, ha sido posible gracias al apoyo de la Escuela de Química de la USAC. En el laboratorio han prestado sus servicios estudiantes de la Escuela de Química que realizaron prácticas de Ejercicio Profesional Supervisado y de Experiencias Docentes con la Comunidad, recurso humano invaluable que ha apoyado las tareas de carácter técnico para los muestreos y trabajo de laboratorio. Asimismo, se ha contado con el apoyo de profesores y personal administrativo de la Escuela de Química. A continuación se presenta el informe anual del año 2007, con lo que se presenta de una forma concreta y sistemática, la información técnica referente a los resultados más importantes obtenidos a lo largo de 13 años por parte del Laboratorio de Monitoreo del Aire.

3. Oliva, Pablo.et.al. Monitoreo del Aire en Ciudad de Guatemala, Informe Anual 2003. Laboratorio de Monitoreo del Aire. Escuela de Química. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala.

Actualmente se cuenta con la información técnica que ha obtenido el Laboratorio de Monitoreo del Aire de la Escuela de Química de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, de aquí en adelante denominado LMA. Información presentada desde el año 1994 hasta el año 2007, en los correspondientes informes anuales del Laboratorio de Monitoreo del Aire.

Para conocer las características geoclimáticas (condiciones climatológicas características de una región determinada) del lugar de estudio, se presenta a continuación la Tabla No.1 con los parámetros más significativos que identifican a la ciudad de Guatemala:

Tabla No.1 Parámetros de caracterización de la Ciudad de Guatemala:

PARÁMETRO	VALOR*
Área del valle de la Ciudad de Guatemala: principalmente conformada por la cuenca del río de Las Vacas y la cuenca del río Villa Lobos	850 Km ²
Altura: depende de la región del área metropolitana, la cual se conforma desde el valle central hasta las montañas periféricas.	De 1500 a 2200-2300 metros sobre el nivel del mar
Precipitación pluvial: depende de la región del área metropolitana. El valor presentado es para la región central del valle.	1100 – 1200 milímetros de lluvia
Épocas Climáticas: 2 épocas climáticas, época seca y época lluviosa.	Época Lluviosa: de mayo a octubre Época Seca: de noviembre a abril
Vientos: la mayoría del año los vientos provienen del noreste.	Noreste Sur

*Fuente: Informe Anual 2007, LMA.

Como se puede observar en la Tabla No.1, el área que ocupa el valle en donde se ubica la ciudad de Guatemala, no sobrepasa los 850 kilómetros cuadrados, sin embargo la población se ha ido asentando en las periferias y montañas aledañas, como por ejemplo las salidas al Pacífico, al Atlántico, Carretera al Salvador y al Occidente del país. Lo anterior hace que el área metropolitana cada vez sea mayor. La cantidad de lluvia depende de las condiciones climatológicas, según cada año esto puede ser muy variable, principalmente debido a fenómenos mundiales como el calentamiento global. La tendencia de la época seca y época lluviosa se ha mantenido con cierto grado de uniformidad, manteniéndose la época seca en los meses de noviembre a abril y la época lluviosa de mayo a octubre. La situación geográfica de la Ciudad de Guatemala cuenta con la condición de poseer una vía libre para la circulación del viento proveniente del noreste la mayor parte del año. Lo cual representa una adecuada dilución de los contaminantes gaseosos y particulados, ya que los mismos pueden ser transportados por el viento, lo que favorece un continuo sistema de limpieza del aire de la ciudad. Sin embargo dicha circulación puede no ser suficiente corriendo el riesgo de inversiones térmicas, principalmente en la época seca. En la época lluviosa se tiene un promedio de precipitación pluvial de 1100 a

1200 milímetros de lluvia para el centro del valle de la ciudad, lo cual puede provocar que algunos contaminantes del aire se depositen en el suelo. Esto se puede corroborar en los resultados obtenidos desde 1995, en donde para algunos contaminantes se observó un descenso de los valores en la época lluviosa.

Los puntos de muestreo ubicados en la ciudad de Guatemala, se han localizado tomando en cuenta factores técnicos que permiten realizar un análisis representativo de la calidad del aire en ciertas áreas de la Ciudad. Entre otros, los factores principales son el tráfico vehicular, la densidad poblacional, la densidad industrial, el flujo del viento y la seguridad para colocar el equipo de muestreo. En base a lo anterior se han establecido tres tipos de puntos de muestreo, los ubicados en una zona urbana (con alto tráfico vehicular); los ubicados en una zona residencial (con bajo flujo vehicular); y los ubicados en un punto de medición a macro escala (con una extensa área de cobertura). En zona urbana con alto tráfico vehicular se ha utilizado el punto ubicado en el INCAP, Calzada Roosevelt, Zona 11. En este punto se han medido, desde el año 2000, las partículas totales en suspensión (de aquí en adelante denominadas PTS), partículas totales en suspensión en su fracción menor a diez micrómetros de diámetro (de aquí en adelante denominadas PM_{10}), el gas dióxido de nitrógeno (que se denominará como NO_2), el gas dióxido de azufre (representado por la fórmula SO_2) y lluvia ácida.



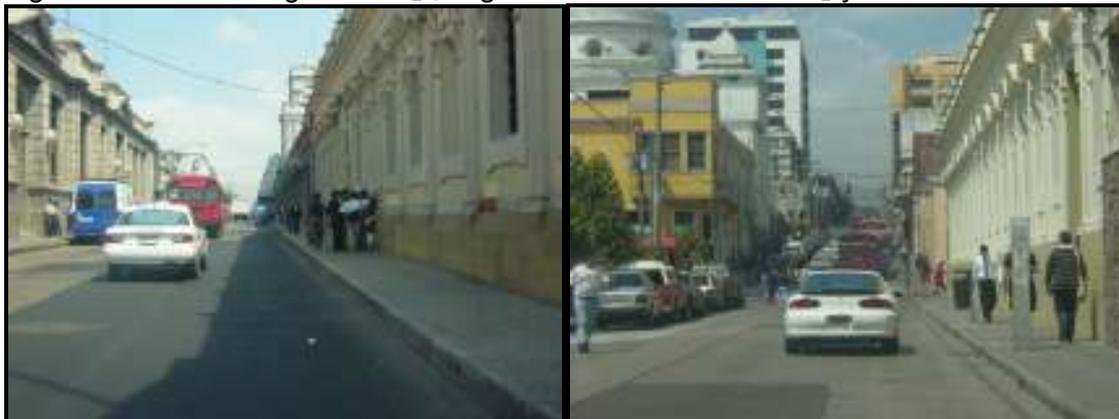
**Fig. No.1 Estación ubicada en el INCAP
(fuente: Informe Anual 2007, LMA)**

En la figura No.1, se puede observar equipo de medición para los parámetros PTS y PM_{10} , ubicados en la terraza de una garita de seguridad del INCAP. Esta estación es una de las más representativas en lo que a emisiones por tráfico vehicular se refiere, debido a que diariamente circulan más de 70,000 vehículos de todo tipo.

También como punto urbano, se colocó equipo de medición en las instalaciones de la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media de la USAC (EFPEM). El equipo se ubicó en la proximidad de la Avenida Petapa, Zona 12. En dicho punto se midió únicamente el gas NO_2 . Otro punto urbano en donde se realizan estudios, es el ubicado en las instalaciones de Hino Motors, sobre la Calzada San Juan, Zona 7. En dicho punto se midió únicamente el gas NO_2 .

Como un punto urbano, representativo del Centro Histórico de la ciudad, se ubico una estación de medición en el techo del Museo de la Universidad de San Carlos de Guatemala (MUSAC). En el punto del MUSAC, se han medido los parámetros

partículas totales en suspensión-PTS-, partículas en suspensión en su fracción PM_{10} , el gas dióxido de nitrógeno $-NO_2-$, el gas dióxido de azufre $-SO_2-$ y lluvia ácida.



**Fig. No. 2 Estación ubicada en el MUSAC, Zona 1.
(Fuente: Informe Anual 2007, LMA)**

En las instalaciones del Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), Zona 13, se ubica un punto residencial. En dicho punto se ha realizado, desde 1997, la medición de partículas totales en suspensión –PTS-, partículas en suspensión en su fracción PM_{10} , el gas dióxido de nitrógeno NO_2 y lluvia ácida.



**Fig. No.3 Estación ubicada en el INSIVUMEH
(Fuente: Informe Anual 2007, LMA)**

En la Figura No.3, se observa la parte de la entrada a las instalaciones del INSIVUMEH. En una de las terrazas de la edificación principal, se han ubicado los equipos de medición. Para la medición de contaminante en un punto a macroescala (que abarca una región amplia), se colocaron equipos en la terraza del Edificio T-10, de la Ciudad Universitaria, Zona 12. En dicho punto el equipo de medición está ubicado a una altura aproximada de 12 metros sobre el nivel del suelo, lo cual permite medir los contaminantes que provienen de una zona más extensa. En la Figura No.4, se puede observar el equipo de medición de contaminantes del aire, colocado en la terraza del Edificio T-10 de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Ciudad Universitaria, Zona 12. En este punto se han medido los parámetros partículas totales en suspensión PTS, partículas en suspensión en su fracción PM_{10} , el gas dióxido de nitrógeno NO_2 , el gas dióxido de azufre SO_2 y lluvia ácida.



**Fig. No.4 Estación ubicada en la USAC.
(Fuente: Informe Anual 2007, LMA)**

Las partículas totales en suspensión se conocen como PTS, y se definen como aquellas partículas diminutas sólidas y líquidas presentes en el aire en gran número, originadas principalmente por procesos de combustión de productos derivados del petróleo y carbón vegetal utilizados en actividades industriales, domésticas y de transporte, así como en otros procesos industriales (molido de piedra, fabricación de cemento, elaboración de cal, entre otras actividades). También tienen origen natural en las erupciones volcánicas, procesos de erosión y en los incendios forestales. Los efectos principales que causan las PTS son la irritación de las vías respiratorias, aumento en la susceptibilidad al asma y resfriado común, deterioro de materiales y monumentos históricos, interferencia con la fotosíntesis y disminución de la visibilidad. Para este contaminante los valores guías o normas utilizados son los valores de referencia de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos –EPA- que para una medición de 24 horas es de 240 microgramos por metro cúbico y para un promedio anual es de 75 microgramos por metro cúbico. Cualquier valor por arriba de estos valores guía, representa un impacto negativo para la salud del ser humano. Las partículas totales en suspensión han sido el contaminante más significativo para la ciudad de Guatemala desde que se inicio con este proyecto en 1995, ya que la mayoría de los promedios anuales han rebasado el valor guía sugerido. Los principales factores de emisión de partículas para la ciudad han sido el parque automotor, emisiones industriales, calles no asfaltadas, las erupciones del volcán de pacaya, la erosión y los incendios forestales en ciertas épocas del año. A pesar de que actualmente este parámetro ya casi no es utilizado a nivel internacional como contaminante criterio, sigue siendo útil como un registro histórico para realizar otro tipo de estudios de caracterización de partículas o determinación de algunos metales pesados, entre otros parámetros.

A continuación se presenta la tabla No.2 y la gráfica No.1, de los resultados de PTS, correspondientes a los puntos de muestreo para la Ciudad de Guatemala durante el año 2007, así como la comparación de promedios anuales desde 1995.

Tabla No.2

Resultados Mensuales de Partículas Totales en Suspensión –PTS- para 2007
Unidad de concentración: microgramos de contaminante por metro cúbico de aire

ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PA
MUSAC	NM	67	35	NM	NM	25	NM	NM	NM	NM	NM	NM	42
INCAP	193	166	136	125	160	192	234	33	138	145	105	85	143
USAC	88	30	64	NM	NM	40	60	41	52	33	33	33	47
INSIVUMEH	105	131	186	153	146	90	64	NM	58	54	64	157	110

NM: No muestreado.

(Fuente: Informe Anual 2007, LMA)

PA: Promedio Anual.

Época seca

Época lluviosa

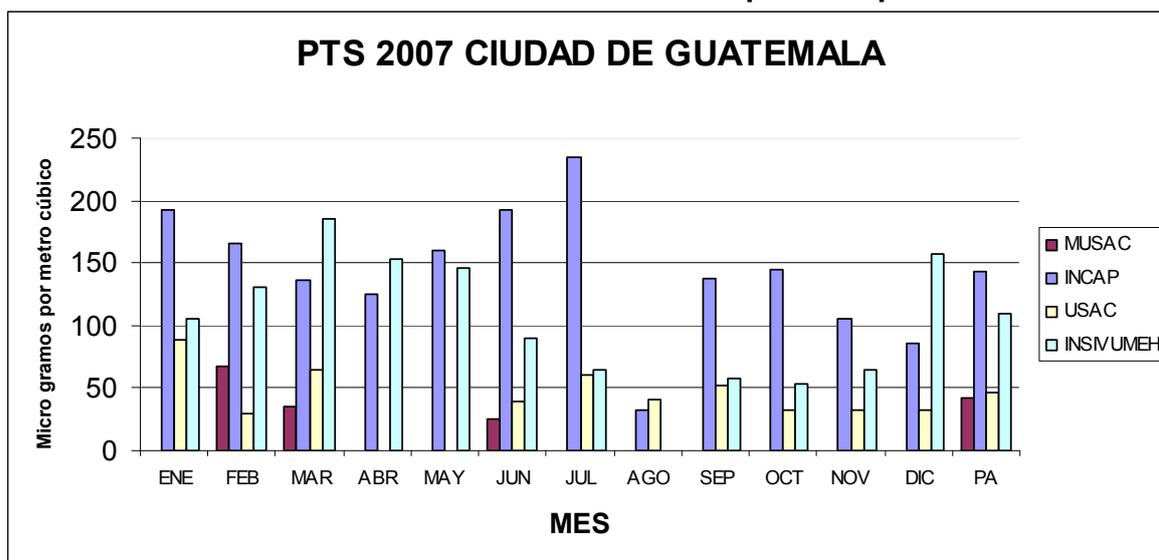
Valor que sobrepasa el límite sugerido

Para esta tabla el color naranja representa los resultados obtenidos en la época seca, el color azul, los resultados obtenidos en la época lluviosa y en color rojo, los resultados que sobrepasaron los valores guía sugeridos. Las estaciones de monitoreo o de obtención de datos se codifican de la siguiente forma: MUSAC, punto ubicado en las instalaciones del MUSAC en la zona 1; INCAP, punto ubicado en las instalaciones del INCAP en la zona 11; USAC, punto ubicado en la terraza del Edificio T-10 en la ciudad universitaria, zona 12; e INSIVUMEH, punto ubicado en las instalaciones del INSIVUMEH, zona 13.

A continuación se presenta la gráfica No.1, en donde las columnas representan el valor de la concentración del contaminante analizado. Cada color representa un punto de muestreo. La escala de medición esta elaborada en base a la medida de microgramos de contaminante por metro cúbico de aire. Se puede observar que la mayoría de resultados fueron menores al límite o valor guía sugerido.

Gráfico No.1

Resultados Mensuales Partículas Totales en Suspensión para el año 2007



(Fuente: Informe Anual 2007, LMA)

Tabla No.3 Resultados de promedio anual para partículas totales en suspensión en el período 1995-2007

ESTACION/AÑO	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
MUSAC (Zona 1)	112	105	110	171	121	141	117	92	239	114	94	87	42
INCAP (Zona 11)	NM	NM	NM	NM	NM	266	220	276	136	224	213	193	143
USAC (Zona 12)	94	78	104	119	97	110	172	105	124	103	102	57	47
INSIVUMEH (Z.13)	NM	NM	113	NM	NM	130	124	81	209	145	83	78	110

(Fuente: Informe Anual 2007, LMA)

Nota: Para la USAC se midió a micro escala de 1995 a 1999, y a macro escala a partir del año 2000.

NM: no muestreado.

■ Valor que sobrepasa el límite sugerido

Por primera vez desde hace 13 años, ninguno de los días en que se realizaron muestreos durante el año, se sobrepasó la norma sugerida para promedio diario (240 microgramos de contaminante por metro cúbico de aire). Se mantiene constante el hecho de que los puntos próximos a las vías de circulación vehicular fueron los que presentaron los valores más altos. Para el promedio anual se rebasó el límite sugerido solamente para el punto localizado en el INCAP y el localizado en el INSIVUMEH. La medición más alta del año fue la determinada en el INCAP durante el mes de julio, y la más baja en el MUSAC, durante el mes de junio. El punto que presenta el promedio anual más alto, es el ubicado en el INCAP, y el más bajo, el ubicado en el MUSAC. Según la Tabla No.3, para las mediciones realizadas desde 1995 a 2007, la mayoría de puntos han presentado un valor de concentración de PTS mayor que el límite sugerido. Por la anterior, las principales medidas que se sugieren, para disminuir la emisión de partículas totales al ambiente son el control de emisiones vehiculares e industriales; las medidas necesarias para contrarrestar o por lo menos disminuir los incendios forestales, controlar las emisiones provocadas por actividades agrícolas, evitar la quema de basura y asfaltar calles de terracería localizadas en centros urbanos. La metodología empleada fue la realización de un muestreo de 24 horas con impactor de alto volumen (equipo que toma la muestra) y un análisis fisicoquímico por gravimetría (método de laboratorio que se basa en la medición de masas).

Las partículas totales en suspensión en su fracción PM_{10} son todas aquellas partículas sólidas o líquidas dispersas en el aire con un diámetro menor a 10 micrómetros. Por lo regular se conforman por polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento y polen. Se originan principalmente en los procesos de combustión industrial, doméstica y de transporte. Naturalmente se producen por erosión, erupciones volcánicas e incendios forestales. Los efectos principales adversos a la salud se deben a su capacidad de penetrar más profundamente por el tracto respiratorio, en donde pueden producir graves irritaciones a las vías respiratorias, agravar el asma y las enfermedades cardiovasculares. Para este contaminante los valores guías o normas utilizados a partir de este año son los valores de referencia sugeridos por la Organización Mundial de la Salud (en el año 2005), que para una medición de 24 horas es de 50 microgramos de contaminante por metro cúbico de aire y para un promedio anual es de 20 microgramos de contaminante por metro cúbico de aire. Las partículas totales en suspensión en su fracción PM_{10} se han medido desde 1996, siendo uno de los contaminantes más significativo para la ciudad de Guatemala. Los principales factores de emisión de

partículas para la ciudad son el parque automotor, las actividades industriales, las erupciones del volcán de pacaya, la erosión y los incendios forestales en ciertas épocas del año. A continuación se presenta la tabla No.4 y gráfica No.2 de los resultados correspondientes a los puntos de muestreo para la Ciudad de Guatemala durante el año 2007, así como los correspondientes a promedios anuales desde 1996.

Tabla No.4
Partículas Totales en Suspensión PM₁₀ para el año 2007
Unidad de concentración: microgramos de contaminante por metro cúbico de aire

ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PA
MUSAC	94	12	36	100	68	NM	42	41	35	37	65	NM	53
INCAP	72	75	91	79	109	94	68	55	98	112	81	21	80
USAC	4	40	6	70	133	15	65	24	52	31	31	32	42
INSIVUMEH	40	NM	30	84	74	32	15	30	50	37	35	112	49

NM: No muestreado.

(Fuente: Informe Anual 2007, LMA)

PA: Promedio Anual.

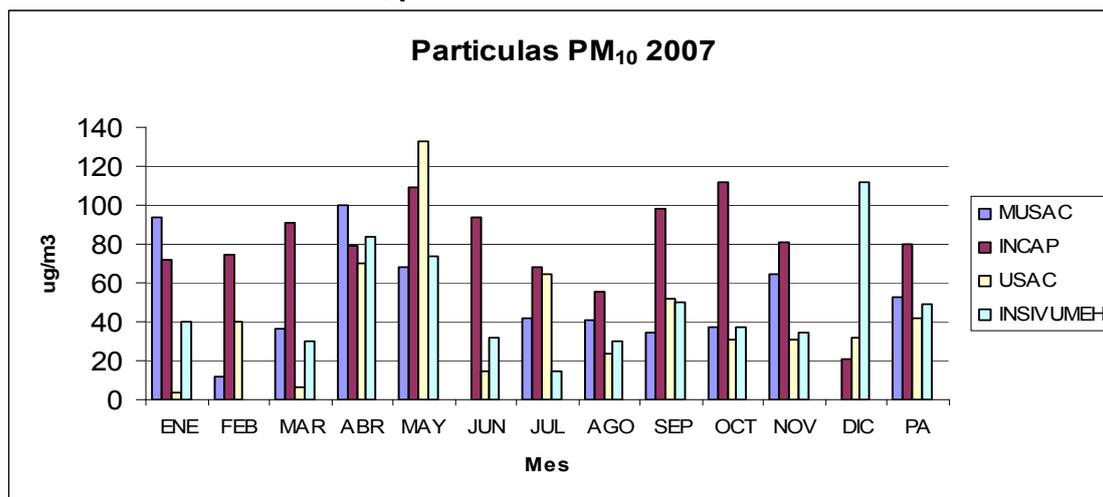
Época seca

Época lluviosa

Valor que sobrepasa el límite sugerido

Para esta tabla el color naranja representa los resultados obtenidos en la época seca, el color azul, los resultados obtenidos en la época lluviosa y en color rojo, los resultados que sobrepasaron los valores guía sugeridos. Las estaciones de monitoreo o de obtención de datos se codifican de la siguiente forma: MUSAC, punto ubicado en las instalaciones del MUSAC en la zona 1; INCAP, punto ubicado en las instalaciones del INCAP en la zona 11; USAC, punto ubicado en la terraza del Edificio T-10 en la ciudad universitaria, zona 12; e INSIVUMEH, punto ubicado en las instalaciones del INSIVUMEH, zona 13.

Gráfico No. 2
Resultados Mensuales PM₁₀ para el año 2007



PA: Promedio Anual

(Fuente: Informe Anual 2007, LMA)

Para la gráfica No.2 las columnas representan el valor de la concentración del contaminante analizado. Cada color representa un punto de muestreo. La escala de medición esta elaborada en base a la medida de microgramos de contaminante por metro cúbico de aire. Se puede observar que la mayoría de resultados fueron mayores al límite o valor guía sugerido.

Tabla No.5 Resultados de promedio anual para PM₁₀ durante el período 1996-2007

ESTACION/AÑO	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
MUSAC	57	40	68	55	47	33	30	61	54	30	55	53
INCAP	143	143	NM	NM	71	59	67	71	82	83	90	80
USAC	50	50	52	49	33	42	34	54	38	48	62	42
INSIVUMEH	NM	50	NM	NM	39	37	35	49	31	33	45	49

(Fuente: Informe Anual 2007, LMA)

Nota: Para la USAC se midió a micro escala de 1995 a 1999, y a macro escala a partir del año 2000.

NM: no muestreado.

■ Valor que sobrepasa el límite sugerido

En la Tabla No.5, podemos observar que la mayoría de mediciones resultaron por arriba del límite sugerido (resultados en color rojo). Entre más pequeño es el diámetro de las partículas en suspensión, más significativo es el impacto negativo que dicho parámetro tiene para la salud de la población. Para los resultados obtenidos en el año 2007, el 46% de los mismos sobrepasan el valor guía sugerido. El valor más alto del año fue el determinado en la estación de la USAC, durante el mes de mayo, y la más baja en el mismo punto, durante el mes de enero. El punto más contaminado fue el ubicado en el INCAP y el menos contaminado el ubicado en la USAC. En relación a los promedios anuales, podemos observar que en todos los puntos medidos, para todos los años, se sobrepasa el valor guía correspondiente. Por lo anterior podemos afirmar que aunque no se observe una tendencia al alza para este parámetro, a lo largo de los años estudiados, los valores obtenidos representan un serio deterioro de la calidad del aire de los lugares muestreados. Uno de los graves problemas con este tipo de contaminante, al igual que algunos gases, es su característica de no ser fácilmente observables, pero los daños que causan son sumamente serios, principalmente a nivel del sistema respiratorio del ser humano.

Las principales medidas sugeridas para disminuir la emisión de partículas PM₁₀ al ambiente son el control de emisiones vehiculares e industriales, la regulación de caleras e industrias que muelan piedra o fabriquen cemento, todas las medidas necesarias para contrarrestar o por lo menos disminuir los incendios forestales, controlar las emisiones provocadas por actividades agrícolas, evitar la quema de basura y asfaltar calles de terracería localizadas en centros urbanos. La metodología empleada fue con un muestreo de 24 horas utilizando un impactor de bajo volumen (equipo para la toma de muestra) y realizando un análisis fisicoquímico gravimétrico (método de análisis químico que se basa en la medición de masas).

El dióxido de nitrógeno –NO₂-, es un gas color pardo o rojizo, no inflamable y venenoso. Es un precursor del ozono y la lluvia ácida (al combinarse con el agua del aire forma ácido nítrico el cual puede provocar deposición o lluvia ácida). Se origina principalmente por procesos de combustión de fuentes industriales, doméstica y por transporte. Los efectos adversos principales debido a las exposiciones directas pueden incrementar la susceptibilidad a infecciones respiratorias y disminuyen la

eficiencia respiratoria y la función pulmonar en asmáticos. Las exposiciones cortas provocan problemas respiratorios principalmente en niños, siendo los síntomas más comunes la tos, resfriados e irritación de garganta. El dióxido de nitrógeno causa daños a bosques y sistemas acuáticos así como a edificios y monumentos históricos. También provoca la corrosión de metales debido a la lluvia ácida. Para este contaminante el valor guía sugerido es el valor de referencia de la Organización Mundial de la Salud (OMS, guía del año 2005) que para un promedio anual es de 40 microgramos de contaminante por metro cúbico de aire. Es de hacer notar que dicha referencia es la que se considera más apropiada para la metodología utilizada, ya que la misma como tal, no tienen valor de referencia internacional. El dióxido de nitrógeno se mide en la Ciudad de Guatemala desde 1995 reportando valores que sobrepasan el límite de referencia, aunque las mediciones más altas se reportaron para 1996 y 1997, actualmente se ha observado cierta tendencia al incremento en la concentración de dicho contaminante. A continuación se presenta la tabla No.6 y gráfica No.3, de los resultados correspondientes a los puntos de muestreo para la Ciudad de Guatemala durante el año 2007, así como los promedios anuales correspondientes desde 1995.

Tabla No.6

Dióxido de nitrógeno NO₂ para el año 2007

Unidad de concentración: microgramos de contaminante por metro cúbico de aire

ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PA
EFPEM	50	31	32	42	58	44	31	28	32	27	27	27	36
MUSAC	37	20	19	27	41	28	25	30	12	26	20	20	25
INCAP	47	29	26	40	52	47	36	40	26	35	42	38	38
USAC	19	29	13	28	25	13	20	23	21	12	11	22	20
INSIVUMEH	25	20	12	25	23	25	20	14	11	12	23	14	19
C.SAN JUAN	58	31	29	38	62	46	41	28	24	38	26	26	37

(Fuente: Informe Anual 2007, LMA)

PA: Promedio Anual.

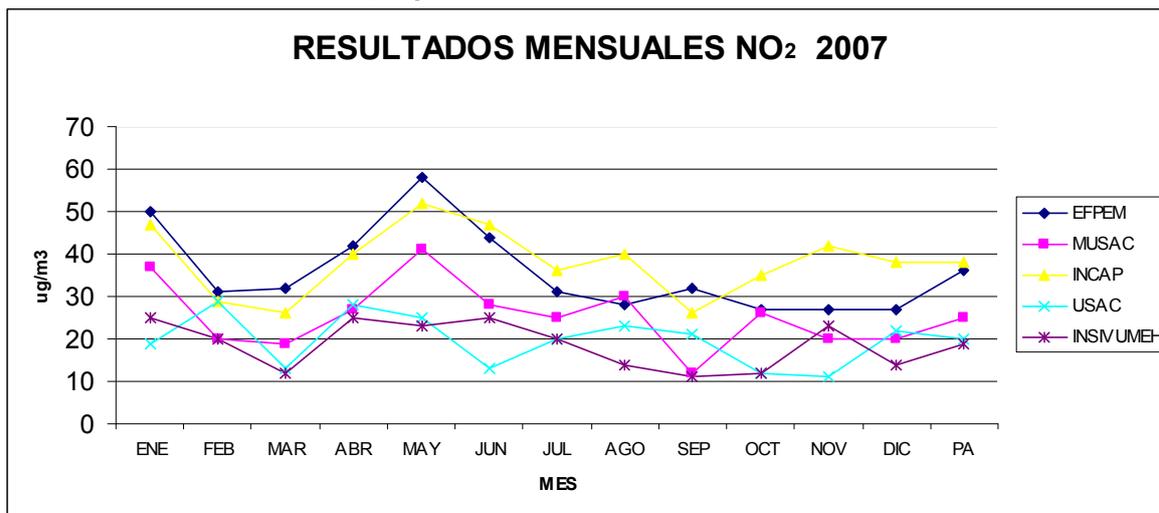
 Época seca

 Época lluviosa

 Valor que sobrepasa el límite sugerido

Para esta tabla el color naranja representa los resultados obtenidos en la época seca, el color azul, los resultados obtenidos en la época lluviosa y en color rojo, los resultados que sobrepasaron los valores guía sugeridos. Las estaciones de monitoreo o de obtención de datos se codifican de la siguiente forma: MUSAC, punto ubicado en las instalaciones del MUSAC en la zona 1; INCAP, punto ubicado en las instalaciones del INCAP en la zona 11; USAC, punto ubicado en la terraza del Edificio T-10 en la ciudad universitaria, zona 12; e INSIVUMEH, punto ubicado en las instalaciones del INSIVUMEH, zona 13; EFPEM, ubicada a un costado de la Avenida Petapa, zona 12; C.SAN JUAN, punto ubicado a un costado de la Calzada San Juan, zona 7.

Gráfico No. 3
Resultados Mensuales NO₂ para el año 2007



(Fuente: Informe Anual 2007, LMA)

Para la gráfica No.3 los puntos representan el valor de la concentración del contaminante analizado. Cada color representa un punto de muestreo. La escala de medición esta elaborada en base a la medida de microgramos de contaminante por metro cúbico de aire. Se puede observar que algunos resultados fueron mayores al límite o valor guía sugerido.

Tabla No.7 Resultados de promedio anual para NO₂ durante el período 1995-2007

ESTACION/AÑO	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002**	2003	2004	2005*	2006	2007
MUSAC (Zona 1)	46	54	46	42	56	38	39	25	34	30	31	28	25
INCAP (Zona 11)	56	63	88	48	82	60	43	38	35	41	41	41	38
USAC (Zona 12)	20	25	33	23	23	16	20	21	27	22	31	17	20
INSIVUMEH (Z. 13)	NM	NM	36	26	29	19	20	17	23	23	24	21	19
EFPEM(Zona12)	55	60	87	49	52	39	36	38	47	45	46	45	36
Ciz.San Juan (z.7)	52	52	76	43	49	35	38	39	44	40	47	43	37

*2005: de enero a junio.

**en el 2002 se cambio el sitio del trébol al INCAP

Nota: Para la USAC se midió a micro escala de 1995 a 1999, y a macro escala a partir del año 2000.

NM: no muestreado.

■ Valor que sobrepasa el límite sugerido.

(Fuente: Informe Anual 2007, LMA)

En la Tabla No.7, podemos observar que una buena cantidad de mediciones resultaron por arriba del límite sugerido (resultados en color rojo). Al igual que en años anteriores, los puntos localizados en las zonas de alto tráfico vehicular mostraron los resultados más elevados respecto a este contaminante, siendo el punto localizado en el área del Trébol (INCAP), Calzada San Juan y Avenida Petapa (EPFPEM) los que sobrepasaron el límite de referencia (40 microgramos de contaminante por metro cúbico de aire como promedio anual) en diferentes meses y en los promedios anuales, lo cual indica un significativo grado de contaminación por dióxido de nitrógeno. Los puntos localizados en la USAC y en el INSIVUMEH son los que presentaron los valores más bajos. Al igual que las partículas, el dióxido de nitrógeno presentó un marcado incremento en los meses de la época seca y un descenso en los meses de

época lluviosa. Rebasar el límite sugerido para este gas también es un motivo de riesgo para la salud de las personas, animales y vegetación expuestas a dicho contaminante. El dióxido de nitrógeno puede reaccionar con la humedad del aire y dependiendo de las condiciones meteorológicas predominantes, convertirse en un componente de la lluvia ácida. Las principales medidas que se sugieren para disminuir la emisión de dióxido de nitrógeno al ambiente son el control de emisiones vehiculares e industriales, siendo la principal fuente de emisión la debida al parque automotor, lo cual se puede comprobar en la estación de muestreo localizada en el INCAP, Calzada San Juan y Avenida Petapa, las cuales presentaron los promedios anuales más altos, y en donde circula una gran cantidad de vehículos. También se sugiere implementar todas las medidas necesarias para contrarrestar o por lo menos disminuir los incendios forestales y la quema de basura. En la estación del INCAP se puede considerar que parte de los contaminantes detectados se emiten en el basureo de la zona 3. La metodología empleada fue a través de la realización de un muestreo de 1 mes por difusión pasiva, seguido por una análisis fisicoquímico espectrofotométrico.

El dióxido de azufre es un gas incoloro e irritante que se origina principalmente en los procesos de combustión industrial y de transporte cuando se utilizan combustibles con contenidos significativos de azufre. Naturalmente se producen por erupciones volcánicas. El dióxido de azufre reacciona rápidamente con el agua para formar ácido sulfúrico, componente de la lluvia ácida. Los efectos adversos para la salud se presentan principalmente en la respiración, afecciones respiratorias, debilitamiento de las defensas pulmonares, agravamiento de enfermedades respiratorias y cardiovasculares ya existentes, en altas concentraciones puede provocar la muerte. Al combinarse con el agua y formar lluvia ácida produce decoloración de las plantas y daños a materiales. Para este contaminante los valores guías o normas utilizados son los valores de referencia de la Organización Mundial de la Salud (guía año 2005) que para una medición de 24 horas es de 20 microgramos de contaminante por metro cúbico de aire. El dióxido de azufre se ha medido en limitadas ocasiones como proyectos temporales del Laboratorio de Monitoreo del Aire, por ejemplo en el año 1997, de donde se obtuvieron valores relativamente bajos en los puntos de muestreo correspondientes. Los principales factores de emisión de dióxido de azufre para la ciudad son el parque automotor diesel y las actividades industriales que utilizan como combustible diesel y bunker. A continuación se presenta la tabla y gráfica de los resultados correspondientes a los puntos de muestreo para la Ciudad de Guatemala durante el año 2007.

Tabla No.8
Dióxido de azufre SO₂ para el año 2007
Unidad de concentración: microgramos de contaminante por metro cúbico de aire

ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PA
MUSAC	8	ND	53	50	59	75	17	20	5	7	5	65	33
INCAP	16	43	73	99	83	114	34	30	4	8	5	40	46
USAC	5	ND	26	15	27	22	7	6	1	2	1	6	11

(Fuente: Informe Anual 2007, LMA)

ND: No detectado

PA: Promedio Anual.

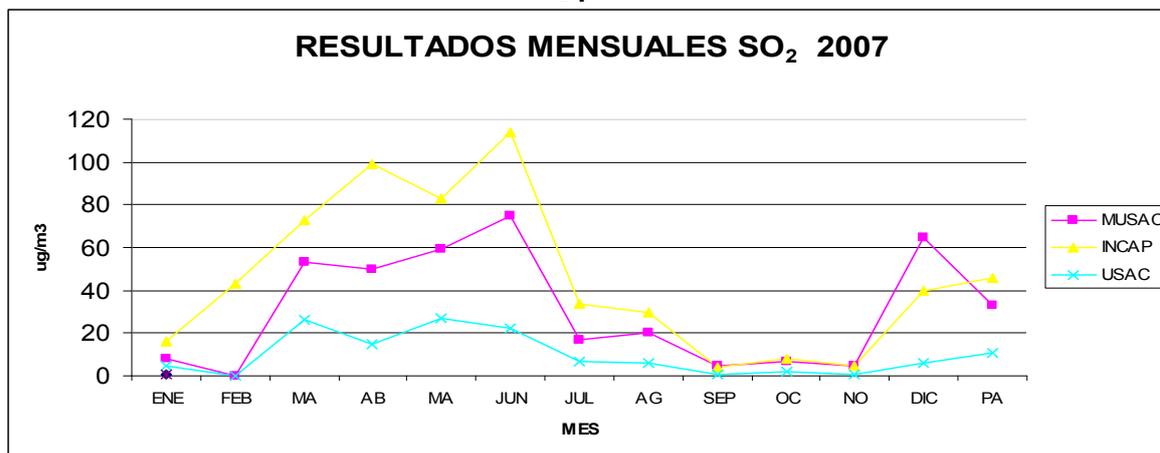
Época seca

Época lluviosa

Valor que sobrepasa el límite sugerido

Para la Tabla No.8, el color naranja representa los resultados obtenidos en la época seca, el color azul, los resultados obtenidos en la época lluviosa y en color rojo, los resultados que sobrepasaron los valores guía sugeridos. Las estaciones de monitoreo o de obtención de datos se codifican de la siguiente forma: MUSAC, punto ubicado en las instalaciones del MUSAC en la zona 1; INCAP, punto ubicado en las instalaciones del INCAP en la zona 11; USAC, punto ubicado en la terraza del Edificio T-10 en la ciudad universitaria, zona 12.

Gráfica No.4 Resultados Mensuales SO₂ para el año 2007



(Fuente: Informe Anual 2007, LMA)

Para la gráfica No.4 los puntos representan el valor de la concentración del contaminante analizado. Cada color representa un punto de muestreo. Los puntos que se encuentran sobre el eje x son meses no muestreados o mediciones en las que no se detectó al contaminante. La escala de medición esta elaborada en base a la medida de microgramos de contaminante por metro cúbico de aire. Se puede observar que algunos resultados fueron mayores al límite o valor guía sugerido.

Tabla No.9 Resultados de promedio anual para SO₂ en el período 2006-2007

ESTACION/AÑO	2006	2007
MUSAC (Zona 1)	2	33
INCAP (Zona 11)	7	43
USAC (Zona 12)	3	11

■ Valor que sobrepasa el límite sugerido

Tomando en cuenta los nuevos valores de referencia sugeridos por la Organización Mundial de la Salud (año 2005), se puede observar en la tabla No.8 que varios puntos sobrepasaron dicho límite, lo cual puede constituirse en un indicativo de deterioro de la calidad del aire en el sector, debido a la presencia de dióxido de azufre. En los valores de promedio anual se observa que el punto del INCAP resultó con los valores más altos en comparación con los otros dos puntos de muestreo, observándose también una diferencia importante en relación con los resultados obtenidos en el año 2006, referente al incremento de la concentración determinada para dicho contaminante. Al igual que el dióxido de nitrógeno, este gas puede reaccionar con la humedad del ambiente y pasar a formar parte de lluvia ácida. Se sugieren las siguientes medidas para el control de dicho contaminante: el control de emisiones

vehiculares e industriales, una regulación más estricta en lo referente a la cantidad de azufre en los combustibles, evitar la quema de llantas y cualquier otro material que contenga azufre. La metodología empleada fue el muestreo durante 24 horas por difusión pasiva (tubos para muestreo) para posterior análisis espectrofotométrico (método de análisis químico que se basa en la medición de propiedades colorimétricas).

La deposición ácida también recibe el nombre de lluvia ácida y se origina cuando se liberan a la atmósfera contaminantes gaseosas como el dióxido de azufre y el dióxido de nitrógeno, los cuales al reaccionar con el agua del ambiente forman ácido sulfúrico y ácido nítrico respectivamente. La lluvia ácida causa irritación de ojos, piel y tracto respiratorio, agrava las enfermedades respiratorias. Causa corrosión en los metales y deterioro en monumentos históricos. Provoca lesiones en las hojas de las plantas y limita su crecimiento, tornándolas de un color amarillento. Se considera lluvia ácida cuando el valor de la acidez se representa con un pH (potencial de hidrógeno) menor a 5.25 o cuando el cambio en el valor de pH es mayor a 1.75 unidades tendientes a la región ácida. La deposición ácida se ha medido esporádicamente desde 1995 únicamente en la estación de muestreo localizada en la Avenida Petapa, observándose un comportamiento constante dentro del límite de referencia. A partir del año 2006 se reinició con la medición de lluvia ácida en diferentes puntos de muestreo de la Ciudad de Guatemala, siendo los resultados los siguientes:

Tabla No.10 Resultados mensuales de Lluvia ácida para el año 2007.

Unidad de medida: Cambio en unidades de pH.

ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MUSAC	0,89	-0,9	0,90	1,74	2,31	1,94	0,47	1,38	0,58	0,44	0,22	NM
INCAP	2,14	2,47	1,52	2,33	1,74	NM	1,09	2,43	0,12	-0,01	0,57	0,93
USAC	1,21	0,75	0,90	1,00	2,12	1,63	0,90	0,92	0,90	0,32	0,10	0,59
INSIVUMEH	0,15	1,09	1,40	2,09	1,55	0,44	2,22	1,97	0,10	-0,20	0,27	0,04

(Fuente: Informe Anual 2007, LMA)

NM: No muestreado.

 Época seca

 Época lluviosa

 Valor que sobrepasa el límite sugerido

Valores negativos indican aumento en la basicidad.

Para la Tabla No.10, el color naranja representa los resultados obtenidos en la época seca, el color azul, los resultados obtenidos en la época lluviosa y en color rojo, los resultados que sobrepasaron los valores guía sugeridos. Las estaciones de monitoreo o de obtención de datos se codifican de la siguiente forma: MUSAC, punto ubicado en las instalaciones del MUSAC en la zona 1; INCAP, punto ubicado en las instalaciones del INCAP en la zona 11; USAC, punto ubicado en la terraza del Edificio T-10 en la ciudad universitaria, zona 12; INSIVUMEH, punto ubicado en las instalaciones del INSIVUMEH, Zona 13.

Como se puede observar en la tabla No.10, del total de mediciones, 10 resultaron con valores positivos para lluvia ácida, principalmente en los meses de abril a agosto para casi todos los puntos de muestreo, lo cual es un indicativo de que en ciertas épocas del año existe lluvia ácida en dichos puntos. Lo anterior significa que existe emisión significativa de óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre, los cuales son los precursores de la lluvia ácida. Estos resultados son un indicativo importante para confirmar el deterioro de la calidad del aire en la ciudad, siendo un llamado de

atención para implementar a la brevedad posible las medidas necesarias (políticas, técnicas y culturales) para mitigar y controlar la emisión de contaminantes al aire. Para disminuir o controlar la lluvia ácida se deben considerar las sugerencias indicadas para los contaminantes dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre. La metodología empleada se fundamenta en la recolección de agua durante 15 días, seguido por análisis de potencial de hidrógeno.

CAPITULO III

ASPECTOS CULTURALES

En el capítulo anterior se describió la situación técnico-científica en relación a la contaminación del aire en Guatemala, enfocado principalmente para la ciudad de Guatemala debido a que en dicha ciudad, es donde se han realizado la mayoría de estudios. Iniciando en la década de los años setenta hasta el año 2007, los resultados de los estudios, evidencian la existencia de contaminación del aire en la ciudad de Guatemala. Sin embargo, esto no es un hecho conocido por muchos habitantes del país, lo cual puede debilitar las acciones encaminadas al control, regulación y protección de la calidad del aire que respira el ciudadano guatemalteco. En este capítulo se presentan los resultados obtenidos a través de una encuesta diseñada para conocer el nivel de información que manejan habitantes de la ciudad de Guatemala, específicamente aquellos que no se desenvuelven en círculos académicos.

Para la obtención de la información referente al estado de conocimiento de la población guatemalteca en relación a la contaminación del aire, se procedió a elaborar una encuesta (ver Anexo). El instrumento utilizado fue sencillo, claro y breve, para ser respondido por habitantes de la ciudad de Guatemala, mayores de edad y que supieran leer y escribir, así como que no formaran parte de círculos académicos del país. La elaboración de la encuesta fue realizada por el autor de esta monografía, basado en los aspectos más importantes que deberían conocer los habitantes de la ciudad de Guatemala en relación a la contaminación del aire, los cuales son: la percepción del estado de la calidad del aire, la información en relación a las instituciones que estudian la contaminación del aire, saber si existe una institución que regularice y controle la generación de contaminantes al aire, el conocimiento de las sustancias que pueden contaminar el aire, la percepción de las posibles fuentes de contaminación del aire, los efectos de la contaminación del aire para la salud humana y la disposición de los habitantes para cumplir la legislación que proteja la calidad del aire. La encuesta fue validada por profesionales en la materia, y posteriormente fue aplicada a una muestra de 60 personas, seleccionadas al azar y que cumplieran con los requisitos de ser mayores de edad, que supieran leer y escribir así como que no formaran parte de círculos académicos.

Respecto a la situación actual de la calidad del aire en Guatemala, el 89% de los encuestados consideran que el aire de la ciudad se encuentra contaminado, mientras que el 11% restante considera que todavía se goza de un aire puro. A pesar de no manejar los aspectos técnicos correspondientes, la mayoría de los encuestados tienen la percepción de que el aire de la ciudad de Guatemala se encuentra contaminado, principalmente al observar vehículos de transporte público emitiendo grandes cantidades de humo negro, chimeneas de fábricas liberando grandes cantidades de humos, así como molestias en los ojos, garganta y aparato circulatorio. Esta percepción puede variar dependiendo de donde habitan y trabajan las personas encuestadas, puesto que todavía existen zonas periféricas de la ciudad en donde se podría presentar menor cantidad de contaminantes del aire, mientras que las áreas próximas a calles, avenidas y fábricas, podrían presentar mayor cantidad de contaminación.

El 68% de los encuestados indicaron que no tienen conocimiento de alguna institución que realice algún tipo de análisis de la contaminación del aire en Guatemala, en tanto que el 32% restante indicó que sí. Este resultado evidencia que la mayoría de los encuestados no conocen las instituciones que realizan estudios de la contaminación del aire. Lo anterior es justificable, debido a que han sido muy escasos los esfuerzos por transmitir y educar a la población en general, acerca de los factores que contaminan el aire y como prevenirlos, sin mencionar, aquellas acciones encaminadas al estudio científico de la situación de la calidad del aire.

El 87% de los encuestados indicaron desconocer la existencia de alguna institución pública que regularice y/o controle la emisión de contaminantes del aire en Guatemala. De forma parecida a lo descrito en el párrafo anterior, pero más contundente, la mayoría de los encuestados desconoce cuál debería ser la institución pública que controle la contaminación del aire. Esto es alarmante debido a que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales ya tiene más de ocho años de existencia, por lo que la población en general ya debería conocer acerca de sus funciones y atribuciones, siendo el cuidado del ambiente el fundamento de las mismas. Dicho Ministerio es el encargado por la ley guatemalteca, de velar por la protección y mejoramiento del ambiente, por lo que se hace necesario que se refuercen aquellas campañas de información dirigidas hacia la población. Lo anterior es indispensable para que la misma población ejerza la presión necesaria, ante el quehacer de dicho Ministerio, para aquellas iniciativas que por aspectos políticos o de favoritismos económicos no prosperan, y que representarían grandes beneficios para la mayoría de la población.

Respecto a las posibles sustancias que puedan contaminar el aire en Guatemala, el 68% de los encuestados indicaron que sí conocen qué sustancias pueden ser, mientras que el 28% indicó que no tiene conocimiento, y solamente el 4% no contestó dicho cuestionamiento. Este resultado reitera la percepción, cada vez más fundamentada, que la población tiene acerca del estado de la contaminación del aire en la ciudad de Guatemala. Entre las principales sustancias que se enumeraron se encuentran: humo de las camionetas y vehículos en mal estado, los combustibles para vehículos de gasolina y diesel, los solventes para pinturas. A pesar de esta percepción, realmente no se conocen específicamente las sustancias contaminantes, por ejemplo el monóxido de carbono, el dióxido de nitrógeno, el dióxido de azufre y las partículas en suspensión.

El 75% de los encuestados considera que el humo emitido por los vehículos automotores, principalmente los de transporte público (camionetas en mal estado), son la principal fuente de contaminación del aire. El 47% considera que las fábricas también son una importante fuente de contaminantes del aire, así como el 13% considera que los basureros también son fuente de dichos contaminantes. Solamente el 2% considera que el humo producido por fumar, puede ser una fuente de contaminantes del aire. Lo anterior corresponde en gran medida a las fuentes principales de contaminación del aire para la ciudad de Guatemala, siendo las mismas los vehículos automotores, las emisiones industriales (a gran escala y a micro escala o artesanal) las emisiones liberadas por basureros y la quema de la basura. Para muchos ciudadanos es evidente los malos olores y humos provocados por el basurero de la zona 3 de la ciudad de Guatemala, en donde debido a dificultades técnicas ocurren episodios y accidentes que generan grandes cantidades de contaminantes del aire, los cuales pueden provocar serios daños a la salud de los habitantes afectados. También es evidente la percepción de las personas en relación al daño

provocado a la atmósfera debido a las emisiones de los automotores, sin embargo se ha limitado únicamente para aquellos casos extremos en que se observa la generación de grandes cantidades de humo, no percibiendo el daño, que puede ser más intenso, de las emisiones que no son perceptibles, debido a que contienen contaminantes gaseosos incoloros, por ejemplo de los vehículos a gasolina (que son la mayor cantidad de vehículos circulantes). Se notó el hecho que no existe percepción de la contaminación del aire en ambientes interiores, únicamente en lo relacionado con el humo del tabaco (que solamente fue señalado por el 2% de los encuestados). Esta observación es muy importante ya que en la cultura guatemalteca existen varias fuentes de contaminación del aire en interiores, por ejemplo la utilización de leña o carbón para cocinar, quemar la basura o el monte seco, fumar, quemar hierbas u hojas (por ejemplo hojas de eucalipto), entre otras.

El 64% de los encuestados considera que padece algún tipo de enfermedad debido a la contaminación del aire, mientras que el 17% considera que no y el 19% no tiene conocimiento al respecto. Esta información también concuerda con el hecho de que en Guatemala el principal tipo de enfermedades tratadas en el sistema público de salud, son las del aparato respiratorio, incluyendo infecciones respiratorias, efisemas y cáncer de pulmón. Más de un millón de personas son tratadas por dichas afecciones, superando a las diarreas y otras enfermedades. En Guatemala todavía no se han realizado estudios epidemiológicos que comprueben la relación directa que podría existir entre la contaminación del aire y las enfermedades respiratorias, pero con la experiencia acumulada en otros países, en los que se han hecho amplios estudios al respecto, se puede considerar que si existe relación. Así mismo, vale la pena indicar que el gasto económico que el Estado de Guatemala eroga, para el tratamiento de las afecciones respiratorias, es sumamente elevado, en comparación a lo que se podría gastar en campañas serias y estrictas de prevención y control de la contaminación del aire. Volvemos a considerar los aspectos políticos y económicos que favorecen a unos pocos sectores, en detrimento del bienestar común.

Respecto a la disposición de acatar el cumplimiento de normativas o reglamentos que tengan como objetivo, controlar la contaminación del aire, el 100% de los encuestados, indicó que sí estarían dispuestos a acatar ese tipo de disposiciones. Esta información nos plantea la buena disposición del guatemalteco para cumplir con las acciones encaminadas para el cuidado de la calidad del aire. Sin embargo hace falta ver que dicha buena voluntad se haga realidad con acciones concretas, las cuales de cierta forma (para algunos más que para otros) representarán cambios en el estilo de vida de los habitantes del país. Entre los comentarios planteados, se puede apreciar la percepción generalizada de que en la ciudad de Guatemala se cuenta con aire contaminado, principalmente por los vehículos automotores y las actividades industriales. Así mismo que dicha contaminación puede provocar daños a la salud de los habitantes. Se manifiesta la necesidad de contar con una buena calidad del aire que respiramos, así como de informar de una manera más extensa a la población guatemalteca al respecto. También se plantea la necesidad de tomar en cuenta a otros centros urbanos de Guatemala, los cuales posiblemente también se encuentran con mala calidad del aire. Por último se sugiere implementar las medidas de regulación y control necesarias para mejorar esta condición, acción que debe ser manejada por el gobierno. En relación a medios electrónicos se puede encontrar cierta información relacionada con la monitoreo y la contaminación del aire en Guatemala, por lo regular en forma dispersa y presentada en forma indirecta por organizaciones o instituciones estatales, privadas y educativas, relacionadas con el cuidado y estudio

del medio ambiente. De forma oficial estatal, los resultados del monitoreo del aire en la ciudad de Guatemala, son presentados en los informes de estadísticas ambientales, elaborados por el Instituto Nacional de Estadística.

CONCLUSIÓN

La información que existe en Guatemala, acerca de la calidad del aire, es escasa y limitada, poco accesible para la mayoría de los habitantes, y referente casi en forma exclusiva para la ciudad de Guatemala. Esto depende en gran medida a la poca cantidad de estudios relacionados con el estado de la contaminación del aire y las medidas para evitarlo. Así mismo que en la ciudad de Guatemala se han concentrado las pocas iniciativas para iniciar con dichos estudios, lo cual corresponde a que es el centro urbano del país con mayor cantidad de habitantes, vehículos automotores y actividades industriales. Respecto a la información técnico-científica con que se cuenta desde la década de 1970, se ha demostrado que si existe contaminación del aire en la ciudad de Guatemala, lo cual provoca un deterioro en la calidad del aire que respiramos los habitantes de la ciudad. Así mismo es evidente que no existe información pública para los centros urbanos de otras regiones del país, por ejemplo Escuintla, Cobán, Huehuetenango, San Marcos, Mazatenango, Chiquimula, entre otros (excepto para la ciudad de Quetzaltenango, en donde existen algunos estudios) y de las zonas rurales de todo el territorio nacional. Esta es una situación que hay que tomar en cuenta y buscar una solución a corto plazo, debido a que cada vez aumenta el número de habitantes y la cantidad de vehículos automotores circulantes, los cuales transitan en sistemas viales mal diseñados y que no tienen capacidad para sostener más automotores, sumado a la proliferación de basureros clandestinos (e inclusive los oficiales, los cuales no cumplen con los tratamientos técnicos necesarios para el cuidado del ambiente) y prácticas comunes como la quema de basura y monte seco.

La mala calidad del aire que se respira en la ciudad de Guatemala puede provocar daños significativos para el ser humano, animales, vegetación, así como daños a la infraestructura. Para el ser humano los principales daños son aquellos relacionados con las afecciones respiratorias, principal causa de atención en los sistemas públicos de salud, así como molestias en los ojos, nariz y garganta, lo cual incide en la productividad y la calidad de vida de la población. Respecto a los animales y la vegetación, la contaminación del aire puede provocar daños a la biodiversidad en general, sumándose a los factores responsables de la desaparición de especies. Con relación a la infraestructura existen ciertos contaminantes que provocan la destrucción de monumentos históricos, en detrimento del patrimonio cultural del país, así como de materiales de construcción, por ejemplo la oxidación de láminas, material ampliamente utilizado por la población de escasos recursos. También es importante tomar en cuenta el efecto visual de la contaminación del aire, lo cual puede incidir en provocar una mala percepción por parte del sector turismo, en detrimento del desarrollo de dicho sector. Lo anterior representa un gasto considerable tanto a nivel público como privado, en relación al mejoramiento de la salud, la pérdida de la biodiversidad y la reparación o reposición de infraestructura dañada.

El contaminante de mayor presencia en las estaciones muestreadas para la ciudad de Guatemala fueron las partículas totales en suspensión en su fracción PM_{10} , partículas sólidas y líquidas que por su tamaño pueden ingresar a la parte superior del tracto respiratorio. Los resultados muestran que dicho parámetro rebasa los valores guías sugeridos por la Organización Mundial de la Salud (del año 2005). Las partículas PM_{10} pueden provocar daños al sistema respiratorio, entre otras molestias como irritación de ojos, nariz y garganta. Los resultados más significativos fueron obtenidos en áreas de gran circulación de vehículos automotores, una de las principales fuentes que liberan material particulado al aire. Otro aspecto importante a

considerar en este tipo de contaminantes es que pueden contener otras sustancias consideradas como tóxicas para el ser humano y la vida en general, como partículas de plomo, arsénico e inclusive microorganismos infecciosos.

Los valores positivos de lluvia ácida son un indicativo de la emisión de gases de óxidos de nitrógeno y gases de óxidos de azufre así como de un deterioro significativo de la calidad del aire en los puntos de muestreo. Debido a que la lluvia ácida se produce por una reacción química entre los gases mencionados y el agua del aire, este es un parámetro que nos muestra el deterioro del aire que respiramos, además de provocar serios daños para la salud de la población y la infraestructura de la región afectada. La lluvia ácida puede irritar la piel, los ojos y provocar destrucción de monumentos históricos así como la oxidación de materiales como las láminas metálicas, da amplio uso en Guatemala. Los períodos de mayor riesgo de lluvia ácida es al inicio de la época lluviosa, así como cuando suceden episodios de lluvias aisladas en época seca.

La época seca presenta valores de contaminación más altos para algunos contaminantes, con respecto a la época lluviosa en los puntos muestreados. En la época seca es más significativa la presencia de material particulado en suspensión, en sus diferentes tipos, así como de gases como el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre, el monóxido de carbono y el ozono, lo cual sumado a condiciones climatológicas de poco viento e intensa radiación solar, puede provocar smog y afectar seriamente la calidad del aire de la ciudad. Durante la época lluviosa el agua precipita a la mayoría de los contaminantes del aire, trasladando el problema de contaminación del aire a contaminación del suelo y cuerpos de agua. En la época seca también se presentan episodios de contaminación del aire originados por incendios forestales, naturales y principalmente los provocados, los cuales aparte de disminuir la biodiversidad del país, general erosión y desertificación, emite grandes cantidades de material particulado en suspensión y gases como el dióxido de nitrógeno y monóxido de carbono.

A pesar de la información técnica con que se cuenta, las mediciones se han realizado de una forma muy limitada, produciendo resultados básicos y que todavía no permiten realizar cierto tipo de estudios más profundos y correlativos con otros aspectos relacionados, por lo cual se hace necesario implementar tecnología de monitoreo automático para medir con más periodicidad los contaminantes que hasta la fecha se han estudiado. La medición automática permite contar con una base de resultados mucho más extensa y específica, con lo cual se pueden realizar estudios de tendencias por día, semana, mes y años. La medición automática es tan específica que inclusive se puede determinar la hora del día con más cantidad de algún contaminante. También se hace necesario la implementación de la medición de otros contaminantes que pueden tener efectos negativos en la calidad de vida de los guatemaltecos, por ejemplo las partículas totales en suspensión en su fracción menor a 2.5 micrómetros de diámetro, las cuales son altamente peligrosas para el sistema respiratorio del ser humano, también reactivar la medición de ozono, gas sumamente irritante, de monóxido de carbono, gas que puede provocar la muerte en pocos minutos (dependiendo de la cantidad), todos contaminantes que deterioran la calidad de vida del humano. Sumado a lo anterior se debe implementar la medición de hidrocarburos en la Ciudad de Guatemala, ya que es un grupo de contaminantes producidos principalmente por combustibles mal quemados en los automotores y por la utilización de solventes en actividades de pintura y barnizado. Los hidrocarburos

son compuestos químicos que pueden producir una diversidad de afecciones al ser humano, incluyendo cáncer. También se recomienda implementar el monitoreo de la calidad del aire en las principales ciudades del interior de la República, ya que existen centros urbanos que ya cuentan con considerable cantidad de automotores, lo cual no va en correspondencia al desarrollo de la red vías respectiva. También es posible que en el interior del país las prácticas agrícolas produzcan cierto efecto negativo en la calidad del aire de los centros urbanos, así como de poblados y comunidades extraurbanas, principalmente por los procesos de quema y roza, lo cual genera grandes cantidades de material particulado en suspensión y gases como el dióxido de nitrógeno y el monóxido de carbono. También en el interior del país existe actividad industrial que puede emitir una proporción significativa de contaminantes al aire.

Una acción importante es la implementación de un Sistema Nacional de Vigilancia de Calidad del Aire –SIVICA-, ente interinstitucional que en forma integrada, se pueda constituir en un soporte técnico de asesoría estatal y de información para todos los guatemaltecos, en relación a la calidad del aire en todo el territorio nacional, divulgando por todos los medios posibles estos resultados, para que la población en general, conozca y asuma la responsabilidad respecto a la contaminación del aire, así como lograr que las autoridades correspondientes, en conjunto con organizaciones afines, puedan tomar las medidas de previsión y corrección que permitan en un futuro cercano minimizar el deterioro de la calidad del aire en Guatemala. Una acción puntal de dicho sistema de vigilancia puede ser la implementación de sistemas de alarma para la población. Esto quiere decir que si en un momento determinado la cantidad de algún contaminante, que se mida automáticamente, se eleva hasta un valor dañino para la salud humana, se establece una red de comunicación entre el laboratorio de medición y organismos públicos como el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Ministerio de Educación, CONRED, entre otros, para que a través de los mismos se divulgue y alerte a la población respecto del riesgo de realizar actividades al aire libre, las cuales deben suspenderse, así como evitar que personas susceptibles al contaminante medido, salgan al aire libre. La plataforma interinstitucional deberá conformarse por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Ministerio de Comunicaciones (representado por el INSIVUMEH), Ministerio de Energía y Minas, Ministerio de Educación, Ministerio de Economía, Universidad de San Carlos y municipalidades del país. Con este tipo de iniciativas se pretende iniciar con la coordinación interinstitucional del gobierno, para optimizar recursos y obtener productos significativos para la protección y mejora de la calidad del aire en Guatemala.

En Guatemala existe la legislación mínima para procurar controlar y mantener una buena calidad del aire, sin embargo las instancias encargadas de aplicar dichas leyes, carecen de los recursos, tanto económicos como humanos, para hacer cumplir a cabalidad tales disposiciones. Por ejemplo el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, principal institución pública encomendada a proteger y mejorar el ambiente del país, es uno de los Ministerios más pequeños del actual gobierno, en lo concerniente a personal y presupuesto, lo cual limita considerablemente su capacidad de operativización y cumplimiento de la legislación correspondiente. Sumado a esto se puede considerar también la falta de coordinación entre todas las instituciones que de una forma u otra, tienen relación con la protección y mejora de la contaminación del aire en Guatemala, lo cual ha provocado esfuerzos dispersos y con poco impacto positivo para el país.

Por lo anterior es indispensable continuar con el monitoreo de la calidad del aire en la Ciudad de Guatemala, con el objetivo de mantener la fundamentación científica necesaria para fortalecer y propiciar las tomas de decisiones políticas, que impulsarán las leyes y reglamentos necesarios para regular la contaminación del aire en el país, principiando con la implementación del Reglamento de Control de Emisiones de fuentes móviles y fijas en todo el país. Dicha normativa de preferencia debe estar armonizada para la región centroamericana, debido a que la contaminación del aire no conoce fronteras, por lo que tomando en cuenta el intercambio comercial y turístico que se tiene con los países centroamericanos, se hace necesario implementar medidas armonizadas para la región. Para fortalecer la normativa correspondiente, también se necesita incentivar e implementar cambios a nivel político, técnico y cultural, que propicien el cuidado de la calidad del aire por parte de todos los guatemaltecos. A nivel político para lograr la buena voluntad de los gobernantes para hacer cumplir las leyes, así como para procurar el bien común por sobre intereses particulares. A nivel técnico es necesario implementar mejor tecnología para el monitoreo y control de la contaminación del aire, con el objetivo de obtener más y mejores datos que permitan realizar estudios epidemiológicos, así como para obtener información específica que permita pronosticar tendencias y comportamientos de la contaminación del aire, lo cual permitirá alertar a la población. A nivel cultural se debe educar a toda la población en relación a los aspectos fundamentales del cuidado y protección del ambiente, iniciando desde las primeras etapas de la educación pública y privada, así como la divulgación apropiada a través de los medios de comunicación en general.

De una forma general, la población guatemalteca mayor de edad y alfabetada, considera que la calidad del aire se encuentra deteriorada, así como que la principal fuente que origina contaminantes del aire son los vehículos automotores y las actividades industriales, por lo que para mejorar dicha condición están dispuestos a acatar las disposiciones regulatorias necesarias. Asimismo que dicha contaminación puede provocar daños a la salud de los habitantes. Se manifiesta la necesidad de contar con una buena calidad del aire que respiramos, así como de informar de una manera más extensa a la población guatemalteca al respecto. También se plantea la necesidad de tomar en cuenta a otros centros urbanos de Guatemala, los cuales posiblemente también se encuentran con mala calidad del aire. Por último se sugiere implementar las medidas de regulación y control necesarias para mejorar esta condición, acción que debe ser manejada por el gobierno.

La sociedad guatemalteca forma parte esencial de la protección y conservación del medio ambiente, incluyendo el componente atmosférico. Para lo cual la población debe tener los conocimientos y la cultura necesaria que hará viable la implementación de normas y regulaciones por parte del Estado. Es en este aspecto que la educación formal a todo nivel juega un papel preponderante. El componente de conservación y protección del medio ambiente debe formar parte de los planes curriculares desde preprimaria hasta el nivel universitario. La transmisión de dicho conocimiento se puede realizar por dos vías, la primera como un eje transversal, en el cual los establecimientos educativos y todos los profesores hacen conciencia y trabajan con principios y elementos del medio ambiente en todos los estudiantes. La segunda vía se puede dar a través del proceso de enseñanza y aprendizaje en forma de contenidos específicos, los cuales se pueden introducir o ampliar en cursos relacionadas a las ciencias naturales y educación cívica (por mencionar algunos), tanto a nivel de preprimaria como de primaria. En básicos y bachillerato se sugiere la introducción de

un curso específico de “medio ambiente”, orientado a brindar los fundamentos de la educación ambiental necesaria en nuestro país. Con esta propuesta se espera que la población guatemalteca que tiene cobertura de educación pública y privada, forme la conciencia y cultura ambiental para apoyar los programas y planes del Estado (o de instancias privadas o particulares). Para la población que no tiene acceso a la educación formal pública o privada, recae en los líderes comunitarios, la organización y guía para brindar fundamentos de educación ambiental a los niños y adultos más necesitados.

Con la población educada, será mucho más difícil para la clase política gobernante, hacer caso omiso de los requerimientos públicos, de la presión social y de las necesidades de un pueblo, urgido de atención y en donde el buen estado del ambiente, proporcionará las bases para asegurar un mejor futuro para las generaciones venideras, generaciones que pueden crecer y desarrollarse en armonía con el ambiente, con salud, educación y todas las oportunidades mínimas para crecer como nación.

BIBLIOGRAFIA

1. Castellanos, Olga. Guzmán José. Apuntes de Legislación Ambiental e Instrumentos Técnicos Ambientales. Guatemala, 2005. 104 pp.
2. CALAS. Programa de Información Estratégica 2003. Legislación para la Modernización del Estado (Legislación Casual Ambiental Guatemalteca). Guatemala, 2da. Edición 2004. 212 pp.
3. CCAD. Diagnóstico de la Normativa Técnica sobre Calidad del Aire en Centro América. Serie Política Ambiental. Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo –CCAD-, El Salvador, 2007. 212 pp.
4. Gallardo, Thelma, et.al. Monitoreo del Aire en Ciudad de Guatemala, Informe Anual 1995. Laboratorio de Monitoreo del Aire. Escuela de Química. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala.
5. Gallardo, Thelma, et.al. Monitoreo del Aire en Ciudad de Guatemala, Informe Anual 1996. Laboratorio de Monitoreo del Aire. Escuela de Química. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala.
6. Gallardo, Thelma, et.al. Monitoreo del Aire en Ciudad de Guatemala, Informe Anual 1997. Laboratorio de Monitoreo del Aire. Escuela de Química. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala.
7. Gallardo, Thelma, et.al. Monitoreo del Aire en Ciudad de Guatemala, Informe Anual 1998. Laboratorio de Monitoreo del Aire. Escuela de Química. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala.
8. Gallardo, Thelma, et.al. Monitoreo del Aire en Ciudad de Guatemala, Informe Anual 1999. Laboratorio de Monitoreo del Aire. Escuela de Química. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala.
9. Gallardo, Thelma, et.al. Monitoreo del Aire en Ciudad de Guatemala, Informe Anual 2000. Laboratorio de Monitoreo del Aire. Escuela de Química. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala.
10. Oliva, Pablo.et.al. Monitoreo del Aire en Ciudad de Guatemala, Informe Anual 2001. Laboratorio de Monitoreo del Aire. Escuela de Química. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala.
11. Oliva, Pablo.et.al. Monitoreo del Aire en Ciudad de Guatemala, Informe Anual 2002. Laboratorio de Monitoreo del Aire. Escuela de Química. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala.
12. Oliva, Pablo.et.al. Monitoreo del Aire en Ciudad de Guatemala, Informe Anual 2003. Laboratorio de Monitoreo del Aire. Escuela de Química. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala.

13. Oliva, Pablo.et.al. Monitoreo del Aire en Ciudad de Guatemala, Informe Anual 2004. Laboratorio de Monitoreo del Aire. Escuela de Química. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala.
14. Oliva, Pablo.et.al. Monitoreo del Aire en Ciudad de Guatemala, Informe Anual 2005. Laboratorio de Monitoreo del Aire. Escuela de Química. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala.
15. Oliva, Pablo.et.al. Monitoreo del Aire en Ciudad de Guatemala, Informe Anual 2006. Laboratorio de Monitoreo del Aire. Escuela de Química. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala.
16. Oliva, Pablo.et.al. Monitoreo del Aire en Ciudad de Guatemala, Informe Anual 2007. Laboratorio de Monitoreo del Aire. Escuela de Química. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala.
17. Perfil Ambiental de Guatemala. Instituto de Incidencia Ambiental. Universidad Rafael Landívar. Guatemala.
18. Saravia, Pedro. Investigación de la Contaminación del Aire en el Área Central de la Ciudad de Guatemala. Estudio Especial de la Maestría en Ingeniería Sanitaria. Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria, Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 1983.

ANEXO

ENCUESTA

SITUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN GUATEMALA

La presente encuesta tiene por objeto determinar de forma general, el nivel de conocimiento de la población, en lo referente al estado de la calidad del aire en Guatemala.

INSTRUCCIONES

Subraye la respuesta que considere más apropiada.

1.La situación actual de la calidad del aire en Guatemala, es:

- a)de aire limpio b)de aire contaminado

2.Tiene conocimiento de alguna institución que realice algún tipo de análisis de la contaminación del aire en Guatemala:

- a) Si b) No

3. Tiene conocimiento de alguna institución pública que regularice y/o controle la emisión de contaminantes del aire en Guatemala:

- a) Si b) No

4.Sabe Usted que sustancias son las que pueden contaminar el aire en Guatemala:

- a) Si b) No

5. Cuál cree que es la principal fuente de contaminación del aire en Guatemala:

6. Cree usted que algún padecimiento o enfermedad reciente (si es el caso) que padezca actualmente, se deba a la contaminación del aire:

- a)Si b)No c) No tiene conocimiento

7. Usted estaría dispuesto a acatar el cumplimiento de normativas o reglamentos (como el de control de emisiones vehiculares) que tengan como objetivo, controlar la contaminación del aire:

- a)Si b)No

COMENTARIOS:

Po.04.08.