

# **EL IMPACTO AMBIENTAL DE LOS MEDIOS DE TRANSPORTE EN CENTRO AMERICA**



swisscontact

**FUNDACION SUIZA DE COOPERACION PARA  
EL DESARROLLO TECNICO**



**Oxígeno  
para el futuro**

**PROGRAMA AIRE PURO  
UN PROYECTO FINANCIADO POR EL  
GOBIERNO SUIZO**

**AUTORES:** BENJAMIN LANG  
ROSENDO MAJANO T.

SAN SALVADOR, JULIO DE 1999

## 1. ANTECEDENTES

Antes de 1993, el tema de la contaminación del aire en Centro América era poco conocido y muy pocas personas estaban conscientes de que constituyera un problema. Ningún país de la región tenía en sus leyes, regulaciones a las emisiones atmosféricas de ningún tipo y únicamente los gobiernos de Costa Rica y de Guatemala tenían dicho tema en sus agendas, pero no tenían claro cuales acciones eran las más apropiadas, no solo para detener el acelerado proceso de contaminación del aire, sino también para revertir los efectos ya existentes.

Por otra parte, de acuerdo a estudios auspiciados por El Banco Mundial, en los centros urbanos de los países en vías de desarrollo se determinó que cerca del 70% de la contaminación del aire provenía de la flota vehicular, la cual muestra tasas de crecimiento bastante altas (entre el 5 y el 10% anual), con el agravante de estar formada en su mayoría por vehículos viejos y en mal estado, lo que contribuye enormemente a generar más contaminantes.

En este contexto, Swisscontact inició en ese año su Programa Aire Puro en Guatemala, Honduras y Costa Rica con el fin de promover políticas y acciones tendientes a mejorar la calidad del aire, decidiéndose a enfocar su mayor esfuerzo a la reducción de las emisiones contaminantes procedentes de los vehículos automotores.

Para conseguir mejoras reales en la calidad del aire, se consideró de suma importancia que:

- Se estableciera en cada uno de los países un marco legal que regulara los aspectos relacionados con la contaminación por emisiones vehiculares, haciendo especial énfasis en los combustibles y los niveles de emisiones de escape.
- Se eliminara totalmente el uso de gasolina con plomo.
- Se implementara un sistema obligatorio de Inspección y Mantenimiento (I/M) para los vehículos en circulación, de manera que se garantizara el cumplimiento de los límites de emisiones establecidos en las leyes.

Persiguiendo metas tan ambiciosas, Swisscontact trazó un plan de trabajo que incluía las siguientes acciones:

- ✓ El fortalecimiento de las instituciones involucradas a través de la organización de eventos como seminarios, giras informativas a otros países y asesoría puntual en aspectos específicos, para

capacitar al personal directamente relacionado con el tema. Se buscaba trabajar especialmente con los Ministerios de Transporte y Ambiente y con los gremios de transporte público, pues eran estas las instituciones clave para promover un cambio.

✓ El establecimiento de una red de monitoreo de la calidad del aire en las capitales de dichos países, para poder cuantificar los niveles de contaminación existentes, de manera que con datos reales se pudiera crear conciencia del problema entre los funcionarios del gobierno y la población general. Otra función prevista de la red de monitoreo fue medir los avances en la mejora de la calidad del aire debido a las nuevas medidas a ser implementadas.

✓ La realización de actividades publicitarias como las “Semanas de Aire Puro”, concursos de dibujo y fotografía, ferias, exposiciones, ruedas de prensa, distribución de boletines informativos y otros artículos publicitarios (calcomanías, camisetas, etc.), con la finalidad de crear conciencia entre la población general (en especial usuarios de vehículos), sobre el impacto ambiental de las emisiones vehiculares y las acciones que se pueden tomar para minimizar dicho impacto.

✓ La organización y realización de cursos de capacitación para mecánicos automotrices, instructores de centros de formación técnica, y agentes de la policía, en el área de control de emisiones vehiculares para motores diesel y gasolina de manera que los talleres automotrices privados estuvieran en capacidad de incorporar este aspecto en sus prácticas habituales de trabajo, previendo que en el futuro la ley exigiría el cumplimiento de límites máximos de emisiones de escape a todos los vehículos en circulación.

El trabajo se inició, y tres años después se expandió el programa a El Salvador, Nicaragua y Panamá cubriendo así toda la región centroamericana. Ahora, seis años después de iniciado, el Programa Aire Puro ha cumplido parcialmente sus metas trazadas y un breve resumen de sus experiencias se presenta a continuación.

## **2. EL ESTADO DE LA FLOTA VEHICULAR CENTROAMERICANA**

Un aspecto sumamente importante para promover la creación de regulaciones a la contaminación vehicular es el apoyo de la población. Era necesario entonces crear conciencia del problema entre la población, y entre los mismos funcionarios gubernamentales. Para esto se idearon las llamadas “Semanas de Aire Puro”, en las cuales se efectuaban mediciones gratuitas de las

emisiones de los gases de escape de los vehículos en circulación, logrando de esta manera recaudar datos reales con los cuales plantear la gravedad del problema y la factibilidad de tomar acciones tendientes a mejorar la situación.

Desde 1993 a 1998 se han realizado 18 Semanas de Aire Puro en toda Centro América, midiendo las emisiones de 95,514 automóviles. Los resultados de todos estos eventos son bastante extensos, pero a continuación se presenta una muestra resumida del año 1997 en El Salvador, Nicaragua y Panamá:

<b>VEHICULOS DE GASOLINA MEDIDOS EN LA SEMANA DE AIRE PURO 1997</b>			
<b>PAIS</b>	<b>VEHICULOS MEDIDOS</b>	<b>% DE VEHICULOS QUE PASAN LA PRUEBA</b>	<b>% DE VEHICULOS QUE NO PASAN LA PRUEBA</b>
<b>EL SALVADOR</b>	5,288	45.2	54.8
<b>NICARAGUA</b>	4078	32.1	67.9
<b>PANAMÁ</b>	1797	55.9	44.1

El criterio para determinar si un auto pasa o no la prueba es midiendo monóxido de carbono, dióxido de carbono e hidrocarburos sin quemar de los gases de escape y utilizando los límites establecidos en las leyes que han sido aprobadas en casi todos los países centroamericanos. Estos datos, como los de los otros eventos de este tipo, han recibido mucha publicidad, y lo más importante, es la explicación de que ese elevado % de vehículos que contaminan “más de lo permitido” pueden solucionar el problema la mayoría de las veces con un simple afinado de motor y un adecuado mantenimiento periódico, que es lo que se pretende conseguir con los sistemas I/M.

Las mediciones también se efectuaron a los vehículos diesel, observándose un resumen en el siguiente cuadro:

<b>VEHICULOS DE DIESEL MEDIDOS EN LA SEMANA DE AIRE PURO 1997</b>			
<b>PAIS</b>	<b>VEHICULOS MEDIDOS</b>	<b>% DE VEHICULOS QUE PASAN LA PRUEBA</b>	<b>% DE VEHICULOS QUE NO PASAN LA PRUEBA</b>
<b>EL SALVADOR</b>	627	34.8	65.2
<b>NICARAGUA</b>	1777	44.9	55.1
<b>PANAMÁ</b>	279	29.0	71.0

En los vehículos diesel se utilizaron opacímetros y siempre los límites que establecen las leyes de los respectivos países. Es importante recalcar que si bien este tipo de autos forma un porcentaje menor de la flota vehicular, son los mayores responsables de las emisiones de partículas, con el agravante de que los vehículos de transporte público y de carga son de diesel y por lo general muy viejos y con poco mantenimiento.

Para crear conciencia específicamente en el sector de transporte público, se realizaron eventualmente mediciones al azar en buses urbanos en las capitales centroamericanas, y por ejemplo, en Septiembre de 1996 se midieron en San Salvador las emisiones de 100 autobuses del transporte público al azar, encontrándose que únicamente 28 pasaron la prueba, el resto excedía “los límites permitidos”.

Los sistemas I/M propuestos buscan que anualmente (o semestralmente para vehículos de transporte público y de carga) toda la flota vehicular sea sometida a mediciones de los gases de escape, y aquellos que no aprueben, sean obligados a efectuar las reparaciones necesarias, lográndose así una disminución significativa de la emisión de contaminantes.

### 3. EL ESTADO DE LA LEGISLACION SOBRE EL CONTROL DE EMISIONES

Actualmente, en todos los países centroamericanos se han elaborado ya leyes para regular las emisiones vehiculares, abarcando tres aspectos principales: La eliminación de la gasolina con plomo, el uso obligatorio de convertidor catalítico en los automóviles y el establecimiento de límites legales para las emisiones de escape junto con la implementación de un sistema obligatorio de Inspección y Mantenimiento (I/M) para la verificación de su cumplimiento. Un resumen del estado de estas leyes en los países centroamericanos se puede observar en el siguiente cuadro:

<b>REGLAMENTACION DE LAS EMISIONES VEHICULARES EN CENTRO AMERICA</b>			
<b>País</b>	<b>Eliminación completa de la gasolina con plomo</b>	<b>Uso obligatorio de convertidores catalíticos</b>	<b>Entrada en vigencia de límites de emisiones de escape y de sistemas I/M</b>
Costa Rica	Desde 1996	Desde 1995	Desde 1996
Guatemala	Desde 1992	Desde 1993	Desde 1998 <sup>1</sup>
Honduras	Desde 1996	Ley en espera de aprobación	Ley en espera de aprobación
El Salvador	Desde 1996	Desde 1998 <sup>2</sup>	Desde 1998 <sup>3</sup>
Nicaragua	Desde 1996	Desde 1998 <sup>2</sup>	Previsto para el 2000
Panamá	Previsto para el 2002	Previsto para el 2002	Previsto para el 2002

1: La ley había entrado en vigencia en ese año, pero por medio de un decreto presidencial en el 12/98, se revirtió, volviéndose voluntario su cumplimiento. En este momento se elabora un nuevo reglamento por una comisión designada por el presidente

2: La ley establece que es obligatorio el uso de convertidor catalítico únicamente para los autos nuevos y usados que entran al país desde el 1/1/98. Los autos que entraron antes de esa fecha pueden circular sin el catalizador.

3: La ley está aprobada y en vigencia, pero no se ha puesto en aplicación por retrasos en la ejecución de una licitación pública para la construcción y operación del centro de inspección de vehículos. En la actualidad se inspeccionan solamente los vehículos usados que entran al país.

Como en todo país, el proceso de elaboración y principalmente de aprobación de las leyes, depende mucho de aspectos políticos, lo cual indiscutiblemente lo vuelve un proceso lento y burocrático.

En Centro América, a pesar de todo, se han logrado los avances mostrados anteriormente, pero falta mucho camino que recorrer. En Honduras, las leyes están elaboradas, pero el gobierno ha dado largas a su aprobación; únicamente la eliminación del plomo en la gasolina se ha hecho efectiva.

En Panamá, las leyes referentes a la eliminación del plomo de la gasolina están aprobadas, pero en ellas mismas se establece que entran en vigencia hasta el 2002. El resto de leyes se encuentran en discusión en una comisión del gobierno, aunque se espera también que se terminen y aprueben para el 2002.

En Nicaragua y El Salvador, se ha hecho efectiva la eliminación del plomo en la gasolina y se cumple el requisito del convertidor catalítico para los autos que se importan a partir de 1998; medida bastante razonable si se considera que las condiciones económicas de las poblaciones de dichos países dificultarían a los propietarios de autos viejos adaptar este accesorio a sus vehículos. Con esta ley se logrará que a un largo plazo todos los autos tengan catalizador, en la medida que se renueve la flota vehicular. Por otra parte, la ley sobre límites a las emisiones y sobre el sistema I/M obligatorio en estos países se encuentra aprobada y en vigencia, pero sólo está siendo aplicada parcialmente a los vehículos nuevos y usados que están siendo importados a partir de cierta fecha, no en el resto de la flota. El Sistema I/M obligatorio completo se encuentra a la espera de que se ejecuten procesos de licitación pública para construir y operar los centros de inspección de vehículos.

Finalmente, en Guatemala y Costa Rica, se aprobaron todas las leyes anteriores, y se han puesto en práctica, siendo de hecho los primeros en eliminar el plomo de la gasolina y en hacer obligatorio el uso de catalizador. En Costa Rica existe un sistema descentralizado de I/M que ha funcionado relativamente bien, y aunque es todavía frágil, no parece existir riesgo de que se revierta el proceso. De hecho el gobierno ha decidido cambiar el sistema actual por uno centralizado, para solucionar problemas de corrupción que se dan actualmente. En Guatemala, también funcionaba un sistema I/M descentralizado obligatorio, pero el proceso se revirtió cuando el presidente emitió un decreto haciéndolo de carácter voluntario. Sin embargo el mismo presidente creó una comisión para

elaborar un nuevo reglamento que se espera sea aprobado y entre en vigencia en el año 2000, razón por la cual se cree que los logros alcanzados no se perderán.

#### 4. EL MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Como una medida complementaria al programa, se estableció en cada una de las capitales centroamericanas una red de monitoreo del aire con dos objetivos en mente:

- A. Disponer de datos reales sobre la calidad del aire en los centros urbanos más grandes de Centro América y poder con estos crear conciencia entre la población y los gobiernos de la gravedad del problema.
- B. Controlar el éxito del Programa Aire Puro, ya que una mejora en el mantenimiento de la flota vehicular tendría que reflejarse en una mejora de la calidad del aire.

La red de monitoreo se instaló en cada uno de las capitales a través de convenios con laboratorios especializados de diferentes instituciones locales como se observa en el siguiente cuadro:

PAIS	INSTITUCION COLABORADORA	RED DE MONITOREO
Costa Rica	Universidad Nacional de Heredia	Consiste en 7 sitios de monitoreo en San José
Guatemala	Universidad de San Carlos	Consiste en 7 sitios de monitoreo en la Ciudad de Guatemala
Honduras	Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO)	Consiste en 7 sitios de monitoreo en Tegucigalpa, aunque eventualmente realiza mediciones en otras ciudades hondureñas
El Salvador	Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social (FUSADES)	Consiste en 5 sitios de monitoreo en el área metropolitana de San Salvador (AMSS) <sup>1</sup>
Nicaragua	Universidad Nacional de Ingeniería de Managua	Consiste en 7 sitios de monitoreo en Managua
Panamá	Instituto Especializado de Análisis (IEA)	Consiste en 5 sitios de monitoreo en la Ciudad de Panamá

1) El AMSS incluye municipios que no pertenecen legalmente a la Ciudad de San Salvador, pero que debido al crecimiento no planificado de la ciudad, prácticamente han sido absorbidos por esta.

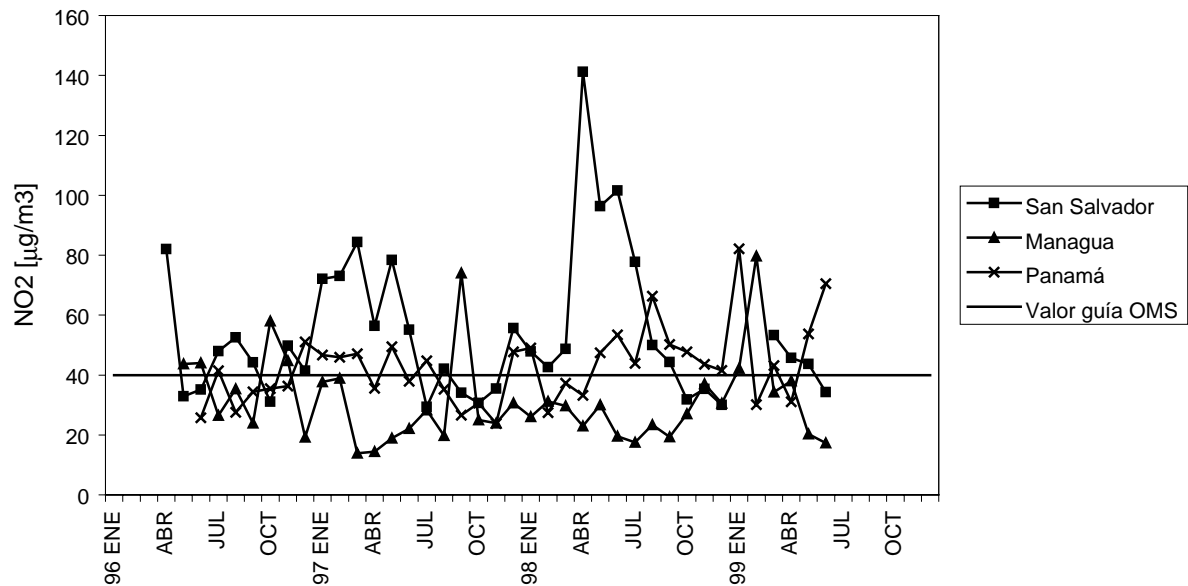


La colaboración entre Swisscontact y las instituciones antes mencionadas se estableció de la siguiente manera: se les proporcionó a las instituciones el equipo necesario y las capacitaciones adecuadas para poder trabajar con el equipo, y se les garantizan los fondos para la compra de refacciones y sustancias químicas. El intercambio regional se logra a través de reuniones semestrales, también se organizan periódicamente seminarios de capacitación para el personal de los laboratorios. Swisscontact, a través de su encargado regional para el monitoreo del aire, se encarga de coordinar las actividades de los laboratorios, de dar a conocer los resultados al nivel regional y de llevar a cabo semestralmente un control de calidad del equipo y de los procedimientos. Este encargado regional cuenta con el respaldo técnico de parte de especialistas de la Universidad Tecnológica de Zurich, Suiza.

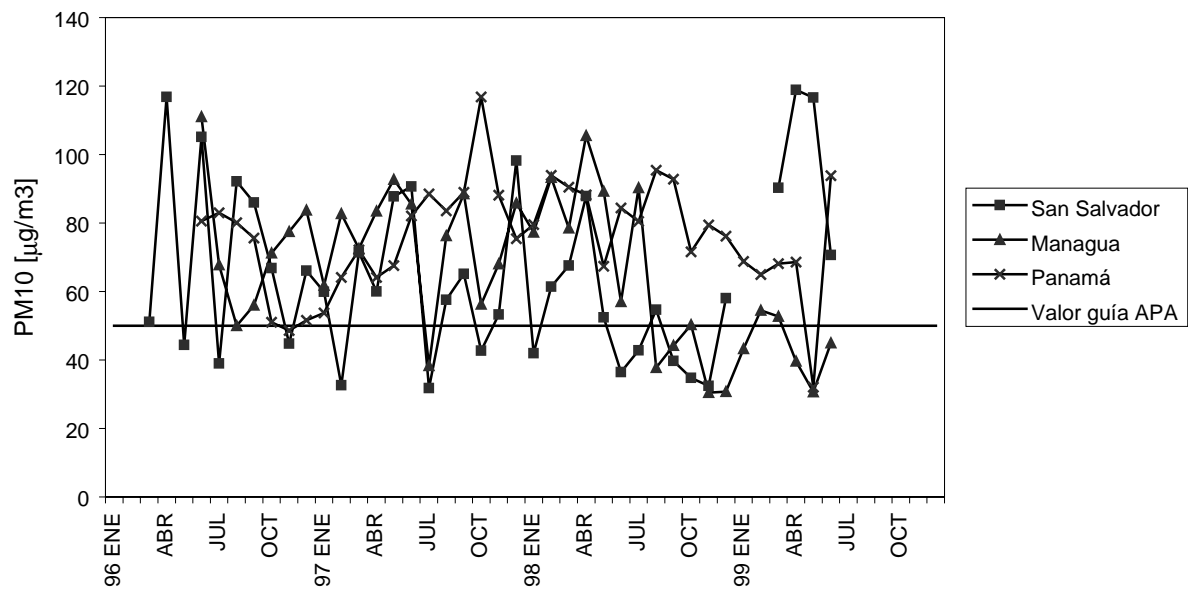
En la actualidad, algunas de estas instituciones contrapartes han logrado darle continuidad al monitoero del aire por sus propios medios, otras lo financian sólo parcialmente con sus recursos y otras son mantenidas en su totalidad con fondos de Swisscontact; sin embargo, se busca que a largo plazo sean las instituciones gubernamentales las que, habiendo tomado conciencia de la importancia de mantener esta red, le den financiamiento total.

De la multitud de contaminantes que flotan en el aire, se definieron los siguientes contaminantes a medir, por ser los más nocivos para la salud humana y por ser causados principalmente por la flota vehicular: el dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ), el ozono ( $\text{O}_3$ ), el monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), las partículas totales (PTS), las partículas menores a 10 micras ( $\text{PM}_{10}$ ) y el plomo ( $\text{Pb}$ ). Con el fin de garantizar la sostenibilidad del proyecto, se incorporaron métodos de bajo nivel tecnológico, como es la difusión pasiva para  $\text{NO}_2$  y  $\text{O}_3$  y la gravimetría para PTS Y  $\text{PM}_{10}$ .

Bajo estas condiciones marco, se ha desarrollado el monitoreo del aire en las capitales centroamericanas durante los últimos años, generando por un lado mucha experiencia científica en los laboratorios, por otro lado una base de datos que documenta la importancia del tema de la contaminación atmosférica en las áreas urbanas de Centro América. Como contaminantes principales se identificaron el dióxido de nitrógeno y las partículas, especialmente la fracción  $\text{PM}_{10}$ , que fácilmente ingresa al pulmón humano. Las gráficas 1 y 2 demuestran la contaminación por  $\text{NO}_2$  y  $\text{PM}_{10}$  respectivamente en tres capitales de la región, comparada con valores guías internacionales.



Gráfica 1: Concentraciones de NO<sub>2</sub> en el aire urbano de San Salvador, Managua y Panamá



Gráfica 2: Concentraciones de PM<sub>10</sub> en el aire urbano de San Salvador, Managua y Panamá

El comportamiento del dióxido de nitrógeno (véase gráfica 1), depende altamente de la situación meteorológica (inversiones térmicas), la cantidad de vehículos y el estado de la flota vehicular. San

Salvador está mal ventilada (situación topográfica de hueco), además dispone de la flota vehicular más grande de las tres ciudades comparadas – factores que demuestran la capital salvadoreña actualmente como la más contaminada por NO<sub>2</sub> en Centro América.

Las partículas menores a 10 micras (véase gráfica 2) se mantienen en las tres ciudades comparadas dentro del mismo rango de concentración - resultado de la persistencia de las PM<sub>10</sub> en el aire (casi no se lavan por las lluvias) y flotas de autobuses comparables (en cuanto a cantidad y calidad) en las tres ciudades.

En pocas palabras, se pueden ver dos cosas:

- a) La concentración tanto del dióxido de nitrógeno como de las partículas menores a 10 micras depende altamente de la cantidad y sobre todo de la calidad de las denominadas “fuentes móviles”.
- b) La contaminación tanto por NO<sub>2</sub> como por PM<sub>10</sub> supera en la mayoría de los meses los valores guías recomendados por entidades internacionales como la Organización Mundial para la Salud (OMS) y la Agencia de Polución Ambiental (APA) de los Estados Unidos.

## 5. CONCLUSIONES

Es importante recalcar que los resultados arrojados por la red de monitoreo de la calidad del aire deben ser evaluados tomando en cuenta un factor muy importante a saber: las tasas de incremento de la flota vehicular.

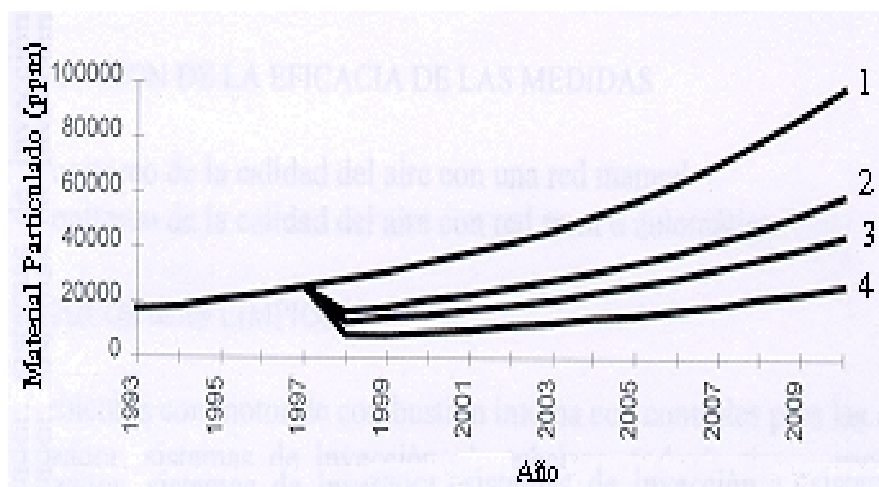
Como ya se dijo antes y según el Banco Mundial, dichas tasas oscilan entre el 5 y el 10% anual para Latinoamérica, pero en el caso de Centro América, estas estimaciones son modestas, pues en esta región los incrementos anuales oscilan entre el 10 y el 20%! Por ejemplo en El Salvador, de acuerdo a los datos oficiales del gobierno (Informe de la Presidencia de la República de Junio/98), entre 1989 y 1996, la flota vehicular siempre aumentó en proporciones superiores al 10% con respecto al año anterior, ¡llegando a tenerse cifras de hasta el 41% en 1989 y 22% en 1994!

Lo relevante de todos estos datos es que el deterioro de la calidad del aire siempre irá en aumento mientras aumente el tamaño de la flota de vehículos automotores, ¡aún cuando se tomen medidas como los programas I/M!. Puede surgir entonces la pregunta de ¿por qué molestarse en

tomar este tipo de medidas si de todas maneras la cantidad de contaminantes atmosféricos siempre irá en aumento? La respuesta es simple: la contaminación del medio ambiente en general es inevitable e inherente al desarrollo económico y social de los países, pero es responsabilidad de los gobiernos y de la sociedad en general, de mantenerla en un nivel mínimo que permita que ese desarrollo económico y social sea sostenible a largo plazo.

Basándose en datos obtenidos por la red de monitoreo en Centro América durante estos años, y en la experiencia de otros países aplicando distintas medidas para disminuir las emisiones vehiculares, Swisscontact ha realizado extrapolaciones sobre como serán los niveles de contaminantes en la región centroamericana si no se aplica ninguna medida correctiva, y como se comportarían dichos niveles si se implementan diferentes acciones.

Un ejemplo de esta extrapolación se observa en la gráfica 3 con el material particulado, en donde la **curva 1** representa la proyección de emisiones de partículas que se tendría de no aplicar ninguna medida para el control de emisiones vehiculares. La **curva 2** indica la misma proyección, pero si se implementa un programa I/M obligatorio para todos los vehículos. La **curva 3** es la misma proyección pero empleando solamente trampas de hollín en los vehículos diesel o motores de la nueva generación (EPA 92 o EURO II). La **curva 4** finalmente, representa la misma proyección pero empleando una combinación de trampas de hollín obligatorias en los vehículos diesel y un programa I/M obligatorio para toda la flota.



Gráfica 3: Proyección de emisiones de partículas en Centro América

Puede concluirse entonces que aunque los datos sobre la calidad del aire en Centro América lleguen a reflejar en un momento dado, un aumento en los niveles de contaminación a pesar de las medidas tomadas, no implica que dichas medidas no estén teniendo efecto, sino que debido al aumento del número de autos en circulación, los niveles de emisiones vehiculares se mantienen en aumento a pesar de las medidas implementadas.

El primer paso adelante está indicado: la implementación de programas I/M obligatorios para todos los vehículos en la región centroamericana. Sin embargo, eso no va a ser la solución final. Más de aya, el mejoramiento de la calidad del aire urbano seguirá siendo un reto principal para el futuro.

Benjamin Lang  
*Encargado regional Monitoreo del Aire*  
proecobl@sal.gbm.net

Rosendo Majano T.  
*Asistente técnico Programa Aire Puro*  
aire.puro.rmt@navegante.com.sv

#### SWISSCONTACT

*Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico*  
89 Avenida Norte #350  
Colonia Escalón, San Salvador, El Salvador  
Tel. +(503) 264 - 3662  
Fax +(503) 263 - 2872