



**CONTROL DE LA  
CONTAMINACION  
DEL AIRE**

**JOSE TOLEDO ORDOÑEZ**

**CONTROL DE LA  
CONTAMINACIÓN DEL AIRE**

**Por José Toledo Ordóñez**

**Guatemala, 1996**

## Contenido

<b>CAPITULO I: ANTECEDENTES</b> .....	<b>5</b>
<b>CAPITULO II</b> .....	<b>6</b>
<b>COMBUSTIBLES</b> .....	<b>6</b>
<b>Combustibles</b> .....	<b>6</b>
<b>Octanaje</b> .....	<b>6</b>
<b>Gasolina sin plomo</b> .....	<b>8</b>
<b>Calidad de la gasolina</b> .....	<b>9</b>
<b>Opciones para sustituir el plomo en la gasolina</b> .....	<b>10</b>
<b>Uso de aditivos</b> .....	<b>11</b>
<b>CAPITULO III: CONTAMINANTES Y SUS EFECTOS</b> .....	<b>12</b>
<b>La atmósfera (2)</b> .....	<b>12</b>
<b>La combustión</b> .....	<b>12</b>
<b>Contaminantes producidos por los vehículos automotores y sus efectos en la salud (3)</b> .....	<b>13</b>
<b>El diesel</b> .....	<b>16</b>
<b>Contaminación de motores diesel vrs. motores de gasolina</b> .....	<b>18</b>
<b>Origen de los contaminantes</b> .....	<b>19</b>
<b>Efectos de los contaminantes a nivel de ecosistema (7)</b> .....	<b>20</b>
<b>CAPITULO IV: CONTROLES DE EMISIONES</b> .....	<b>22</b>
<b>Patrones de emisión (8)</b> .....	<b>22</b>
<b>Mecanismos de control (9)</b> .....	<b>22</b>
<b>Motores alternos (10)</b> .....	<b>25</b>
<b>Combustibles alternos (11)</b> .....	<b>26</b>
<b>Gasolina reformulada</b> .....	<b>28</b>
<b>CAPITULO V: LA GASOLINA SIN PLOMO ES UN BUEN NEGOCIO</b> .....	<b>30</b>
<b>Clasificación de vehículos</b> .....	<b>30</b>

Uso de gasolina con plomo en un motor diseñado para gasolina sin plomo.....	31
Beneficios de usar gasolina sin plomo en cualquier motor .....	32
Precio de la gasolina sin plomo .....	32
Cálculo económico de los beneficios de cambiar a gasolina sin plomo.	33
<b>CAPITULO VI: PROGRAMA DE CONTROL DE EMISIONES DE GASES .....</b>	<b>38</b>
Mediciones de la calidad del aire (12).....	38
Pasos de un programa de emisiones de gases.....	40
Tipo de vehículos que se deben controlar .....	42
Opciones para introducir la gasolina sin plomo .....	44
Lineamientos para legislar .....	45
Propuesta de ley y reglamento para el control de emisiones de gases ..	49
Inspecciones selectivas.....	68
El control de la corrupción (14).....	69
Equipos para medición de contaminantes (15) .....	71
Leyes que causan contaminación.....	76
Los problemas de los fabricantes.....	77
El transporte público (16) .....	80
<b>CAPITULO VII: CAMBIOS MECANICOS AL INTRODUCIR LA GASOLINA SIN PLOMO .....</b>	<b>82</b>
<b>CAPITULO VIII: ATAQUES A LA GASOLINA SIN PLOMO .....</b>	<b>84</b>
El argumento de los asientos de las válvulas.....	85
El argumento del ozono.....	87
<b>CAPITULO IX: EL CASO DE GUATEMALA .....</b>	<b>89</b>
Antecedentes en Guatemala .....	89
Situación en Centroamérica.....	93
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>96</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>100</b>

## **CAPITULO I: ANTECEDENTES**

En 1952 A.J. Haagen de la Universidad de California señaló que el “smog” es una reacción fotoquímica producto de la acción de los rayos solares sobre los gases de escape de los automóviles. Fue así como en 1960 se establecieron regulaciones para el control de emisiones de hidrocarburos no quemados y monóxido de carbono producto de los gases de escape en California. Este fue el primer antecedente de legislación en materia de emisiones de gases.

Motivado por la celebración del primer Día de la Tierra en 1970 el gobierno de los Estados Unidos aprobó la Ley del Aire Limpio (Clean Air Act) y al mismo tiempo creó Agencia la para la Protección del Medio Ambiente (EPA - Environmental Protection Agency). Esta tiene amplias facultades para establecer los límites máximos permisibles de emisiones de gases de los vehículos.

En 1971 se introdujo la gasolina sin plomo en los Estados Unidos con un doble propósito: primero, eliminar el plomo, que es un contaminante altamente tóxico; segundo, permitir el uso de catalizadores, que es la única forma que se conoce hoy en día de controlar al mismo tiempo las emisiones de hidrocarburos no quemados (HC), monóxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógeno (NOx). Los catalizadores y demás controles de emisiones de gases se hicieron obligatorios en este país en 1975.

Japón y Canadá se unieron desde un principio a los Estados Unidos en la lucha contra la contaminación ambiental. La Comunidad Europea no lo hizo sino hasta el año 1992. En Centroamérica podemos encontrar importantes antecedentes de acciones que han logrado mejores resultados que muchos países industrializados, principalmente en el control del plomo.

## **CAPITULO II**

### **COMBUSTIBLES**

#### **Combustibles**

El petróleo en su estado natural es un líquido espeso y negrozco formado en cavidades subterráneas a lo largo de millones de años por los restos de plantas y animales sujetos a grandes presiones por las capas de la tierra.

Un hidrocarburo es un compuesto orgánico cuya estructura química está formada de carbono e hidrógeno. El petróleo es básicamente una mezcla de diferentes hidrocarburos. De allí se sacan los combustibles.

Los combustibles automotores convencionales pueden ser básicamente clasificados en gasolina y diesel. Entre los llamados combustibles alternos, los más comunes son el gas natural comprimido, el gas propano y el metanol.

#### **Octanaje**

El octanaje es una característica de la gasolina que define su habilidad para resistir la detonación del motor. La detonación es lo que normalmente se conoce como “cascabeleo” de las válvulas y se oye al presionar el acelerador de golpe a baja velocidad. Es importante controlar la detonación porque puede causar daños severos en los pistones, anillos y válvulas del motor. Un motor en estas condiciones produce altas emisiones de gases contaminantes.

El índice de antidetonancia es la medida de octanaje y se obtiene en laboratorio usando un motor específico para esta prueba. Existen tres formas de medirlo. Con el método RON (Research Octane Number), se mide el octanaje simulando condiciones de manejo en ciudad. Con el método MON (Motor Octane Number) se mide el octanaje simulando condiciones de manejo en carretera. Finalmente, tenemos el método Promedio que combina las dos medidas anteriores  $(RON + MON / 2)$ .

En el mercado la gasolina se comercializa de acuerdo al octanaje. Hay que tener cuidado con las medidas. Muchos centroamericanos viajan a Estados Unidos y se sorprenden al encontrar que la gasolina que allí se vende es de bajo octanaje. Luego regresan a su país, usan gasolina de bajo octanaje y dañan el motor de su vehículo. Lo que sucede es que en Centroamérica se usa el método RON y en los Estados Unidos el método Promedio. Veamos unas equivalencias aproximadas en la siguiente tabla. En los Estados Unidos se venden tres tipos de gasolina, bajo los octanajes indicados en la columna "RON + MON / 2". En la columna RON colocamos el equivalente en la medida que usamos en Centroamérica.

Grado	RON + MON / 2 (EUA)	RON (C.A.)
Regular	87	92
Intermedia	89	94
Superior	92	97

En Centroamérica usamos los siguientes octanajes:

Grado	RON
Regular	87
Superior	95

Como podemos ver, la gasolina de más bajo octanaje que se vende en los Estados Unidos es de 87 RON + MON / 2 (92 RON). La gasolina superior que se vende en Centroamérica (95 RON) es casi igual a la gasolina intermedia (89 RON+ MON / 2) que se vende en los Estados Unidos.

Un motor de alta compresión es más eficiente y requiere de gasolina de alto octanaje para funcionar correctamente. Cuando se comenzó a eliminar el plomo de la gasolina en los Estados Unidos en el año 1971, las compañías petroleras no respondieron con prontitud para sustituir al plomo y bajaron el octanaje de la gasolina. Los fabricantes de vehículos tuvieron que fabricar motores de baja compresión a partir del año 1975 hasta que la nueva tecnología les permitió nuevamente subir la compresión y al mismo tiempo cumplir con los requerimientos de control de emisiones de gases. A esto se

debió que en ese país hubo una generación de vehículos poco potentes y poco económicos. (1)

Para usar un vehículo a nivel del mar se requiere gasolina de mayor octanaje y para usarlo en montaña, de menor octanaje. Como una regla de dedo, por cada 500 metros de altura se puede bajar un octano.

La gasolina regular (87 octanos RON ) que se vende en Centroamérica es de muy bajo octanaje. Al usarla a 1,500 metros sobre el nivel del mar equivale a gasolina de 90 octanos lo cual es suficiente para motores de baja compresión. Pero al usarla a nivel del mar puede haber daños por detonación en estos motores.

### **Gasolina sin plomo**

Desde 1920 se añaden compuestos de tetraetilo y tetrametilo de plomo a la gasolina. Esta es una forma sencilla y económica de mejorar el octanaje. El plomo, además de ser un antidetonante tiene la característica de formar una capa que sirve de “colchón” y lubrica en forma directa los asientos de las válvulas de los motores de cuatro tiempos.

Cuando en 1971 se introdujo la gasolina sin plomo la mayoría de fabricantes endureció el material de las válvulas y asientos de manera que no necesitan la lubricación directa del plomo. En teoría, si un vehículo fabricado para el uso de gasolina con plomo es usado con gasolina sin plomo puede sufrir daño en los asientos de las válvulas. Es por esto que en los países industrializados aún se vende la gasolina con plomo al lado de la gasolina sin plomo.

Sin embargo, esto ocurre solamente en situaciones extremas tales como mucha velocidad o mucha carga durante mucho tiempo. Esto implica llevar el acelerador abierto durante varias horas. Estas condiciones de manejo solamente se dan en uso de lanchas, aviones o vehículos que circulan en autopistas. En Europa es común manejar varias horas de una ciudad a otra a velocidades superiores a 150 kms. por hora. Demostrar que estas condiciones no se dan en Guatemala fue lo que nos permitió eliminar por completo el plomo de la gasolina.



Veamos por qué es esto posible. Los pistones del motor funcionan como una gran aspiradora. La aleta del carburador regula la entrada de aire a esta aspiradora. Cada vez que se cierra la aleta, atrás de ella se forma vacío. En recorridos cortos el acelerador se cierra y se abre continuamente. Cada vez que se cierra, el vacío provocado succiona aceite hacia la cámara de combustión por las válvulas y por los anillos de los pistones. A esto se debe que cierto consumo de aceite en un motor sea normal. Esta succión constante de aceite hace innecesaria la lubricación del plomo.

Gasolina sin plomo es aquella a la cual no se le ha añadido plomo intencionalmente y tiene un nivel máximo permisible por contaminación de los sistemas de distribución de 0.013 gramos por litro, que equivale a 0.5 gramos por galón. La gasolina con plomo tiene hasta 3 gramos por litro. La superior tiene más plomo que la regular.

### **Calidad de la gasolina**

La calidad se define como un conjunto de cualidades de una cosa. Cuando en un país se comercializa gasolina con plomo es porque así se pide o así se especifica. Lo que hacemos al especificar un producto es determinar sus características. Bajo el punto de vista técnico la gasolina con plomo puede ser de buena calidad una vez cumpla con las especificaciones exigidas. Bajo el punto de vista ambiental no lo es.

Es importante que se tengan claras las especificaciones. Las compañías petroleras deben indicar el octanaje, la cantidad de olefinas y aromáticos así como el contenido de plomo y otras impurezas.

Los distribuidores tienen que tener cuidado con la contaminación. Si se usan los mismos tanques para entregar gasolina con plomo, gasolina sin plomo y diesel los resultados pueden ser impredecibles. En países en que el diesel es más barato personas inescrupulosas lo mezclan con la gasolina. En este caso el combustible no se quema totalmente, lo que provoca pérdida de fuerza y un dramático aumento en las emisiones de monóxido de carbono (CO) y principalmente de hidrocarburos (HC).

## Opciones para sustituir el plomo en la gasolina

Para sustituir el plomo como agente lubricante para uso en condiciones severas existen aditivos que minimizan los posibles daños, aunque ninguno es tan bueno como el plomo. Las lanchas y los aviones sí se usan en condiciones severas. Sin embargo, la mayoría de lanchas de trabajo usan motores de dos tiempos que no tienen válvulas. Las lanchas de recreo tienen motores de cuatro tiempos generalmente fabricados para uso de gasolina sin plomo. Por lo tanto no necesitan usar aditivo. En el caso de los aviones, todavía existe un buen número que usan motores viejos de cuatro tiempos que sí necesitan plomo como lubricante. Para este propósito basta con añadir 0.1 gramos de plomo por galón en la formulación de la gasolina de avión.

Para sustituir el plomo como antidetonante es necesario producir gasolina que por otros medios cumpla con el octanaje requerido. Esto se puede lograr prolongando el proceso de refinación, usando aditivos o bien usando una combinación de ambos. Para producir gasolina regular sin plomo usualmente basta con prolongar el proceso de refinación. Para producir gasolina superior se hace necesario el uso de aditivos.

Las refinerías antiguas tienen problemas para producir gasolina sin plomo. Muchas lo que hacen es importar gasolina de alto octanaje para mezclarla con la propia producción.

Además del plomo existen otros agentes antidetonantes que deben ser usados con mucho cuidado. Los que tienen base metálica son tóxicos. Los más aceptables son los oxigenados. Se le llama así a ciertos alcoholes y éteres que contienen carbono, hidrógeno y generalmente un átomo de oxígeno. Estos tienen un número de octano alto y por consiguiente buenas características antidetonantes.

Los alcoholes comprenden el metanol, que se obtiene de gas natural o de carbón; el etanol, que se obtiene de la fermentación de biomasa; y los alcoholes sintéticos superiores. Por lo general los alcoholes se usan solamente como aditivo. Los fabricantes recomiendan no usar más de 10% de etanol y no más de 5% de metanol en la gasolina (para mayor explicación ver la parte “Combustibles alternos” en el capítulo “Controles de emisiones”).

Entre los éteres el más conocido es el MTBE o Metil Terciario Butil Eter. Este es el sustituto de plomo más recomendable. Se puede usar en

concentraciones hasta de 20% sin dar problemas mecánicos y no es tóxico al quemarlo sin catalizador.

### **Uso de aditivos**

El uso de aditivos en general para la gasolina y el aceite es innecesario, ya que los fabricantes los añaden en su formulación. Opino que son aditivos de dinero solamente.

En el caso del aceite, es probable que un tercio de la lata esté compuesto por aditivos y el resto por aceite base. El aceite base que usan los fabricantes es prácticamente igual para todos. La diferencia está en los aditivos que cada uno le añade. El aceite base no pierde sus características no importando cuántas veces se use. El aceite se cambia porque se contamina y porque los aditivos se degradan. De manera que el aceite reciclado sí necesita los aditivos que se venden en el mercado. Este es el único caso en que se justifican. Sin embargo, su uso no es recomendable. Los aditivos no serán necesariamente los especificados y el aceite tendrá un grado indefinido. Esto último se debe a que en los recipientes que generalmente se usan para almacenar aceite usado se mezcla aceite de diferentes grados el cual está diseñado para diferentes condiciones de funcionamiento del motor.

Otros aditivos de aceite están diseñados para detener el deterioro o “rejuvenecer” un motor gastado. El principio es que un motor deteriorado a este punto no debería estar funcionando, porque consume más combustible, consume aceite y es altamente contaminante.

En el caso de la gasolina, en su formulación se le añaden los aditivos necesarios para evitar el envejecimiento y degradación, la corrosión, la formación de depósitos, etc. y no es necesario ponerle aditivos adicionales.

Es posible que al introducir la gasolina sin plomo en un país, algunos comerciantes ofrezcan aditivos para sustituir al plomo como lubricante y proteger los asientos de las válvulas de los carros antiguos. Esto solamente es recomendable para vehículos anteriores a 1971 usados en condiciones extremas. Esto es, mucha velocidad o mucha carga durante mucho tiempo. Estas condiciones solamente se dan en autopistas por lo que el uso de estos aditivos es innecesario en las condiciones de manejo de Centroamérica (ver el

argumento de los asientos de las válvulas en el Capítulo VIII). Algunos de estos aditivos contienen metales y pueden ser tóxicos. Es recomendable leer siempre la etiqueta para ver el contenido.

Resumiendo, los aditivos tanto para la gasolina como para el aceite son un gasto innecesario y en algunos casos pueden ser dañinos a la salud.

### **CAPITULO III: CONTAMINANTES Y SUS EFECTOS**

#### **La atmósfera (2)**

La atmósfera de la tierra, a la cual comúnmente llamamos aire, está formada principalmente por dos gases: oxígeno, que ocupa el 21% del volumen y nitrógeno, que ocupa 78%. Del 1% restante, 0.95% está formado por pequeñas cantidades de gases nobles y el 0.5% restante está compuesto por contaminantes, la mayoría depositados a baja altura.

Las emisiones de gases, vapores y partículas causadas por el ser humano aumentan cada día. Pero el volumen y flujo de aire permanece igual, lo cual hace difícil que los contaminantes se diluyan.

#### **La combustión**

El oxígeno es un gas incoloro, inodoro e insípido. Es la única sustancia que hace posible la combustión y la respiración. La combustión es una rápida combinación de oxígeno con otras sustancias, principalmente carbón, con la consecuente liberación de energía. La combustión perfecta de un combustible de hidrocarburo puro produce solamente agua y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). El problema es que los combustibles casi nunca se queman por completo y es de allí de donde provienen la mayoría de contaminantes del aire.

## **Contaminantes producidos por los vehículos automotores y sus efectos en la salud (3)**

Podemos definir la contaminación del aire como la presencia en la atmósfera de una o más sustancias que han sido incorporadas directa o indirectamente por el hombre o por fuentes naturales en cantidades suficientes que puedan afectar adversamente a los animales, a la vegetación, a los materiales y al hombre mismo.

Existen dos categorías. Los contaminantes primarios son emitidos directamente al aire. Los contaminantes secundarios son sustancias que se forman por la reacción en el ambiente de los contaminantes primarios. Generalmente estas reacciones requieren energía solar y son llamadas fotoquímicas. El mejor ejemplo es el ozono. Veamos cuáles son los principales contaminantes producidos por los vehículos automotores y sus efectos en la salud:

### 1. Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

El dióxido de carbono es producto de la combustión perfecta de un combustible de hidrocarburo. Es uno de los componentes de los gases del escape de los automóviles. No es venenoso; se deposita en el suelo y desplaza al aire; imposibilita la respiración y apaga la llama. También es producido al respirar.

### 2. Monóxido de carbono (CO)

Entre los productos de la combustión incompleta tenemos el monóxido de carbono, que es muy peligroso en áreas mal ventiladas. Es incoloro, inodoro y no es irritante, lo cual lo hace doblemente peligroso. Reduce la capacidad de la sangre de transportar oxígeno. En niveles bajos produce dolor de cabeza. En concentraciones mayores produce náusea, fatiga, deterioro del juicio, desmayos y colapsos. Una exposición severa puede tener secuelas tales como desórdenes neuropsiquiátricos.

### 3. Hidrocarburos no quemados (HC)

Los hidrocarburos son producto de la combustión incompleta de combustibles. Están constituidos por diferentes combinaciones de hidrógeno y carbono. Los hidrocarburos activos, tales como las olefinas y los aromáticos, reaccionan con la luz del sol y producen ozono, el cual da lugar a la formación de “smog”.

Los hidrocarburos no quemados son la causa del mal olor de los gases de escape. Irritan los revestimientos de los órganos respiratorios y fomentan el cáncer.

Existen motores que usan gas metano como combustible. Una alta proporción de las emisiones de hidrocarburos que emiten consiste en metano sin quemar. Este gas tiene muy baja reactividad, por lo que casi no contribuye a la formación de “smog”. Es por esto que en algunas mediciones se descuenta la parte de metano del total de hidrocarburos medidos; de esta forma tenemos hidrocarburos totales e hidrocarburos no metanos. En inglés se identifican con las siglas THC y NMHC respectivamente.

### 4. Oxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>)

Los óxidos de nitrógeno u óxidos azoicos son productos secundarios de la combustión. El aire que provee el oxígeno necesario para la combustión también provee nitrógeno. Una pequeña cantidad del nitrógeno reacciona con el oxígeno en la cámara de combustión para formar diferentes óxidos de nitrógeno, tales como NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, etc. Por conveniencia se les llama NO<sub>x</sub>. Mientras más alta es la temperatura de combustión la formación de NO<sub>x</sub> es mayor. Los óxidos de nitrógeno irritan los ojos, la nariz y la garganta; causan tos, dolores de cabeza y dañan los pulmones. Contribuyen a formar el “smog” fotoquímico.

### 5. “Smog” fotoquímico (oxidantes)

Los hidrocarburos no quemados y especialmente los óxidos de nitrógeno concentrados en la atmósfera chocan con los rayos del sol dando lugar a que ocurra una reacción fotoquímica que produce compuestos llamados oxidantes. Entre ellos está el ozono (O<sub>3</sub>); se manifiesta en forma de niebla espesa

parecida al humo y se observa desde los puntos altos de las grandes urbes. El fenómeno es conocido como “smog” fotoquímico. Obstruye la visión, irrita los ojos y el sistema respiratorio; es causa de cáncer; su inhalación en grados severos puede producir edema pulmonar.

#### 6. Acido sulfuroso ( $H_2SO_3$ )

El azufre también forma parte de los carburantes como componente del petróleo. Al quemarlo en el motor se produce un gas incoloro de olor picante llamado dióxido de azufre ( $SO_2$ ), que se disuelve en agua y produce ácido sulfuroso ( $H_2SO_3$ ). Provoca corrosión y lluvia ácida, la cual puede dañar objetos expuestos al ambiente, tales como monumentos y vehículos. Es causa de inflamación en la garganta e irritación de las membranas del sistema respiratorio.

#### 7. Plomo (Pb)

El plomo (Pb) proviene de los aditivos de tetraetilo y tetrametilo de plomo que se añaden a la gasolina como antidetonantes. Al ser quemados en el escape producen óxidos y haluros de plomo.

El plomo es un contaminante altamente tóxico para el ser humano. Es acumulativo en el cuerpo lo cual lo hace muy peligroso aún ingerido o inhalado en pequeñas cantidades. Tiene capacidad de atravesar la placenta. Afecta prácticamente todos los órganos del cuerpo humano. Los niños son los más afectados, ya que su cerebro y su sistema nervioso se encuentran en desarrollo. Aún en bajos niveles puede causar desórdenes en el comportamiento tales como irritabilidad, intranquilidad y agresividad, principalmente en los niños. Puede reducir el nivel de cociente intelectual, afectar la memoria, las reacciones y la habilidad para concentrarse.

Los síntomas de intoxicación incluyen dolores abdominales, debilidad muscular y fatiga. Exposiciones severas pueden causar encefalitis, desórdenes en el sistema nervioso, anemia, presión sanguínea alta e inclusive la muerte. La intoxicación severa también ha sido asociada con esterilidad, abortos y muertes neonatales.

Sin embargo, los argumentos más fuertes para eliminar el plomo de la gasolina provienen del hecho de que inhibe por completo la acción de los catalizadores, que hoy en día son la única forma de controlar al mismo tiempo el resto de los contaminantes de la gasolina.

## 8. Dioxine y furane

El plomo tiende a formar depósitos. La gasolina con plomo contiene un aditivo limpiador llamado “scavenger” que tiene por objeto eliminar estos depósitos. En el proceso de la combustión este aditivo produce dioxine y furane; estos compuestos son altamente tóxicos y producen cáncer.

## 9. Partículas

Están formadas principalmente por el hollín o humo negro. Se les llama material particulado suspendido, porque flotan en el aire. En inglés se les identifica con las siglas TSP. Las partículas pequeñas con un diámetro menor de 10 micrones son llamadas PM10.

Las partículas pueden causar bronquitis, afectar la respiración y aumentar la susceptibilidad al asma ya al resfriado común. Son más dañinas para la salud cuando se combinan en la atmósfera con anhídrido sulfuroso.

Resumiendo, los principales contaminantes de la gasolina son hidrocarburos no quemados (HC), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx) y plomo (Pb). A diferencia de la gasolina el diesel no tiene plomo pero a cambio produce partículas. Los principales contaminantes del diesel son HC, CO, NOx y hollín.

## **El diesel**

Los motores diesel producen menos hidrocarburos (HC) y monóxido de carbono (CO) que los motores de gasolina. Esto se debe a que para funcionar utilizan una mezcla de combustible más pobre. Sin embargo, en estos motores los óxidos de nitrógeno (NOx) son más difíciles de controlar.(4)



El desarrollo de dispositivos para controlar las emisiones de los motores diesel siempre ha sido difícil. Para controlar los NOx se utiliza una válvula de recirculación de gases que tiene el inconveniente que produce humo negro. Se ha ensayado con trampas de hollín en el tubo de escape pero se obstruyen demasiado rápido. El uso de catalizadores se ha hecho difícil porque el humo los tapa. No fue sino hasta hace pocos años que se desarrollaron sistemas de inyección electrónica de diesel que permiten el uso de catalizadores, pero su uso aún no se ha difundido.

Los problemas de calidad del diesel generalmente son presencia de agua, alto contenido de azufre y bajo cetanaje. El cetanaje del diesel equivale al octanaje de la gasolina.

La contaminación de agua en el diesel puede ser controlada instalando una trampa que la atrapa antes de que llegue a la bomba de inyección, en donde luego se saca del sistema por medio de un drenaje.

En la actualidad se está difundiendo el uso de diesel con bajo contenido de azufre, el cual produce menos emisiones de hollín. Se aconseja usar diesel con un contenido máximo de 0.2% de azufre.<sup>(5)</sup>

El diesel con un número de cetano pobre es causa de encendido pobre y de producción de humo negro. Para motores pequeños en general se recomienda un número de cetano 45 o mayor, aunque lo mejor es consultar la recomendación del fabricante.

Otro factor que contribuye aunque en forma indirecta a las emisiones de partículas en motores diesel es la selección del lubricante. Para contrarrestar el efecto del contenido de azufre se hace un tratamiento químico al aceite con básicos el cual se especifica como Total Base Number (TBN). Como regla de dedo el número de TBN debe ser 20 veces más que el contenido de azufre. Por ejemplo, si el contenido de azufre es 0.5% multiplicamos esta cifra por 20 y el resultado es 10. En otras palabras, para diesel con 0.5% de azufre debemos usar aceite con 10 TBN. El uso de aceite con TBN excesivo propicia la formación de depósitos de ceniza sulfatada que hacen que se peguen los anillos del motor. Esto causa consumo de aceite y por supuesto mayores emisiones.

El número de ceniza (ash content) del aceite también debe ser considerado. Este último no debe ser mayor de 0.10 o bien lo que especifique el fabricante. Mientras menor sea este número es mejor para el motor.

Algunos países han hecho leyes que obligan a los autobuses urbanos diesel a poner una extensión al tubo de escape para que el humo salga a nivel del techo. Con esta medida no se está logrando nada positivo ya que el volumen y la calidad de las emisiones sigue siendo la misma. Pero sí puede causar un problema. Cada tubo de escape específico está diseñado para un motor específico. Al alargar el escape más allá de lo especificado se forma una presión reversa que eventualmente daña las válvulas del motor, provocando pérdida de fuerza y aumento de las emisiones.

Mientras se difunden los nuevos sistemas de control de emisiones de diesel, debemos buscar soluciones locales efectivas que nos ayuden a reducir las emisiones. Hemos identificado tres áreas en las cuales creemos que con un poco de buena voluntad se pueden lograr buenos resultados:

- **Administración:** Los dueños de flotillas deben tener programas de mantenimiento, historiales de servicio para cada unidad y unidades de reserva para sustituir a aquéllas que envían al taller.
- **Mantenimiento:** Se recomienda limpiar constantemente el filtro de aire y cambiarlo cuando sea necesario. Si el mantenimiento normal no reduce las emisiones se deben revisar los inyectores y la bomba de inyección, así como verificar la compresión del motor para establecer si necesita una reparación completa.
- **Evitar las malas costumbres:** Muchas personas tienen la costumbre de enriquecer la mezcla de combustible moviendo el ajuste exterior de la bomba de inyección para lograr más potencia. Esto produce más consumo de combustible y más humo negro. También se debe evitar sobrecargar el vehículo. Manejar con el acelerador a fondo produce más humo negro.

### **Contaminación de motores diesel vrs. motores de gasolina**

Los motores diesel tienen más eficiencia energética que los de gasolina. Por potencia de máquina emiten menos contaminantes.

Comparando motores ajustados de tecnologías similares, el humo negro de los motores diesel es menos contaminante que el humo invisible de los motores de gasolina. Por ejemplo, un motor diesel ajustado con bomba mecánica de inyección de combustible contamina menos que un motor de gasolina ajustado con carburador y que no esté equipado con catalizador. Siguiendo en la misma línea, un motor diesel ajustado con bomba electrónica de inyección de combustible y con catalizador es más limpio que un motor de gasolina ajustado con inyección electrónica de combustible y con catalizador.

Sin embargo, esto no funciona así en los países en desarrollo. La falta de mantenimiento hace que los motores diesel del transporte público y transporte pesado rara vez funcionen ajustados. Esto hace que en la práctica el diesel cause los más serios problemas ambientales.

Cuando se hacen comparaciones de contaminantes es conveniente diferenciar entre calidad y cantidad. En Centroamérica, por ejemplo, el 80% de la flota está formada por vehículos con motor de gasolina. También el 80% de la flota es de uso particular. Es por esto que en un principio se le ha puesto tanta importancia al control de los motores de gasolina. Esto no significa que no se pueda comenzar paralelamente un programa para controlar las emisiones del diesel. El siguiente paso es controlar las industrias.

### **Origen de los contaminantes**

El 95% de los requerimientos de energía a nivel global es satisfecho por combustibles fósiles en la forma de carbón, petróleo y gas natural. Actualmente no se discute el hecho de que son el factor que más contribuye a la contaminación ambiental.

Se pueden identificar tres fuentes principales: las estacionarias (incineradores, uso doméstico, etc.) las instalaciones industriales y los medios de transporte. El tráfico de vehículos automotores contribuye al total de contaminantes producidos por el uso de combustibles fósiles en la siguiente forma:

40% de los óxidos de nitrógeno.

50% de los hidrocarburos no quemados.

90% del monóxido de carbono.

90% del plomo.

Estas no son más que aproximaciones. Si bien es difícil establecer en forma confiable cuál es la demanda y el uso de las fuentes primarias de energía, es aún más difícil efectuar un cálculo preciso de la cantidad y el origen de los contaminantes. Esto se debe a la diversidad de equipos usados, los diferentes grados de tecnología y los diferentes modos de operación. (6)

### **Efectos de los contaminantes a nivel de ecosistema (7)**

Conocer la magnitud de las emisiones es solamente una cara de la moneda. También debemos estar conscientes de los efectos que causan en el hombre y en la naturaleza. Los métodos usados para generar datos toxicológicos generalmente se refieren a pruebas en organismos individuales de una especie determinada. Poca atención se ha dado a la importancia que tiene la evaluación de los efectos químicos en un ecosistema.

La vegetación es la fuente principal de alimento para el hombre y los animales y juega un papel muy importante en transferir los químicos al sistema. La contaminación tiene efectos fisiológicos en el vigor de las plantas. El proceso de la fotosíntesis se desacelera. La vida de las hojas y las agujas de las coníferas puede ser acortada. La resistencia a los parásitos y otros agresores disminuye. Especies muy sensitivas pueden morir y la biomasa total puede ser reducida, con la consecuente reducción de la vegetación como purificadora del aire. El ozono especialmente puede afectar severamente a la vegetación. Reduce la productividad agrícola y puede llegar a destruir biotopos completos.

Los gases de escape de los motores de combustión interna también contribuyen a causar otros problemas. Las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) contribuyen a producir el llamado efecto invernadero, que consiste en un incremento gradual de la temperatura de la tierra. Los expertos aseguran que la acumulación de gases en la atmósfera impide la salida del calor reflejado en la corteza de la tierra lo cual aumenta la temperatura, al igual que ocurre con el techo de un invernadero. A largo plazo, esto podría provocar problemas tales como el deshelamiento de los polos, inundaciones por

aumento en el nivel del mar, destrucción de bosques, desplazamiento de enfermedades parasitarias, etc.

El ozono a baja altura (en la tropósfera) es un contaminante. Pero la capa que forma en la estratósfera nos protege de los rayos ultravioleta de la luz del sol. Sin ella, tendríamos una mayor incidencia de cáncer en la piel. La capa de ozono es afectada por el uso de clorofluorocarbonos (CFC), los cuales se usan comercialmente en los refrigerantes, los aerosoles y los solventes. La emisión de óxidos de nitrógeno en la estratósfera también afecta la capa de ozono aunque en menor grado. Es causada por el escape de los aviones supersónicos que vuelan a gran altura, como el Concorde.

## **CAPITULO IV: CONTROLES DE EMISIONES**

### **Patrones de emisión (8)**

Los patrones de emisión de un vehículo de gasolina sin control de emisiones de gases son los siguientes:

El 100% de las emisiones de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y plomo son emitidas por el tubo de escape.

55% de los hidrocarburos proviene del tubo de escape; 25% proviene de los vapores que son empujados por los pistones al compartimiento del cigueñal; el 20% restante proviene de gasolina evaporada, tanto de la ventilación del tanque como de la ventilación de los carburadores.

Las estaciones de servicio también son causa de emisiones de hidrocarburos, sobre todo en el momento de despacho de gasolina.

### **Mecanismos de control (9)**

Existen numerosos mecanismos para el control de la emisiones de gases. Nos limitaremos a mencionar los más importantes, comenzando por los más sencillos.

#### **1. Ventilación del cárter:**

Este sistema fue diseñado para reducir las emisiones de hidrocarburos no quemados por el compartimiento del cigueñal. Los motores fueron provistos de tuberías y válvulas para permitir la salida de vapores del motor; en el sistema cerrado estos vapores son reingresados por el sistema de admisión y quemados en la cámara de combustión.

## 2. Válvula de recirculación de gases

Los óxidos de nitrógeno fueron disminuidos reduciendo la temperatura de combustión del motor al recircular parte de los gases de escape por el sistema de admisión.

## 3. Inyección de aire

Los productos de la combustión incompleta, principalmente los hidrocarburos no quemados y el monóxido de carbono, fueron rebajados inyectado aire en la salida del escape por medio de una bomba, con lo cual son oxidados hasta convertirlos en agua y dióxido de carbono.

## 4. El convertidor catalítico

El convertidor catalítico o catalizador es el más importante de los controles de emisiones de gases. Por eso se dice en forma genérica que un vehículo tiene catalizador aunque en realidad estos reactores son solamente una parte de un sistema completo de control de emisiones de gases. Por definición un catalizador es una sustancia que con su sola presencia acelera las reacciones químicas sin alterarse o destruirse a sí mismo. La reacción química que queremos acelerar es la oxidación o quema de la gasolina. Esto se logra haciendo pasar los gases encima de una capa de un metal noble, generalmente platino. La capa es tan delgada que apenas uno o dos gramos de platino se esparcen en una superficie tan grande como un estadio de fútbol. La superficie de soporte la proporciona un laberinto parecido a un panal de abejas instalado adentro de un reactor parecido al silenciador del tubo de escape. Precisamente va colocado en el tubo de escape antes del silenciador. Podemos decir que el catalizador es un “filtro” de gases de escape.

Para funcionar eficientemente un catalizador necesita temperaturas superiores a los 400 grados centígrados. Debido a esto no se aconseja manejar un vehículo equipado con uno de ellos sobre hierba seca; puede causar un incendio.

Los investigadores se toparon con el problema de que una mezcla pobre reduce el nivel de hidrocarburos no quemados y de monóxido de carbono pero al mismo tiempo eleva el nivel de óxidos de nitrógeno, debido a que produce temperaturas más altas de combustión. El convertidor catalítico de tres vías demostró ser la única forma de solucionar el problema.

A la primera generación de catalizadores se le llama de dos vías; solamente controlan dos gases: hidrocarburos no quemados (HC) y monóxido de carbono (CO). También se les llama catalizadores de oxidación porque terminan de quemar u oxidar aproximadamente 45% de los HC y CO, convirtiéndolos en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y agua (H<sub>2</sub>O).

A la segunda generación de catalizadores se le llama de tres vías. Controlan al mismo tiempo tres gases: oxidan los HC y el CO convirtiéndolos en CO<sub>2</sub> y agua; reducen los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) convirtiéndolos en nitrógeno (N<sub>2</sub>). Su efectividad es de 96%. También se les llama catalizadores de oxidación y de reducción.

Los catalizadores deben operar en un rango muy estrecho de relación aire/gasolina. Esto requiere de un sistema de combustible controlado por una computadora. El sistema recibe datos de un sensor de oxígeno instalado en la salida del escape del motor y ajusta el radio de combustible al nivel deseado.

El plomo en la gasolina deposita impurezas en la superficie del catalizador y lo cubre, desactivándolo por completo. Bastan solamente cuatro o cinco tanques de gasolina con plomo para inutilizar el catalizador. Los catalizadores, los controles de emisiones y la gasolina sin plomo van de la mano.

Las normas federales en los Estados Unidos obligan a los fabricantes a garantizar la duración de los catalizadores. Hasta el año 1995 se exigía que al llegar a 50,000 millas (80,000 kms) de recorrido de un vehículo su catalizador aún debía tener 80% de su capacidad purificadora. A partir de 1996 el límite fue subido a 100,000 millas (160,000 kms).

## 5. Los recipientes de carbón

Los tanques de gasolina deben estar ventilados para permitir que los vapores escapen; de otra forma se inflarían. Para evitar que los vapores escapen a la



atmósfera estos se envían a un recipiente de carbón activado (charcoal canister) que los absorbe. Cuando el motor arranca, los vapores escapan al sistema de combustible donde son quemados.

## 6. Motores de mezcla pobre

Dijimos antes que una mezcla rica no se quema totalmente y que una mezcla pobre aumenta las emisiones de NOx. Pero mezclas extremadamente pobres, con una relación aire combustible de 18 a 1, producen cada vez menos NOx. Actualmente se están desarrollando motores de mezcla pobre (lean burn), para aprovechar las pocas emisiones de NOx y la economía de combustible.

La contraparte es que la mezcla pobre reduce la potencia y el torque del motor. Por lo tanto, estos motores solamente pueden ser usados en automóviles relativamente livianos.

## **Motores alternos (10)**

Hoy en día se debate mucho acerca del cambio a otro tipo de motores como una solución a la contaminación del aire. Veamos cuáles son las propuestas más populares.

### 1. Turbinas de gas

Pueden usar un gran número de combustibles y son bien conocidas en el desarrollo de automóviles. Pero en los próximos años solamente serán económicamente factibles en vehículos pesados, en donde su alto costo inicial puede ser aceptado. La clave está en el desarrollo de materiales de cerámica.

### 2. Motores de vapor

El desarrollo de motores de vapor en masa está más retrasado. Problemas de tamaño, peso y poca potencia se suman a los de lubricación a altas temperaturas. Se requerirán varios años de trabajo en desarrollo antes de que puedan ser una alternativa seria.

### 3. Motores eléctricos

Los automóviles con motor eléctrico no parece que se vayan a poder producir a un costo aceptable, excepto aquéllos dedicados a tareas especiales en distancias cortas. Dos ejemplos son los carros de golf y los montacargas. El problema principal sigue siendo el tamaño, el costo y la duración de las baterías. Actualmente una batería cuesta entre US\$2,000 y \$2,500; dura solamente 30,000 millas; apenas sirve para recorrer un promedio de 40 millas en condiciones normales y 80 millas en condiciones ideales. Deshechar las baterías es también un problema ambiental. Por el otro lado, los vehículos eléctricos tienen un alto costo: entre US\$10,000 y \$25,000 adicionales. Finalmente, en los Estados Unidos el 70% de energía eléctrica es generada con combustibles fósiles. O sea que con los vehículos eléctricos no estamos haciendo mucho, excepto centralizar las emisiones en parques térmicos probablemente más fáciles de controlar.

### 4. Motores solares

Los motores solares también tienen que usar baterías de almacenamiento para los días nublados y hasta ahora la potencia que desarrollan es demasiado limitada.

## **Combustibles alternos (11)**

Los combustibles alternos son un tema de moda como posible solución a la contaminación ambiental. Mientras más se investiga sobre ellos es más evidente la cantidad de cosas que desconocemos de los mismos. Su bajo precio es uno de los factores más importantes a su favor, pero se deben considerar otros.

Los más comunes son el gas natural (CNG - Compressed Natural Gas), el gas propano (LPG - Liquefied Petroleum Gas) y el metanol. El gas natural se encuentra en esta forma adentro de la tierra. Se le llama también metano porque éste es su componente principal. Además de servir en forma directa como combustible es fuente de la mayor parte del propano y materia prima

para elaborar metanol. La mayor parte del propano es un subproducto del gas natural aunque también puede obtenerse del petróleo. El metanol se fabrica a partir del gas natural.

Los motores de gasolina tanto carburados como inyectados pueden ser convertidos para usar gas. El propano es el más popular para uso automotriz. Generalmente se usa una conversión que permite usar los dos combustibles alternamente.

En el caso de los motores diesel convertidos para operar con gas se utilizan los dos combustibles simultáneamente.

Veamos ahora las ventajas y desventajas de los combustibles alternos.

Ventajas:

- Su precio es menor.
- Tienen mayor octanaje.
- Son menos contaminantes que la gasolina.

Desventajas:

- Debido a que parte del flujo de aire que se induce en el motor es reemplazado por gas, la potencia del motor se reduce entre 15% y 20%.
- Se requiere modificar los motores para aprovechar el octanaje adicional. La relación de compresión debe subir de 9:1 ó 10:1 a 12:1 ó 14:1. De esta forma la pérdida de potencia se puede reducir a 5% ó 10%.
- Tienen problemas de seguridad.
- Comparandolos con la gasolina, se necesita de más galones para recorrer la misma distancia.
- Requieren de depósitos grandes y pesados.
- Su producción es limitada; en el caso del LPG, es un subproducto del refinado del petróleo.
- Su suministro es limitado. Generalmente se distribuyen en las afueras de las ciudades.
- Producen otros contaminantes. Por ejemplo, el metanol produce formaldehído, un cancerígeno potencial.

Los alcoholes y los éteres pertenecen a lo que se llama compuestos oxigenados. Los éteres se usan solamente como aditivos (ver la sección

“Opciones para sustituir al plomo en la gasolina” en el capítulo “Los combustibles”). Entre los alcoholes están el metanol (que ya mencionamos) y el metanol. Este último se obtiene de la fermentación de biomasa. En Brasil se fabrican motores para el uso exclusivo de metanol. Pero por lo general los alcoholes se usan como aditivos que mezclados con la gasolina actúan como mejoradores de octanaje.

El etanol y el metanol tienen la característica de absorber agua lo que provoca que se desfasen de la gasolina, además de causar corrosión. También pueden causar daño en las partes plásticas y de hule del sistema de combustible. La gasolina con que se mezclan debe tener cosolventes para prevenir la separación en fases e inhibidores para proteger el sistema de combustible contra la corrosión y proteger las partes de hule. Además, para usarlos se requiere de cuidados especiales en los equipos de distribución. Es por esto que la mayoría de fabricantes no garantiza vehículos que usan gasolina con proporciones mayores de 10% de etanol y 5% de metanol.

### **Gasolina reformulada**

Las compañías petroleras se encuentran empeñadas en una carrera por hacer los combustibles convencionales tan libres de contaminantes como los combustibles alternos. El resultado ha sido la gasolina reformulada.

Reformular la gasolina consiste en usar diferentes proporciones de componentes tales como aromáticos, oxigenados y olefinas, así como diferente temperatura de destilación y presión de vapor. El proceso es complicado porque cada una de las características que se cambie puede producir una disminución de ciertos contaminantes a la vez que un aumento en otros. La gasolina se formula tomando en cuenta los costos de cada componente y las facilidades existentes en cada región, por lo que cada fórmula es diseñada para cada mercado determinado.

Resumiendo, podemos decir que la composición de la gasolina reformulada ha sido mejorada reduciendo los niveles de compuestos volátiles e incluyendo un oxigenado a cambio de un precio mayor. El uso de esta gasolina no requiere modificaciones a los motores. Actualmente su costo promedio adicional es de US\$0.05 por galón y reduce 15% de las emisiones de gases . Se espera que para el año 2,000 reduzca 25% de las emisiones.

En Estados Unidos, para el período 1995 - 1997 la Agencia de Protección del Ambiente (EPA) no obliga a usar una fórmula específica de gasolina sino que pide el siguiente nivel de reducción: 15% de compuestos orgánicos volátiles y 15% de compuestos tóxicos para la salud. La opción es usar la fórmula de la EPA. La segunda fase será más estricta y entrará en vigor en 1998.

## **CAPITULO V: LA GASOLINA SIN PLOMO ES UN BUEN NEGOCIO**

### **Clasificación de vehículos**

Para propósito de comprender este capítulo nos situaremos en Latinoamérica, en donde podemos clasificar los vehículos en dos grandes grupos:

- Vehículos importados por las agencias distribuidoras autorizadas por el fabricante: Estos son vehículos nuevos traídos en su mayoría por vía marítima. Los fabricantes se refieren a los países en desarrollo como mercado general. Los motores fabricados para este mercado carecen de controles de emisiones de gases y están diseñados para el uso de gasolina con plomo.
- Vehículos comprados en Estados Unidos, principalmente en el sur, traídos a Latinoamérica. La mayor parte son usados e importados por vía terrestre; en algunos países se les conoce como “rodados”. Son fabricados especialmente para los Estados Unidos; están equipados con controles de emisiones de gases y sus motores están diseñados para el uso exclusivo de gasolina sin plomo.

Existen fábricas de vehículos en Latinoamérica que en lo que se refiere a motores y emisiones de gases pueden pertenecer a cualquiera de los dos grupos anteriores. Esto depende de las leyes locales.

En el caso de Perú, se han importado mucho vehículos usados provenientes de Japón. Estos vehículos, al igual que los de los Estados Unidos, están equipados con catalizador y demás controles de emisiones de gases. Como están diseñados para conducir al lado derecho, el tablero, los pedales, el sistema de dirección y el sistema eléctrico son modificados por medio de un trabajo casi artesanal. La importación de estos vehículos recién se prohibió en Perú principalmente porque representan serios riesgos para el conductor.

## **Uso de gasolina con plomo en un motor diseñado para gasolina sin plomo**

Este es el caso de los vehículos importados desde los Estados Unidos hacia Latinoamérica. Si observamos el manual de propietario de uno de estos vehículos encontraremos serias advertencias para el caso de que se use gasolina con plomo. Un motor que se use en estas condiciones sufrirá los siguientes problemas:

- El catalizador dejará de funcionar de inmediato como filtro de gases contaminantes. Esto provoca un daño estrictamente ambiental que no afectará el funcionamiento del motor. Bastan cuatro o cinco tanques de gasolina con plomo para inutilizar el catalizador. Si por accidente se usara un solo tanque de gasolina con plomo, el catalizador puede seguir funcionando pero su efectividad se reduce aproximadamente en 20%.
- El sensor de oxígeno es un dispositivo que regula la mezcla de combustible del motor. El plomo lo echa a perder. Esto puede suceder en un rango tan amplio que va desde los 1,000 a los 30,000 kilómetros aproximadamente. El consumo de combustible subirá gradualmente hasta llegar a 20 ó 25% adicional con el consecuente aumento de las emisiones de gases. A esto le llamamos daños a mediano plazo.
- A largo plazo sufrirán daños los pistones, anillos y válvulas. Los depósitos de plomo forman óxidos que lubrican los asientos de las válvulas de los carros antiguos. Pero lo que puede ser beneficioso para un metal puede afectar a otro. En el caso de los motores fabricados para gasolina sin plomo, la combustión de la gasolina con plomo tiene un efecto abrasivo que reduce la duración del motor. Un motor desgastado consume más combustible y adicionalmente quema aceite, lo que lo hace altamente contaminante. Este problema es especialmente crítico con los fabricantes japoneses, quienes hacen pistones, anillos y válvulas específicos para gasolina sin plomo. Al vender el mismo motor en el mercado general lo modifican instalando lo que llaman “kit” de conversión, que consiste en piezas con un recubrimiento especial para ser usados con gasolina con plomo. Este “kit” no se ha hecho disponible para los últimos motores que han salido al mercado. Ahora son fabricados exclusivamente para gasolina sin plomo. Es por esto que decimos que la gasolina con plomo nos veda el acceso a la tecnología moderna.

## **Beneficios de usar gasolina sin plomo en cualquier motor**

La gasolina sin plomo puede ser usada en cualquier vehículo sin necesidad de ajustes. En el caso de vehículos diseñados para usar gasolina con plomo no encontraremos en el manual de propietario ninguna advertencia contra el uso de gasolina sin plomo. Lo que es más, la gasolina sin plomo proporciona los siguientes beneficios para cualquier motor:

- Mayor duración de las bujías del motor. Algunos mecánicos han observado cómo bujías de platino diseñadas para 100,000 kilómetros de duración instaladas en vehículos traídos de los Estados Unidos se arruinan en la cuarta parte del recorrido. Esto se debe a los efectos del plomo.
- Mayor duración del tubo de escape. Como el plomo tiende a formar sedimentos, la gasolina con plomo tiene un aditivo que los limpia llamado “scavenger” o “raspador”. Este aditivo prácticamente se “come” los tubos de escape.
- Mayor duración del aceite. Los “scavengers” que contiene la gasolina con plomo tienen otro efecto negativo. Afectan la estructura molecular del aceite reduciendo su duración. La gasolina sin plomo, por lo tanto, prolonga la vida del aceite y por ende la vida del motor de cualquier vehículo.

En un estudio realizado en Guatemala en 100 vehículos traídos de Estados Unidos usados con gasolina con plomo se determinó que el tiempo promedio de duración de sus motores fue de 90,000 kilómetros de recorrido contra más de 160,000 kilómetros que duraban los vehículos de especificación general usados con gasolina con plomo. Actualmente solo hay gasolina sin plomo en Guatemala y la vida promedio de los motores, tanto traídos de Estados Unidos como de especificación general es de 200,000 kilómetros.

## **Precio de la gasolina sin plomo**

El plomo se usó en un principio como la forma más económica de subir el octanaje. Sin embargo, hoy en día el precio de la gasolina sin plomo puede



variar dependiendo de muchos factores. La creciente demanda de la gasolina sin plomo hace que en una economía de escala el precio sea menor. Por supuesto que esto está sujeto a las variaciones del mercado internacional.

En el caso de Centroamérica la fuente natural de suministro son los Estados Unidos. Si la gasolina se compra en el mercado de oportunidad (spot market) es probable que la que no tiene plomo sea más barata. Este nivel de precios se refiere a cargueros con un solo producto, por una sola vez, de un puerto específico a otro. Pero como el clima de Centroamérica es diferente al de Estados Unidos la presión de vapor solamente coincide cuatro o cinco meses al año. Esta situación obliga muchas veces a comprar gasolina en el mercado a término en donde se garantiza el suministro de cierta especificación durante todo el año a mayor precio. Si en Centroamérica se pudiera comprar gasolina sin plomo durante todo el año en el mercado de oportunidad probablemente se obtendría a un mejor precio. Pero como no es así, aceptaremos como cierta la cifra de costo adicional proporcionada por Esso Central America, que es de 2.5 centavos de dólar promedio entre gasolina superior y regular para la gasolina sin plomo.

### **Cálculo económico de los beneficios de cambiar a gasolina sin plomo**

Basados en la información anterior y bajo los criterios que definiremos a continuación, calcularemos los costos por concepto de piezas de mantenimiento, reparaciones de motor y consumo de combustible. Nos basaremos en el tamaño de una flota típica de Centroamérica de 400,000 vehículos de los cuales la mitad es de especificación de los Estados Unidos. Luego evaluaremos el ahorro en cada uno de estos tres rubros al cambiar a gasolina sin plomo.

En piezas de mantenimiento los beneficios de usar gasolina sin plomo son los mismos tanto para vehículos de agencia como para los de especificación de los Estados Unidos. Para calcular el costo anual por reparaciones de motor se diferenciaron los carros de especificación general de los de especificación de los Estados Unidos, ya que estos últimos sufren mayor desgaste al ser usados con gasolina con plomo.

Para los vehículos de especificación general asumimos un kilometraje promedio de duración del motor de 160,000 kms. y un promedio anual de

recorrido de 18,000 kms. Bajo estas circunstancias el motor durará 9 años. En el caso de los vehículos de especificación de los Estados Unidos asumimos un kilometraje promedio de duración del motor de solamente 90,000 kms. Considerando el mismo promedio anual de recorrido el motor durará 5 años.

Estimamos que los vehículos de especificación E.U. consumen 20% adicional de combustible por daños sufridos en el sensor de oxígeno. Para ser conservadores consideraremos que solamente la mitad de estos sensores están dañados por lo que usaremos la cifra de 10% para nuestros cálculos.

Habiendo definido los criterios a seguir pasamos a calcular la diferencia en duración y costos de mantenimiento en los vehículos al cambiar a gasolina sin plomo. Ver cuadro número 1.

En el cuadro número 2 veremos cuál es el ahorro en combustible al hacer el cambio total a gasolina sin plomo. Vamos a suponer que el 40% de la gasolina que se consume es superior y el resto regular y que los 400,000 vehículos en circulación consumen 200,000 galones de gasolina por año.

El precio de la gasolina está calculado a un promedio anual CIF de US\$0.775 para la gasolina superior y US\$0.725 para la gasolina regular. Finalmente, vamos a asumir que la gasolina sin plomo tiene un costo promedio anual adicional de US\$0.025.

En el cuadro número 3 podemos ver que el ahorro potencial de divisas para un país que haga el cambio a gasolina sin plomo con una flota de 400,000 vehículos y en las condiciones anteriormente descritas es de casi 36 millones de dólares por año.

Falta incluir varios factores:

- El ahorro para el país al disminuir el tiempo improductivo de los vehículos por requerir menor cantidad de servicios y reparaciones.
- El gobierno y los particulares gastarían menos dinero en atención médica y medicinas.
- Eliminación de tiempo improductivo de los enfermos.
- Al eliminar un contaminante que retarda el desarrollo de la inteligencia de los niños incrementamos la productividad del recurso humano.

Como podemos ver, la gasolina sin plomo es un buen negocio económicamente hablando. Ahora bien, al beneficio que estarán recibiendo la salud de la población y nuestro medio ambiente no se le puede poner precio.

### Cuadro número 1

#### DIFERENCIA EN DURACION Y COSTOS POR AÑO

(Precios CIF en US\$)

<u>Piezas de mantenimiento</u>	<u>Con plomo</u>	<u>Sin plomo</u>
• Bujías		
Promedio duración kms.	18,000	27,000
Costo anual	2.30	1.53
• Tubo de escape		
Promedio duración años	4	6
Costo anual	10.37	6.91
• Aceite y filtro		
Promedio duración kms.	3,000	5,000
Costo anual	38.16	22.90
- Costo total por vehículo	50.83	31.34
- Ahorro anual por vehículo		19.49
<b>- Ahorro en 400,000 vehículos</b>	<b>7,796,000</b>	
<u>Reparaciones de motor</u>	<u>Con plomo</u>	<u>Sin plomo</u>
• Vehículos de spec. general		
Promedio duración kms.	160,000	200,000
Costo anual	91.67	74.25
- Ahorro anual por vehículo	17.42	
- Ahorro en 200,000 vehículos	3,484,000	
• Vehículos de spec. U.S.		
Promedio duración kms.	90,000	200,000
Costo anual	162.80	74.25
- Ahorro anual por vehículo	88.55	

- Ahorro en 100,000 vehículos	17,710,000
<b>Ahorro en reparaciones de motor</b>	<b>21,194,000</b>

## Cuadro número 2

### DIFERENCIA EN AHORRO DE COMBUSTIBLE

<u>Uso de gasolina</u>	<u>Superior</u>	<u>Regular</u>
Consumo total en galones	80,000,000	120,000,000
Vehículos de especificación general	40,000,000	60,000,000
Vehículos de especificación US	40,000,000	60,000,000

#### Ahorro de gasolina (Precios CIF en US\$)

Ahorro por sensor de oxígeno (10%)		
Total ahorro en galones	4,000,000	6,000,000
Costo CIF por galón	0.775	0.725
Ahorro	3,100,000	4,350,000
<b>Total ahorro</b>	<b>7,450,000</b>	

#### Costo adicional de gasolina sin plomo (Precios CIF en US\$)

Consumo total de galones	200,000,000
Costo adicional por galón	0.025
Total costo adicional	500,000

## Cuadro número 3

### RESUMEN DEL AHORRO ANUAL EN DIVISAS

(Precios CIF en US\$)

Piezas de mantenimiento	7,796,000
-------------------------	-----------

Reparaciones de motor	21,194,000
Consumo de combustible	7,450,000
Costo adicional de gasolina sin plomo (500,000)	
<b>Total ahorro neto en divisas</b>	<b>35,940,000</b>

## **CAPITULO VI: PROGRAMA DE CONTROL DE EMISIONES DE GASES**

### **Mediciones de la calidad del aire <sup>(12)</sup>**

Antes de poner en práctica un programa de emisiones de gases lo primero que debemos hacer es medir la calidad del aire. De esta forma podremos saber qué tan mala está la situación, cuáles son los contaminantes que nos están causando los mayores problemas y qué tan efectivas están siendo las medidas que adoptamos para combatirla. Una parte muy importante de las medidas es que nos ayudan a crear conciencia entre el público. Por ejemplo, es muy impactante para los hondureños saber que en Tegucigalpa, su capital, las mediciones indican que hay más contaminación por partículas que en la ciudad de México.

El primer pensamiento que nos asalta cuando hablamos de mediciones en un país en desarrollo es el costo. El muestreo en las ciudades se realiza en una red de estaciones colocadas en lugares seleccionados. Cada punto debe ser representativo de localidades específicas tales como urbana central, industrial, residencial, comercial y periférica.

En los países industrializados se usan estaciones de mediciones de tipo contenedor. Estos cuentan con una línea telefónica que trabaja en *real time* proporcionando información continua a una central acerca de la situación de la contaminación del aire. En una capital centroamericana se necesitaría instalarlos en un mínimo de cinco puntos. Cada contenedor cuesta aproximadamente US\$ 400,000 lo que suma una inversión total de US\$ 2,000,000. El mantenimiento anual de estos equipos puede llegar al 50% de la inversión inicial. Esto se debe entre otras razones a que los gases de calibración son muy caros, así como el mantenimiento y las reparaciones. Cada vez que se descomponen o se desajustan hay que traer a un técnico del extranjero cuyo costo es de aproximadamente US\$ 700 diarios más gastos. Es muy común que solamente el pago al técnico ascienda a seis o siete mil

dólares por reparación. En conclusión estos equipos no son la solución para un país en desarrollo.

Existen sistemas de muestreo pasivo que si bien no son tan exactos sus costos de adquisición, operación y mantenimiento son solamente una fracción de los anteriores. Por supuesto que no nos proporcionan información de cuál es la contaminación a cada segundo en cada uno de los sitios de muestreo. Pero nos pueden dar una información muy útil del total de contaminación en el período de uno o varios días en un sitio determinado.

Los muestreadores pasivos están basados en la difusión de contaminantes del aire en un medio absorbente que se coloca en trampas. Por ejemplo, el absorbente para el dióxido de nitrógeno es la trietanolamina y para los hidrocarburos se pueden usar carbones activados. En casos como el del ozono, debido a que es un gas reactivo no puede ser absorbido como tal. El trapeo se lleva a cabo por una reacción química en un producto de separación medible. A este fenómeno se le llama quimiosorción.

Los costos cambian dependiendo de si se mide un solo contaminante o varios contaminantes. Si se trabaja en diferentes puntos se reducen los costos de transporte y el tiempo empleado.

Las mediciones promovidas por Pro Eco en Centroamérica han tenido un costo aproximado por medir siete contaminantes en cinco puntos diferentes una vez por semana durante un año de US\$3,500 por punto. Los contaminantes medidos fueron partículas (TSP y PM10), plomo (Pb), monóxido de carbono (CO), ozono (O<sub>3</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) e hidrocarburos (HC).

Las bases del cálculo son: costo por hora por persona US\$ 3.00; distancia de medición 10 kilómetros por sitio (5 sitios), 7 medidas en cada sitio; costo de transporte US\$ 0.20 por kilómetro; tiempo necesario para realizar la medición de siete contaminantes en un sitio más transporte, una hora.

Otra medición muy importante es el contenido de plomo de la gasolina. Esto nos permitirá detectar si se está vendiendo gasolina sin plomo. Para el efecto existen en el mercado equipos para detección de plomo a base de reactivos químicos. El equipo tiene el tamaño de un maletín y su costo es relativamente bajo. Incluyendo suministros para hacer 25 pruebas cuesta US\$500; cada

juego de suministros adicional suficiente para hacer 50 pruebas cuesta US\$100.

## **Pasos de un programa de emisiones de gases**

Un programa para el control de emisiones de gases producidas por los vehículos automotores debe tener tres fases: cambio a gasolina sin plomo, hacer obligatorios los catalizadores y controlar que los vehículos estén funcionando correctamente.

### 1. Cambio a gasolina sin plomo

Con el cambio a gasolina sin plomo tenemos un beneficio directo y uno indirecto. En forma directa eliminamos el plomo, que es el contaminante más tóxico de la gasolina. Adicionalmente, la gasolina sin plomo es la llave que nos permite controlar el resto de contaminantes de la gasolina. Los principales son los hidrocarburos no quemados (HC), el monóxido de carbono (CO) y los óxidos de nitrógeno (NOx). La única forma que se conoce hoy en día de controlar al mismo tiempo a estos contaminantes es por medio de convertidores catalíticos los cuales son incompatibles con la gasolina sin plomo.

Cambiar a gasolina sin plomo tiene pocas complicaciones legales. En países latinoamericanos, normar las especificaciones de la gasolina por lo general está en manos de instituciones tales como el Ministerio de Energía o la Dirección de Hidrocarburos. Basta un simple acuerdo gubernativo. Los siguientes pasos requieren de leyes aprobadas por el Congreso.

### 2. Obligatoriedad de controles de emisiones.

Estamos ya listos para dar el segundo paso: obligar que a partir de determinada fecha todos los vehículos con motor de gasolina importados al país estén equipados con catalizadores y demás controles de emisiones de gases. Esta parte del programa es a largo plazo. En un país en desarrollo la vida promedio de un vehículo es de aproximadamente diez años. Esto significa que en este tiempo habremos cambiado la mitad de la flota y en



veinte años casi la totalidad. Si el remedio toma tanto tiempo, tenemos que empezar a aplicarlo cuanto antes. Esperar a estar en la situación de ciudades como México y Santiago de Chile sería un suicidio ecológico.

### 3. Controles de funcionamiento.

No basta que un motor esté equipado con controles de emisiones de gases sino que éstos tienen que estar funcionando correctamente. La falta de mantenimiento los puede hacer inoperantes. Por el otro lado, la flota antigua que no está equipada con controles de emisiones también debe ajustarse o repararse para que produzca la menor cantidad posible de contaminantes. Cuando hablamos de flota antigua también incluimos los motores diesel; deben aplicarse límites más severos para la flota nueva de diesel. Los controles de funcionamiento deben ser de dos tipos: periódicos y selectivos. Los controles periódicos deben ser efectuados en talleres o centros de verificación autorizados por el gobierno. Los controles selectivos deben ser realizados en las calles y carreteras por una o varias empresas privadas apoyadas por elementos de seguridad proporcionados por el gobierno.

La forma de aplicar estos controles en la práctica define la efectividad de un programa de control de emisiones de gases. Pro Eco realizó un estudio en Centroamérica en 20,000 vehículos diesel y gasolina. El estudio demostró que ajustando los vehículos se pueden reducir las emisiones de CO, HC y hollín entre 40 y 60%. En el mismo estudio se analizaron 4,000 autobuses urbanos con motor diesel desajustados. Se demostró que 70% pueden pasar las pruebas de emisiones afinando el motor o reparando la bomba de inyección. Esto último tiene un costo aproximado de US\$ 400. El resto de las unidades requerían reparación completa de motor.

En Estados Unidos se hicieron miles mediciones en las carreteras durante varios años usando un aparato que mide HC y CO a control remoto inventado por Donald Stedman, un catedrático de la Universidad de Denver. De esta forma se logró estimar que apenas un 10% de los vehículos más contaminantes emiten la mitad de las emisiones totales de HC y el 60% de las emisiones totales de CO.

Es posible afirmar que hoy en día los vehículos nuevos con motor de gasolina son 96% limpios. El problema está en los motores desajustados, que en su mayor parte son de vehículos viejos. Por lo que la parte medular de un

programa de control de emisiones de gases está en los controles de funcionamiento.

### **Tipo de vehículos que se deben controlar**

La maquinaria agrícola y de construcción, aviones, lanchas y barcos deben de ser excluidos de un programa para el control de las emisiones de gases. Por un lado es poco práctico medirlos y por el otro estos vehículos no circulan en las vías públicas en donde se concentran la mayor cantidad de contaminantes.

El caso de las motos es muy especial. Medirlas es impráctico. En México comenzaron a hacerlo pero han tenido que echar marcha atrás. Existen motos con motor de cuatro tiempos y de dos tiempos, ambos motores accionados por gasolina. Los de cuatro tiempos solamente queman gasolina y contaminan casi igual que un motor de automóvil, aunque por ser pequeños el volumen de emisiones que emiten es menor. Los de dos tiempos son muy contaminantes. Una medida típica para un motor de moto de dos tiempos es de 3.5% de monóxido de carbono (CO) y 10,000 ppm de hidrocarburos (HC). El límite máximo propuesto para un automóvil no controlado es de 4.5% de CO y 600 ppm de HC, aunque normalmente miden menos. Como podemos ver, las motos con motor de dos tiempos emiten casi 20 veces más HC que un automóvil o que una moto con motor de cuatro tiempos.

Las razones por las cuales los motores de dos tiempos son muy contaminantes son dos. Primero, queman aceite con la gasolina; la cantidad de aceite necesaria puede ser mayor o menor dependiendo de la marca, por lo que la escogencia es importante. Segundo, no tienen un tiempo separado de escape para evacuar por completo los gases gastados (como los de cuatro tiempos) antes de que entre la mezcla fresca; se puede decir que la mezcla hace “corto circuito”. Esto se debe a que el proceso de quemar gasolina en una cámara de combustión es muy complejo; allí ocurren una serie de reacciones químicas intermedias en donde se forman moléculas altamente reactivas (radicales activos). Esto se traduce en altas emisiones de hidrocarburos y baja economía de combustible.

Existen catalizadores para motos, tanto de cuatro tiempos como de dos tiempos. Su costo es de aproximadamente US\$ 300. En un país pobre el

impacto en el precio es significativo, ya que las motos son en el vehículo automotor más económico que hay.

Las motos con motor de cuatro tiempos equipado con catalizador cumplen con las normas de los Estados Unidos y las de Europa. En Estados Unidos se les exige cumplir con las medidas de los motores de servicio pesado (heavy duty) de gasolina.

Las motos con motor de dos tiempos equipado con catalizador pasan las medidas de Europa pero no así las de los Estados Unidos. Para medirlas se puede usar un analizador de gases diseñado para motor de gasolina pero hay que añadirle un filtro de carbón activo en la sonda.

Las motos con motor de dos tiempos son más potentes pero sus motores consumen más combustible y duran menos comparados con los motores de cuatro tiempos; recordemos que un motor gastado es aún más contaminante. Otro problema es que los mecánicos que reparan los motores de dos tiempos tienen la mala costumbre de enriquecer la proporción de aceite en el combustible. Esto lo hacen porque tienen la errónea creencia que de otra forma el motor se puede “pegar” o fundir. Sin embargo, la sencillez de la construcción de estos motores hace que las motos que los usan sean más livianas y más baratas.

Resumiendo, equipar las motos con catalizador es oneroso y en el caso de los motores de dos tiempos no es una solución efectiva; medirlas es poco práctico. Algunos países han prohibido por completo la importación de motos con motor de dos tiempos. Esta es una medida que debe ser evaluada cuidadosamente ya que puede tener un costo social y político alto. Se estaría privando al país del vehículo automotor más barato de adquirir.

Existe otro tipo de vehículo que puede dar problemas. En algunos países de Asia se utilizan motos de tres ruedas con motor de dos tiempos como taxis. En la ciudad de Jakarta, Indonesia, el número de estas motos taxi ya superó el millón y se han convertido en un gran problema ambiental. Prohibirlas ahora tiene un alto costo político.

Este problema será solucionado por la tecnología. La fábrica Honda experimenta actualmente con un motor de dos tiempos con la novedad de una válvula de escape que ayuda a controlar la presión en la cámara de combustión. Según el reporte del fabricante, usando el tiempo de ignición

óptimo, el torque y el caballaje son impresionantes y las emisiones de HC mínimas. Honda alega que añadiendo un pequeño catalizador a este motor puede cumplir con las normas de los Estados Unidos. (13)

### **Opciones para introducir la gasolina sin plomo**

Todos los países industrializados han introducido la gasolina sin plomo al lado de la gasolina con plomo, esperando que algún día la flota de vehículos se renueve y un combustible desplace al otro. Hacerlo de esta manera en un país en desarrollo presenta ciertas complicaciones.

Primero, por el alto costo de la infraestructura necesaria. Se requiere como mínimo tener cuatro gasolinas: superior con plomo, superior sin plomo, regular con plomo y regular sin plomo. Esto implica instalar nuevas bombas y depósitos en las estaciones de servicio, así como tanques de almacenamiento de las petroleras. Además hay que considerar el costo del terreno.

Segundo, por razones operacionales. Manejar gasolina sin plomo al lado de gasolina con plomo requiere de un cuidado muy especial y de un control muy estricto en los sistemas de distribución.

Tercero, por el costo más alto de la gasolina sin plomo. Puede suceder que muchos propietarios de vehículos compren la gasolina con plomo por ser más barata. Algunos lo harán por ignorancia y otros buscando una economía mal entendida. Es por esto que algunos gobiernos han puesto un impuesto ecológico a la gasolina con plomo para que resulte más cara que la gasolina sin plomo.

Añadir uno o dos combustibles está fuera del alcance de un país en desarrollo. Debido a esto, muchos buscan soluciones intermedias. Una de ellas es manejar solamente dos gasolinas: una regular con plomo y una superior sin plomo. Esta medida se adoptó inicialmente en Costa Rica. Los problemas que causa son muchos. La gasolina sin plomo era mucho más cara: primero, por ser superior; segundo, por no tener plomo. Esto incentivó a muchos propietarios de carros con catalizador a usar gasolina con plomo. También dió lugar a corrupción; muchos dueños de estaciones de servicio mezclaban la gasolina regular con la superior para obtener ganancias adicionales, sin considerar la cantidad de catalizadores que se puede echar a perder. La

contaminación de plomo también puede darse por falta de cuidado en el sistema de distribución, como mencionamos anteriormente.

Otra propuesta es manejar un solo octanaje y tener una gasolina con plomo y otra sin plomo. Es lógico suponer que se usaría octanaje intermedio. Supongamos también que el precio se modifica para la gasolina sin plomo no sea más cara. Esto no nos libra de los problemas de contaminación. Al usar un octanaje intermedio éste estará sobre especificado para muchos motores lo cual hace que pierdan fuerza y eficiencia en general. El problema más serio es cuando el octanaje no llega a la especificación requerida por el fabricante. Un motor que se use en estas condiciones va a tener problemas de detonación, que eventualmente redundarán en daño mecánico severo. Recordemos que un motor dañado es altamente contaminante.

La mejor opción y la única viable en estos países es el cambio completo a gasolina sin plomo. Esto puede hacerse de inmediato. Basta ordenar que se deje de importar y/o producir gasolina con plomo. Ni siquiera es necesario limpiar los tanques. Después de ser usados cuatro o cinco veces con gasolina sin plomo, el contenido de plomo bajará de 0.13 gramos por litro, que es lo que se define como gasolina sin plomo. Este proceso de limpieza debe darse en todo el sistema de distribución: depósitos de las petroleras, camiones y estaciones de servicio. Se necesitan aproximadamente cuatro meses para la gasolina esté libre de plomo.

### **Lineamientos para legislar**

La normativa para el control de emisiones debe cumplir con lo que llamamos los diez mandamientos. Creemos que una ley de este tipo debe ser:

#### 1. Completa.

- Debe normar combustibles. Específicamente, el contenido de plomo de la gasolina y el contenido de azufre del diesel.
- Debe definir qué tipo de vehículos abarca. Se aconseja incluir a todos los vehículos terrestres accionados por motor de combustión interna (diesel, gasolina, gas propano, etc.), de cuatro o más ruedas, usados en las vías públicas. Se deben excluir motos, vehículos de competencia, maquinaria agrícola y de construcción, aviones, lanchas y barcos.

## 2. Participativa.

- Debe permitir la participación de todos los sectores involucrados: gobierno, compañías petroleras, distribuidores de automóviles, etc.

## 3. Viable.

- Debe observar la Constitución del país.
- No debe contradecirse con leyes existentes.
- Debe observar la jerarquía de la ley. Si en el país en que queremos legislar en materia de emisiones de gases existe una ley marco de medio ambiente, ésta es el lugar lógico para derivar un reglamento. Si no existe ley de medio ambiente pero sí existe ley de tránsito, en el reglamento de esta ley debe insertarse lo referente al control de emisiones de gases. No olvidemos que la ley de tránsito regula el funcionamiento de los vehículos y las emisiones de los motores son parte del mismo. Si no existe ninguna de las anteriores leyes, lo mejor es no esperar y trabajar en una ley individual para el control de las emisiones de gases con su propio reglamento; esta ley eventualmente puede ser incorporada a una futura ley de medio ambiente o de tránsito.
- No debe ser retroactiva. Por ejemplo, obligar a poner catalizadores a la flota existente. Esta medida que a muchos se les ocurre, no solamente es ilegal sino que en la práctica no serviría de nada. Los catalizadores son parte de un sistema completo de control de emisiones de gases y por sí solos no tienen mayor efecto en la reducción de contaminantes.

## 4. Práctica.

- No deben copiarse leyes de países industrializados que serán difíciles o imposibles de aplicar en un país en desarrollo.
- Debe contener medidas congruentes con la realidad del país en donde se quiera aplicar.

## 5. Gradual.

Debe estipular plazos necesarios para su aplicación, para lo cual proponemos los siguientes:

- Cambio a gasolina sin plomo: 6 meses.

- Autorización a talleres para revisiones periódicas: 6 meses.
- Tiempo para que los propietarios ajusten o reparen sus vehículos: 1 año.
- Cambio de canales de comercialización para vehículos con catalizador: 2 años. Esto se debe a que los fabricantes no pueden cambiar la especificación de un vehículo de un mercado a otro sin hacer los estudios necesarios de precio, volumen, tipo de terreno, etc. para definir las especificaciones.

#### 6. Programada.

- Cambio a gasolina sin plomo.
- Obligatoriedad de controles de emisiones de gases.
- Inspecciones periódicas a flota existente (vehículos con motor de gasolina no controlados y vehículos con motor diesel). Inspecciones periódicas a flota nueva (vehículos de gasolina con controles de emisiones de gases y vehículos diesel de tecnología moderna).

#### 7. Específica.

Debe contener las medidas máximas permisibles:

Contenido de plomo en la gasolina: 0.013 gramos por litro (0.05 gramos por galón).

Contenido de azufre en el diesel: 0.2%.

CO flota antigua: 4.5%.

HC flota antigua: 600 p.p.m. (partes por millón).

CO<sub>2</sub> flota antigua: Menos de 10.5%.

CO flota nueva: 0.5%.

HC flota nueva 125 p.p.m.

CO<sub>2</sub> flota nueva Menos de 12%

Hollín (vehículos viejos):

-Vehículos de menos de 3.5 toneladas métricas: 70% de opacidad.

-Vehículos con turbo de menos de 3.5 toneladas métricas: 80% de opacidad.

-Vehículos de más de 3.5 toneladas métricas: 80% de opacidad.

Hollín (vehículos nuevos):

-Vehículos de menos de 3.5 toneladas métricas: 60% de opacidad.

-Vehículos con turbo de menos de 3.5 toneladas métricas: 70% de opacidad.

-Vehículos de más de 3.5 toneladas métricas: 70% de opacidad.

#### 8. Efectiva.

Debe exigir los siguientes controles:

- Periódicos: por medio de talleres privados autorizados por el gobierno.
- Selectivos: por medio de una o varias empresas controladoras contratadas por las autoridades.
- Calidad de los combustibles: mediciones de contenido de plomo en la gasolina y de contenido de azufre en el diesel efectuadas por una empresa privada contratada para el efecto.

#### 9. Drástica.

- El monto de las sanciones debe ser de igual o mayor valor que el costo del mecanismo que se omite. Ejemplos: Importar un carro equipado con controles de emisiones de gases cuesta aproximadamente US\$ 1,000.00 adicionales. Por lo que la sanción mínima por no hacerlo debe ser la misma cantidad. El costo de un catalizador como repuesto es de aproximadamente US\$ 400.00. Por lo que la sanción mínima por eliminarlo debe ser la misma cantidad.
- La sanción debe ser coercitiva. A los vehículos que circulen sin el certificado vigente de control de emisiones de gases se les debe recoger la placa de circulación y devolverla al propietario hasta que haya pagado la multa y pasado la inspección. Esta es tal vez la parte más importante de la ley; sin una forma drástica de hacer que las multas se hagan efectivas, será letra muerta.

#### 10. Actualizable.

- El monto de las sanciones debe ser revisado anualmente.
- Debe prever el desarrollo de nuevos combustibles o nuevos mecanismos. Ejemplo: Los nuevos motores de mezcla pobre (lean burn) que están por salir al mercado producen menos emisiones. En el tubo de escape producen más oxígeno. Esto se debe a que la relación estequiométrica (mezcla aire/combustible) subirá de aproximadamente 14.7:1 que se usa en la actualidad a 18:1. Se debe definir el mecanismo para fijar el nuevo límite cuando estos motores salgan al mercado.

En la propuesta de ley que veremos más adelante se contempla la creación de una Comisión que es la encargada de actualizarla en lo que se refiere al monto de las sanciones y a las especificaciones técnicas.



La estructura de la ley debe ser la siguiente: debe comenzar por establecer la prohibición y el campo de acción; luego debe definir los actores, con sus requisitos y sus funciones; siguen los límites permisibles para cada clase de equipo; se termina con las sanciones.

### **Propuesta de ley y reglamento para el control de emisiones de gases**

Basado en los lineamientos anteriores, a continuación presentamos una propuesta de ley y reglamento para el control de emisiones de los vehículos automotores en un país en donde no existe una ley de medio ambiente ni una ley de tránsito. Por lo tanto, se debe aplicar una ley independiente con su propio reglamento. La versión que presentamos es el proyecto presentado en Honduras.

REPUBLICA DE HONDURAS  
LEY PARA EL CONTROL DE EMISIONES  
DE LOS VEHICULOS AUTOMOTORES

EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA

Considerando: Que las emisiones de gases producidas por los vehículos automotores son perjudiciales para la salud y el bienestar de la población

Considerando: Que toda persona goza del derecho de vivir en un ambiente sano y, así mismo, tiene el deber de protegerlo y conservarlo.

Considerando: Que de acuerdo con la Constitución de la República, el Estado velará por la conservación de un ambiente adecuado a fin de proteger la salud de las personas.

Por tanto

Decreta

Artículo 1. Todos los vehículos que ingresen definitivamente al País a partir del 1o. de enero de 1998, accionados por motores de combustión interna de gasolina, sean nuevos o usados, deben estar equipados con sistemas apropiados, y que funcionen adecuadamente, para el control de emisiones de gases. Los niveles permisibles de emisión y los métodos y procedimientos para su verificación estarán especificados en el Reglamento de esta Ley.

Artículo 2. La Dirección Nacional de Tránsito será responsable de verificar que los vehículos a que se refiere el artículo anterior estén provistos de dichos sistemas de control de emisiones.

Artículo 3. A partir del 1o. de enero de 1988 todos los vehículos que circulen en el país, accionados por motores diesel o gasolina, no podrán exceder los niveles máximos de emisiones permitidos para gases y partículas contaminantes. Estos niveles serán fijados a través del Reglamento de esta Ley.

Artículo 4. A partir del 1o. de enero de 1998, todos los vehículos que circulen en el país deben ser sometidos a un control anual de emisiones. Dichos controles serán realizados por empresas privadas certificadas para desarrollar este trabajo y autorizadas por el Ministerio de Ambiente. Los niveles de emisiones permitidos y los requisitos para las empresas se fijarán en el Reglamento de la Ley.

Artículo 5. Con el fin de garantizar el adecuado control y la efectividad real de esta Ley, a partir del 1o. de enero de 1998 una empresa privada (Empresa Contralora), autorizada por la Dirección Nacional de Tránsito y por el Ministerio de Ambiente, será contratada por el Estado, para realizar el control de las empresas mencionadas en el artículo anterior, y para efectuar controles de emisiones a los vehículos en general. Dichos controles se harán periódicamente y por azar en las carreteras. Los requisitos para dicha empresa se fijarán en el Reglamento de esta Ley.

Artículo 6. Cualquier acción u omisión violatorias a las disposiciones de la presente Ley dará lugar a la aplicación de las sanciones siguientes:

- a) decomiso de la licencia de conducir
- b) decomiso de la boleta de circulación
- c) decomiso de las placas de circulación y del vehículo
- d) las multas y otras sanciones establecidas en el Reglamento de la presente Ley

Artículo 7. El Ministerio de Ambiente deberá elaborar en un plazo máximo de noventa días, contados a partir de la vigencia de la presente Ley, el Reglamento que contenga las regulaciones relativas a las inspecciones periódicas de los vehículos, adopción de normas, niveles máximos de emisiones, métodos y procedimientos para su verificación y todo los otros aspectos para la reglamentación y cumplimiento de esta Ley.

Dado en Tegucigalpa, Municipio del Distrito Central de Honduras a los ..... días del mes de ..... de 1996.

POR TANTO:

En uso de las facultades de que está investido y en aplicación de la legislación vigente,

ACUERDA

Aprobar el siguiente:

REGLAMENTO GENERAL DE LA LEY PARA EL CONTROL DE  
EMISIONES DE LOS VEHICULOS AUTOMOTORES

CAPITULO I  
DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1. Para que un vehículo automotor pueda circular por las vías públicas, es obligatorio que posea el respectivo certificado de control de emisión de gases, humos y partículas, y que su motor no emita niveles de contaminación que excedan los límites permisibles.

Artículo 2. Además, para todos los vehículos automotores que ingresen al país a partir del 1o. de enero de 1998 es obligatorio contar con un sistema de control de emisiones en perfectas condiciones de funcionamiento. Parte de esos sistemas, en el caso de los motores de gasolina, debe ser un convertidor catalítico de tres vías con circulación cerrada o cualquier otra tecnología similar o más eficiente, incorporada o no al motor, que cumpla la función de reducir la contaminación del ambiente producida por las emisiones del vehículo.

## CAPITULO II

### DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS CONTROLES DE EMISIONES DE GASES

Artículo 3. La verificación del funcionamiento de los vehículos automotores en lo referente a emisiones de gases, humos y partículas se efectuará a través de una Empresa Contralora, talleres particulares automotrices y centros de control de emisiones, inscritos a nombre de personas naturales o jurídicas y debidamente autorizadas por una Comisión Interinstitucional nombrada por el Ministerio de Ambiente. La Comisión Interinstitucional establecerá las normas pertinentes para la autorización y operación de dichas empresas, dentro de los seis meses posteriores a la vigencia de este Reglamento, y les asignará, a cada una de ellas, el respectivo número de autorización.

Artículo 4. Las empresas que sean autorizadas para controlar las emisiones vehiculares, deben ser centros de control de emisiones únicos, es decir, no pueden realizar otro tipos de trabajos que no sean los controles de emisiones. Por tanto, queda expresamente prohibido que estos centros realicen trabajos de reparación o de mantenimiento de automotores o que estén relacionados con alguna empresa de reparación o de mantenimiento vehicular.

Artículo 5. Para poder ser autorizadas por la Comisión Interinstitucional, las empresas deberán estar legalmente establecidas, presentar solvencia del Ministerio de Hacienda, la respectiva matrícula de comercio, el número de contribuyente al Impuesto al Valor Agregado (IVA) y contar con equipos autorizados por la Comisión, en adecuado estado de funcionamiento y calibración, para la medición de Monóxido de Carbono (CO), Hidrocarburos (HC) y Bióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) para el control de emisiones de motores de gasolina, y de humos y partículas para motores diesel. Las empresas deben contar además con una adecuada planta física y con el personal técnicamente calificado para el manejo de los equipos y la realización de las pruebas de control de emisiones.

Artículo 6. Los centros de control de emisiones autorizados emitirán un certificado membretado, sellado y firmado por el representante legal de la empresa emisora, el cual indicará el nivel de emisiones del vehículo como resultado de la revisión y tendrá validez por un año. Esto no impedirá que el Departamento de Tránsito pueda hacer las revisiones de oficio cuantas veces lo considere necesario. El certificado también contendrá los siguientes datos: Número del certificado, fecha de importación del vehículo, fecha de emisión

del certificado, fecha de vencimiento del certificado, número de placa del vehículo, kilometraje del vehículo, tipo de combustible utilizado por el motor y nombre del responsable de la empresa que emite el certificado. Los costos de los certificados deberán ser asumidos por la empresa, pagando al Estado en el momento de su entrega.

Artículo 7. Previo a obtener la boleta de revisión de emisiones, por primera vez, cualquier vehículo a los que se refiere el artículo 2 de este Reglamento, deberá demostrar estar equipado con un sistema de control de emisiones de gases, el cual debe encontrarse en buen estado y funcionar adecuadamente. Los certificados de control de emisión de gases de los vehículos nuevos serán emitidos por los distribuidores autorizados por el fabricante. Los certificados de control de emisión de gases de los vehículos nuevos importados por personas naturales o jurídicas o de vehículos usados, serán emitidos por las empresas autorizadas por la Comisión Interinstitucional. Para tal fin, dicha Comisión confeccionará formularios especiales para uso exclusivo de las empresas autorizadas. Los formularios especiales deberán ser firmados y sellados por uno de los reponsables de la empresa y tendrán validez de un año. El costo de impresión de estos formularios será cubierto por las empresas conforme les sean entregados.

Artículo 8. Para poder hacer efectiva la matrícula del vehículo y para obtener la tarjeta de circulación por primera vez y en cada una de sus refrendas se deberá presentar, como requisito obligatorio, un certificado de revisión vigente emitido por cualquiera de las empresas autorizadas por la Comisión Interinstitucional.

Artículo 9. Los centros de control autorizados, serán controlados por una empresa privada que a tal fin contrate y autorice el Ministerio de Ambiente. Dicha Empresa Contralora efectuará además los controles de emisiones a los vehículos en general. Dichos controles, que se harán periódicamente y por azar en la carreteras utilizando equipos móviles para la medición de emisiones, incluirán la revisión de los documentos obligatorios del control de emisiones. La Empresa Contralora cobrará la multa respectiva al infractor y retendrá la placa de su vehículo. El infractor corregirá el estado de su vehículo y contará con diez días hábiles para presentar a la empresa el certificado de la prueba de emisiones realizada en uno de los talleres autorizados. La empresa realizará un segundo control de emisiones para comprobar el buen estado del vehículo y devolverá la placa contra recibo de pago de la multa y el dictamen técnico conforme de la empresa. Se formará

una comisión específica integrada por funcionarios de las instituciones gubernamentales que designe el Ministerio de Ambiente y de expertos invitados, que tendrá como fin elaborar el contrato de la mencionada Empresa Contralora, el cual será confeccionado, con su normas técnicas respectivas y demás requisitos dentro de los seis meses posteriores a la vigencia de este Reglamento.

Artículo 10. La Comisión Interinstitucional también estará encargada de la coordinación y seguimiento de la ejecución de este Reglamento y tendrá las siguientes funciones:

- Colaborar, con los organismos competentes, en el estudio de propuestas técnicas a fin de establecer los procedimientos y mecanismos que viabilicen al cumplimiento de lo estipulado en este Reglamento.
- Apoyar la preparación de proyectos y programas de educación y divulgación ciudadana para la concientización y cumplimiento satisfactorio de las normas específicas de protección ambiental. Realizar la normas técnicas necesarias para poner el reglamento en práctica incluyendo la autorización de las empresas para el control de emisiones.
- Mantener una relación de coordinación permanente con los organismos gubernamentales dedicados a la preservación del medio ambiente y los otros entes públicos y privados que tengan competencia en este campo.
- Desarrollar un sistema interno de información que permita dar seguimiento de las diversas medidas e iniciativas presentadas y divulgar los resultados y contenidos a la ciudadanía en forma periódica.
- Mantener informada a las autoridades superiores de los avances y resultados de las actividades realizadas por la Comisión.
- Otras que se le asignen de acuerdo a las circunstancias.

### CAPITULO III

#### DE LOS NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES PARA LA EMISION DE GASES, HUMOS Y PARTICULAS

Artículo 11. Los niveles máximos permisibles de emisión de gases de los motores de los vehículos son los siguientes:

(a). Los vehículos que funcionen con motor de gasolina que circulan en el País antes del 1o. de enero de 1998, no deben emitir Móxido de Carbono (CO) en cantidades superiores al 4.5% del volumen total de gases, ni Hidrocarburos (HC) en cantidades superiores a 600 p.p.m. (partes por millón), ni Bióxido de

Carbono (CO<sub>2</sub>) en cantidades inferiores al 10.5% del volumen total de los gases. Las mediciones de los gases se harán con el motor funcionando a temperatura normal y en régimen de ralentí a no más de 1,000 r.p.m. (revoluciones por minuto) y siguiendo las especificaciones del fabricante del equipo de control de emisiones.

(b). Los vehículos que funcionen con motor diesel que circulan en el País antes del 1o. de enero de 1998, no deben emitir humos y partículas que superen la medición de 70% de opacidad, si tales vehículos no sobrepasan un peso bruto de tres coma cinco toneladas (3.5 T), o 80% de opacidad si su peso es superior. Dicha medición deberá realizarse por medio de equipos con opacímetros de flujo parcial y bajo el procedimiento de aceleración libre.

(c). Los vehículos que funcionen con motor de gasolina que ingresen en forma definitiva al País a partir del 1o. de enero de 1988, no deben emitir Móxido de Carbono (CO) en cantidades superiores al 0.5% del volumen total de gases, ni Hidrocarburos (HC) en cantidades superiores a 125 p.p.m. (partes por millón), ni Bióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) en cantidades inferiores al 12% del volumen total de los gases. Las mediciones de los gases se harán con el motor funcionando a temperatura normal y en régimen de ralentí a no más de 1,000 r.p.m. (revoluciones por minuto) y siguiendo las especificaciones del fabricante del equipo de control de emisiones. Los límites anteriores serán aplicables a todos los motores que sean alterados o que se utilicen para reemplazarlos en vehículos que funcionen con combustible gasolina.

(d). Los vehículos que funcionen con motor diesel que ingresen en forma definitiva al País a partir del 1o. de enero de 1988, no deben emitir humos y partículas que superen la medición de 60% de opacidad, si tales vehículos no sobrepasan un peso bruto de tres coma cinco toneladas (3.5 T), o 70% de opacidad si su peso es superior. Dicha medición deberá realizarse por medio de equipos con opacímetros de flujo parcial y bajo el procedimiento de aceleración libre. Los límites anteriores serán aplicables a todos los motores que sean alterados o que se utilicen para reemplazarlos en vehículos que funcionen con combustible diesel, según el peso del automotor.

(e). Los vehículos que sean importados a partir del 1o. de enero de 1988, no deben emitir gases y partículas que sobrepasen los límites de emisiones correspondientes a las normativas y reglamentos vigentes para la comercialización de esos vehículos en México, Estados Unidos de América, Japón y los países que integran la Comunidad Europea, según el año modelo

correspondiente del vehículo. Asimismo los procedimientos de prueba de emisiones estarán regidos por tales normativas y reglamentos. Para demostrar la idoneidad en cuanto a los límites permisibles de emisión, bastará que el importador presente ante las autoridades correspondientes, un certificado de cumplimiento de emisiones contaminantes de gases, humos o partículas, según corresponda, en las unidades respectivas, según el peso de prueba del automotor, para un vehículo tipo y para cada año modelo de la producción que se trate, extendido por el fabricante, legalmente válido en el país de origen y debidamente autenticado por la Embajada o Consulado de Honduras en el país de origen del documento, traducido al idioma español. La Administración se reserva el derecho de verificar el cumplimiento de lo indicado en la certificación, mediante pruebas, en un laboratorio reconocido por la Agencia de Protección del Ambiente (EPA) de los Estados Unidos de América o por la Comunidad Europea, a por lo menos dos de los vehículos tipo, tomados aleatoriamente del lote de vehículos tipo de los embarques que llegan al país. Todos los gastos que impliquen la verificación mencionada correrán a cargo exclusivo del importador y serán cubiertos por éste. En caso de comprobarse el incumplimiento de lo indicado en la certificación, todos los vehículos correspondientes al mismo tipo y año modelo analizado no serán autorizados a circular en el territorio nacional en tanto no se corrijan las deficiencias técnicas o mecánicas del caso.

(f). Los vehículos que funcionen con motores accionados por combustibles alternos estarán sujetos a la mismas medidas máximas permisibles de los motores de gasolina con control de emisiones (Artículo 11c, capítulo III).

Artículo 12. En el caso de que un vehículo no cumpla con los niveles permisibles de emisión de gases, humos o partículas, deberá ser reparado previo a obtener el certificado de emisión de contaminantes. Para este efecto, el propietario estará en libertad de repararlo donde así lo desee antes de someter el vehículo nuevamente a revisión por parte de la empresa autorizada por la Comisión Interinstitucional.

#### CAPITULO IV SANCIONES

Artículo 13. Los propietarios de los vehículos que remuevan cualquier parte del sistema de control de emisión de gases de su vehículo serán sancionados con una multa de mil Lempiras (L.1,000) o su valor equivalente ajustado



anualmente con relación al tipo de cambio vigente del dólar de los Estados Unidos de América.

Artículo 14. Los responsables de empresas autorizadas por la Comisión, que emitan certificados a vehículos cuyos sistemas de emisiones hayan sido removidos parcial o totalmente o bien a vehículos que en el momento de la revisión excedan los límites de emisión permisibles, serán sancionados:

1. La primera vez, con una multa de dos mil quinientos Lempiras (L.2,500) o su valor ajustado anualmente.
2. La segunda vez, con una multa de cinco mil Lempiras (L.5,000) o su valor ajustado anualmente.
3. La tercera vez, con una multa mayor de diez mil Lempiras (L. 10,000) o su valor ajustado anualmente y la cancelación definitiva de la autorización para emitir certificados de control de emisión de contaminantes, sin perjuicio de las responsabilidades civiles y penales conexas.

Las multas tendrán que ser canceladas duante el período de treinta días calendario posteriores a la comunicación de la sanción, o de lo contrario le será retirada a la empresa la autorización de la Comisión para extender certificados de control de emisión de contaminantes.

Artículo 15. A cualquier persona natural o jurídica que importe un vehículo de su propiedad, aún pagando los impuestos, pero que lo matricule infringiendo los preceptos de la Ley, se le confiscará el vehículo y para retirarlo deberá pagar una multa de diez mil Lempiras (L. 10,000) o su valor equivalente ajustado anualmente. Deberá, además, instalar en el vehículo el sistema necesario de control de emisiones, realizar una nueva prueba de control de emisiones contaminantes, para lo cual contará con un permiso para circular provisional de quince días, y finalmente mostrar el certificado de la prueba conforme.

Artículo 16. Los propietarios de los vehículos que excedan los valores de emisión de gases, humos y partículas permisibles en las revisiones selectivas efectuadas por la Empresa Controladora, así como de los vehículos que estén circulando sin su certificado de control de emisión de gases serán sancionados de la manera siguiente:

- a. Los vehículos livianos de cuatro ruedas deberán pagar una multa de quinientos Lempiras (L. 500), o su valor equivalente ajustado anualmente.
- b. Los vehículos de más de cuatro ruedas deberán pagar una multa de ochocientos Lempiras (L. 800), o su valor equivalente ajustado anualmente.

La tarjeta de circulación del vehículo y la placa serán decomisadas por la Empresa Contralora. Para que éstas le sean devueltas al propietario, éste tendrá que mostrar el recibo de pago de la esquila con que fue sancionado y un certificado de control de emisión de gases de una empresa autorizada con fecha posterior a la de la esquila.

Artículo 17. Las empresas que importan vehículos sin controles de emisiones y que excedan los límites permisibles de este Reglamento serán sancionadas de la siguiente manera:

1. La primera vez, con una multa de veinte y cinco mil Lempiras (L.25,000) o su valor ajustado anualmente.
2. La segunda vez, con una multa de cincuenta mil Lempiras (L.50,000) o su valor equivalente ajustado anualmente.
3. La tercera vez, con una multa de cien mil Lempiras (L. 100,000) o su valor equivalente ajustado anualmente y la cancelación definitiva de la autorización para importar vehículos, sin perjuicio de las responsabilidades civiles y penales conexas.

Artículo 18. Las sanciones establecidas en los artículos anteriores serán impuestas por el Tribunal competente, ante el cual deberá cursarse la denuncia, sin perjuicio de responsabilidades por hechos delictivos conexos que el infractor hubiera cometido.

### **Propuesta de reglamento para el control de emisiones de gases**

Ahora presentaremos un segundo caso: una propuesta de Reglamento para el control de emisiones de los vehículos automotores en Guatemala. En este país existe una ley marco de medio ambiente. Por lo tanto de esta ley se debe derivar su reglamento.

El Decreto 68-86, Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, obliga y faculta a la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) a emitir un reglamento para el control de la contaminación del aire. Veamos la propuesta:

COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE  
REGLAMENTO DEL DECRETO 68-86 PARA EL CONTROL DE  
EMISIONES DE LOS VEHICULOS AUTOMOTORES

CONSIDERANDO:

Que es obligación del Estado velar por la salud de sus habitantes, a través de acciones de prevención y coordinación que permitan alcanzar el bienestar físico y social de los mismos.

CONSIDERANDO:

Que la situación actual de la contaminación atmosférica provocada por la emisión de gases de los vehículos automotores es alarmante ya que la mayoría de sus contaminantes sobrepasan los límites considerados como tolerables para la salud humana.

CONSIDERANDO:

Que a partir del mes de mayo de 1991, Guatemala importa gasolina sin plomo, con lo cual se ha logrado eliminar casi totalmente la presencia de plomo en la atmósfera. Sin embargo, se hace necesario eliminar otros contaminantes producidos por motores de combustión interna, por lo cual es urgente emitir las disposiciones de control tendientes a la solución de dicha problemática y así mejorar la calidad del aire.

POR TANTO:

En el ejercicio de la facultad que le confiere el artículo 183 literal e), 93 y 97 de la Constitución Política de la República de Guatemala, y el artículo 14 del Decreto 68-86 del Congreso de la República.

ACUERDA:

Emitir el siguiente

REGLAMENTO PARA EL CONTROL DE EMISIONES DE LOS  
VEHICULOS AUTOMOTORES

CAPITULO I  
DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1: Para que un vehículo automotor de cuatro o más ruedas pueda circular por las vías públicas, es obligatorio que posea el respectivo Certificado de Control de Emisiones, la Calcomanía de Control de Emisiones, y que su motor no emita niveles de contaminación que excedan los límites permisibles establecidos en este Reglamento. Se fija el plazo de un año, contado a partir del día en que comienza a regir este Reglamento, para que se obtenga el Certificado y la Calcomanía de Control de Emisiones y que en caso necesario sean ajustados o reparados los vehículos para cumplir con las disposiciones de este artículo.

Artículo 2: Se exceptúan de la aplicación de este reglamento los tractores y maquinaria agrícola y de construcción diseñados para uso fuera de carretera, los vehículos de carreras y las motocicletas con motor de cuatro tiempos.

Artículo 3: A partir del 1o. de enero de 1998 se prohíbe el ingreso al país de vehículos automotores equipados con motores de dos tiempos que utilicen combustible gasolina .

Artículo 4: Todos los vehículos automotores que ingresen al país a partir de la fecha de vigencia de este reglamento deben contar con un sistema de control de emisiones en perfecto estado de funcionamiento.

## CAPITULO II DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS CONTROLES DE EMISIONES

Artículo 5: Para los efectos de aplicación de este Reglamento, se nombrará una comisión llamada Comisión de Control de Emisiones, que se integrará de la siguiente forma: un representante de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, quien la presidirá; un representante de la Dirección General de la Policía Nacional; dos asesores nombrados por la Comisión Nacional del Medio Ambiente. Los integrantes de la Comisión de Control de Emisiones y los asesores que fueren citados a sesión y asistan, devengarán dietas.

Artículo 6: La Comisión de Control de Emisiones autorizará la operación de los Centros de Control de Emisiones y de una o varias Empresas Controladoras que cumplan con las disposiciones del presente Reglamento, dentro de los tres meses posteriores a su vigencia, y se le asignará a cada uno de los Centros de Control de Emisiones el respectivo código de autorización.

Artículo 7: La verificación del funcionamiento de los vehículos automotores en lo referente a las emisiones de gases y partículas, se efectuará a través de una o varias Empresas Controladoras privadas y de Centros de Control de Emisiones, inscritos a nombre de personas naturales o jurídicas debidamente autorizados por la Comisión de Control de Emisiones.

Artículo 8: Los Centros de Control de Emisiones autorizados para realizar las pruebas de emisiones vehiculares podrán realizar trabajos de reparación o de mantenimiento de vehículos.

Artículo 9: Los Centros de Control de Emisiones deberán estar legalmente establecidos, presentar la respectiva patente de comercio, el número de contribuyente al IVA y contar con equipos autorizados por la Comisión de Control de Emisiones, en adecuado estado de funcionamiento y calibración constante, para la medición de monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), bióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) y oxígeno (O<sub>2</sub>), para el control de emisiones de los motores que funcionen con combustible gasolina, y de medición de humo (partículas), para motores que funcionen con combustible diesel. Estos equipos deberán transmitir e imprimir automáticamente y sin interferencia humana los datos resultantes de las mediciones.

Artículo 10: La calibración de los equipos para la medición de contaminantes de diesel y gasolina deberá realizarse en forma periódica, por lo menos una vez al mes, bajo la supervisión de la o las Empresas Controladoras.

Artículo 11: Los Centros de Control de Emisiones deberán contar con una adecuada planta física y con personal técnicamente calificado y certificado para el manejo de los equipos y la realización de las pruebas de control de emisiones.

Artículo 12: Los Técnicos Autorizados para realizar pruebas de control de emisiones de gases deberán estar inscritos en el Registro de Técnicos, que para el fin levante la Comisión de Control de Emisiones. Además, deberán asistir a los cursos técnicos que la Comisión de Control de Emisiones requiera y aprobarlos.

Artículo 13: Después de realizar cada prueba de control de emisiones, el Centro de Control de Emisiones que la realice extenderá un Certificado de Control de Emisiones, en donde se indicarán los niveles de emisiones del

vehículo, los cuales serán impresos automáticamente. Adicionalmente, extenderá una Calcomanía de Control de Emisiones.

Artículo 14: El Técnico Autorizado que realice la prueba deberá firmar y sellar el Certificado de Control de Emisiones bajo su responsabilidad.

Artículo 15: El Certificado de Control de Emisiones se hará en formato único diseñado por la Comisión de Control de Emisiones y contendrá los siguientes datos: Número del Certificado, número de la Calcomanía, código de autorización del taller, año modelo, fecha de emisión del certificado, fecha de vencimiento del certificado, número de identificación del vehículo, número de placa del vehículo, kilometraje del vehículo, tipo de combustible utilizado por el motor, nombre del responsable del respectivo Centro de Control de Emisiones que emite el certificado y espacio para un sello y para la firma del técnico responsable.

Artículo 16: La Calcomanía de Control de Emisiones se hará en formato único diseñado por la Comisión de Control de Emisiones con numeración corrida.

Artículo 17: La Comisión Nacional del Medio Ambiente será la encargada de contratar la impresión de los Certificados y las Calcomanías de Control de Emisiones y distribuirlos a los Centros de Control de Emisiones.

Artículo 18: La Calcomanía de Control de Emisiones deberá ser colocada en la esquina inferior derecha del vidrio delantero del vehículo.

Artículo 19: El Certificado y la Calcomanía de Control de Emisiones tendrán validez de un año, excepto para aquellos vehículos dedicados al transporte comercial o colectivo de personas, para los cuales tendrán validez de seis meses.

Artículo 20: La supervisión y el control de los Centros de Control de Emisiones se hará por medio de una o varias Empresas Controladoras privadas que para tal fin contrate y autorice la Comisión Nacional de Medio Ambiente, previa recomendación técnica y evaluación de la Comisión de Control de Emisiones, que redactará el contrato respectivo con sus normas técnicas y demás requisitos, dentro de los tres meses posteriores a la vigencia de este reglamento.

Artículo 21: La o las Empresas Controladoras estarán encargadas de realizar selectivamente, controles en las vías públicas a los vehículos. En estos controles se exigirán el Certificado y la Calcomanía de Control de Emisiones y se hará una prueba de emisiones, utilizando para ello equipos de medición que impriman los datos automáticamente y sin interferencia humana.

Artículo 22: Los funcionarios de la Empresa Controladora se harán acompañar por uno o varios agentes de la Policía Nacional, quienes estarán encargados de detener los vehículos a los cuales se harán las pruebas de emisiones y en caso de infracción apoyar a los funcionarios de la Empresa Controladora.

Artículo 23: Si un vehículo no tiene Certificado o Calcomanía de Control de Emisiones o bien no cumple con los límites permitidos de emisiones de gases de acuerdo con el resultado de la prueba que realice la Empresa Controladora, el funcionario de esta empresa emitirá la multa respectiva, además de retener las placas de circulación del vehículo. El recibo de la multa deberá ser acompañado de la impresión de la prueba de emisiones que se realice.

Artículo 24: La Comisión de Control de Emisiones estará encargada de la coordinación y seguimiento de la ejecución de este Reglamento y tendrá las siguientes funciones:

- a. Establecer los procedimientos técnicos y administrativas necesarios para la aplicación del presente Reglamento, incluyendo las autorizaciones y los Contratos de los Centros de Control de Emisiones y de la Empresa Controladora, así como el diseño, impresión y distribución de los Certificados y Calcomanías de Control de Emisiones.
- b. Mantener una relación de coordinación permanente con los entes públicos y privados dedicados a la preservación del medio ambiente y también con aquéllos dedicados a hacer otro tipo de control de los vehículos tales como verificaciones para internar los vehículos al país, inspecciones de seguridad y otras.
- c. Proponer revisiones de los límites permisibles con el objeto de actualizarlos de acuerdo a los cambios de tecnología. En el caso del humo (partículas), monóxido de carbono (CO) y de los hidrocarburos (HC) estos límites solamente podrán ser menores que los establecidos en este Reglamento. Esta restricción no se aplica en el caso del bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

d. Las demás funciones que sean necesarias para la aplicación de este reglamento.

Artículo 25: Se prohíbe que los vehículos automotores que utilicen combustible diesel para su funcionamiento, o bien diesel mezclado con otros combustibles, emitan humo (partículas) que excedan los siguientes límites:

a) Los vehículos modelo 1999 y anteriores, durante su funcionamiento no deberán emitir humo cuya opacidad exceda los porcentajes a continuación indicados, o su factor  $\text{Km}^{-1}$  equivalente en cada caso.

1. Para los vehículos cuyo peso bruto sea menor que 3.5 toneladas métricas, el nivel máximo de opacidad permitida es de 70%, excepto para aquéllos vehículos que funcionan con motores diesel turboalimentados, cuyo límite de emisión no podrá superar el 80% de opacidad.

2. Para los vehículos cuyo peso bruto sea mayor o igual a 3.5 toneladas métricas, el nivel máximo de opacidad permitida es de 80%.

b) Los vehículos modelo 2,000 en adelante que ingresen en forma definitiva al país, durante su funcionamiento no deberán emitir humo cuya opacidad exceda los porcentajes a continuación indicados, o su factor  $\text{Km}^{-1}$  equivalente en cada caso.

1. Para los vehículos cuyo peso bruto sea menor que 3.5 toneladas métricas, el nivel máximo de opacidad permitida es de 60%, excepto para aquéllos vehículos que funcionan con motores diesel turboalimentados, cuyo límite de emisión no podrá superar el 70% de opacidad.

2. Para los vehículos cuyo peso bruto sea mayor o igual a 3.5 toneladas métricas, el nivel máximo de opacidad permitida es de 70%.

La medición de la opacidad para los vehículos mencionados en los incisos a) y b) de este artículo deberá realizarse por medio de equipos con opacímetros de flujo parcial y bajo el procedimiento de aceleración libre, tomando en cuenta el factor de corrección por altura con referencia al nivel del mar en el lugar donde se realice la medición.

Artículo 26: Se prohíbe que los vehículos automotores provistos con motor de ignición por chispa que utilicen combustible gasolina, gas, alcohol u otras



sustancias para su funcionamiento, cualquiera que sea su tipo o peso, emitan gases contaminantes que excedan los límites establecidos seguidamente.

a) Los vehículos modelo 1994 y anteriores, durante su funcionamiento no deberán emitir gases contaminantes afuera de los límites a continuación indicados: No deben producir emisiones que excedan al 4.5% de monóxido de carbono (CO) del volumen total de gases, ni 600 p.p.m. (partes por millón) de hidrocarburos (HC). Tampoco podrán emitir bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en cantidades inferiores al 10.5% del volumen total de gases.

b) Los vehículos modelo 1995 en adelante, sean nuevos o usados, durante su funcionamiento no deberán emitir gases contaminantes afuera de los límites a continuación indicados: No deben producir emisiones que excedan al 0.5% de monóxido de carbono (CO) del volumen total de gases, ni 125 p.p.m. (partes por millón) de hidrocarburos (HC). Tampoco podrán emitir bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en cantidades inferiores al 12% del volumen total de gases.

Las mediciones de gases para los vehículos mencionados en los incisos a) y b) de este artículo deberán realizarse dos veces y en ninguna oportunidad podrán ser sobrepasados los límites establecidos en estos mismos incisos; la primera medición se realizará en ralentí a no más de 1,000 r.p.m. (revoluciones por minuto del motor); la segunda a una velocidad entre las 2,200 y las 2,700 r.p.m, con un período de espera de 15 segundos después de la aceleración para la toma de estas muestras. Además, tales mediciones se realizarán con el motor funcionando a temperatura normal y siguiendo las especificaciones del fabricante del equipo de medición, tomando en cuenta el factor de corrección por altura con referencia al nivel del mar en el lugar donde se realice la medición.

Artículo 27: En caso de que un vehículo no cumpla con los niveles permisibles de emisiones, deberá ser reparado previo a obtener el Certificado de Control de Emisiones. Para el efecto, el propietario estará en libertad de reparar el vehículo donde así lo desee antes de someterlo nuevamente a revisión de emisiones en alguno de los Centros de Control de Emisiones.

### CAPITULO III SANCIONES

Artículo 28: Los propietarios de los vehículos que remuevan cualquier parte del sistema de control de emisiones del mismo serán sancionados con una multa de dos mil quinientos quetzales (Q2,500.00).

Artículo 29 : Los propietarios de los vehículos que excedan los valores de emisiones permisibles en las revisiones selectivas que realice la Empresa Controladora, así como los propietarios de los vehículos que se encuentren circulando sin el correspondiente Certificado o Calcomanía de Control de Emisiones, serán sancionados así:

1. Los vehículos livianos cuyo peso bruto sea menor de 3.5 toneladas métricas serán sancionados con una multa de quinientos quetzales (Q500.00)
2. Los vehículos livianos cuyo peso bruto sea mayor de 3.5 toneladas métricas serán sancionados con una multa de mil quetzales (Q1,000.00)

Artículo 30: Cualquier persona natural o jurídica que importe un vehículo y lo matricule infringiendo los preceptos de este Reglamento será sancionada con una multa de seis mil quetzales (Q6,000.00).

Artículo 31: Los Centros de Control de Emisiones y los técnicos autorizados por la Comisión de Control de Emisiones, que se demuestre emitan Certificados de Control de Emisiones a vehículos que en el momento de la revisión no cumplan con los límites permisibles, o a vehículos que no reúnan los requerimientos establecidos por el artículo 1 de este Reglamento, o bien que su sistema de control de emisiones haya sido removido parcial o totalmente, serán sancionados, tanto el Centro de Control como el Técnico Autorizado, de la siguiente manera:

1. La primera vez, con una multa de tres mil quetzales (Q3,000.00).
2. La segunda vez, con una multa de cinco mil quetzales (Q5,000.00).
3. La tercera vez, con una multa de siete mil quetzales (Q7,000.00) y la cancelación definitiva de la autorización para continuar operando, sin perjuicio de las responsabilidades civiles y penales conexas.

Artículo 32: En caso de los artículos 28 y 29, la Empresa Controladora emitirá la multa respectiva, además de retener las placas de circulación del vehículo, si se produce infracción en cuanto a emisiones de acuerdo con el resultado de la medición de las mismas. El infractor deberá corregir el estado del vehículo y contará con un plazo de quince días para presentar a la Empresa Controladora el Certificado de Control de Emisiones, obtenido en cualquiera

de los Centros de Control de Emisiones. La Empresa Controladora podrá realizar nuevamente un control de emisiones para verificar el buen estado del vehículo. La Empresa Contralora, previa exhibición del Certificado del Control de Emisiones y del comprobante de pago de la multa respectiva, devolverá las placas de circulación retenidas.

Artículo 33: Las sanciones establecidas en este reglamento serán impuestas por la Comisión Nacional del Medio Ambiente, ante la cual deberá cursarse la denuncia.

#### CAPITULO IV DISPOSICIONES FINALES

Artículo 34: El presente Acuerdo empezará a regir el día de su publicación en el Diario Oficial.

Comuníquese.

#### **Inspecciones periódicas**

Los controles periódicos deben ser efectuados en talleres privados autorizados y supervisados por el gobierno. A esto se le llama programa de Inspección / Mantenimiento (IM). Estos talleres deben estar facultados a extender certificados de emisiones que en cualquier momento pueden ser exigidos por las autoridades. Estos certificados deben tener validez de un año en el caso de vehículos particulares y seis meses en el caso de transporte público. Pueden ser complementados por una calcomanía colocada en el vidrio delantero del vehículo para su fácil identificación.

Actualmente no se discute la propuesta de que estas inspecciones se realicen en talleres privados. En donde sí hay discusión es en la propuesta de confiar el control periódico a talleres existentes que verifiquen y reparen (programa descentralizado) o bien a centros exclusivos de verificación a los que no se les permite reparar vehículos (programa centralizado).

El argumento para centros exclusivos de verificación es que al gobierno se le facilita más controlar a unos pocos centros que a muchos talleres,

contribuyendo de esta forma a evitar la corrupción. En este sentido tienen razón, pero es posible que en el país en donde se tome esta decisión se den los siguientes problemas: Primero, en un principio habrá pocas empresas interesadas en participar por desconocimiento del mercado. Por lo tanto el público tendrá menos opciones. Segundo, no se está incentivando a los talleres privados para que compren equipos de medición de gases. Esto puede provocar que en casos difíciles el cliente tenga que hacer varios viajes entre el taller de reparación y el centro de verificación hasta que su vehículo pase la prueba, pagando el costo de cada prueba individual.

Como estrategia, es mejor comenzar el programa permitiendo que los talleres que reparan verifiquen emisiones de gases. De esta manera estarán incentivados a comprar los equipos y a recibir entrenamiento. Además, se aprovecha la capacidad instalada existente. Después de un tiempo prudencial que les permita amortizar los equipos, se puede hacer el cambio a centros únicos de verificación.

Otra opción es autorizar solamente a talleres de cierta categoría; el supuesto es que es más probable que la corrupción venga de talleres informales. Para lograrlo se pueden poner requisitos que un taller informal es difícil que cumpla. Entre ellos, exigir equipo más costoso (de certificación).

En lo que se refiere al costo de la medición algunas autoridades inmediatamente piensan en un precio tope. Esta es la manera más segura de desincentivar la inversión y hacer que fracase el programa. El precio debe ser dejado a las fuerzas del mercado. La competencia es sana. Por ejemplo, en el caso del sistema descentralizado, es posible que algunos talleres ofrezcan gratis la certificación de emisiones de gases a cambio de que el cliente compre un servicio de mantenimiento para su vehículo.

### **Inspecciones selectivas**

Los controles periódicos deben ser complementados con verificaciones selectivas hechas en la vía pública. El objeto es comprobar que tanto el público como los talleres cumplan. Deben revisarse los documentos y las emisiones. Solamente así podremos garantizar que el programa funcione.

Para estos controles se propone contratar a una empresa privada mediante concurso público. Esta empresa debe estar apoyada por la policía o alguna otra autoridad para que en el momento en que encuentre a un infractor la sanción se haga efectiva. La idea es que esta empresa se mantenga con el producto de las multas. Si no hay una forma de obligar a los infractores a pagar la multa el programa será un fracaso. El único método que ha demostrado ser efectivo es decomisar las placas de circulación del vehículo y devolverlas hasta que se haya pagado la multa y demostrado que el vehículo pasa la prueba. La copia del formulario de multa que usualmente se le entrega al infractor le puede dar derecho para circular uno o varios días sin placas dando un tiempo prudencial para que lleve el vehículo al taller y lo repare.

### **El control de la corrupción (14)**

Una ley de control de emisiones por muy bien hecha que esté, serviría de poco o de nada si no se controla el funcionamiento correcto de los vehículos. Pero hay muchas formas de evadir los controles. El incentivo para evitar el control es la relación que hay entre las probabilidades de ser sancionado, el monto de la multa, la forma de hacerla efectiva y el costo de reparar el vehículo para no ser multado.

Algunos países solamente realizan revisiones periódicas o bien solamente selectivas. A esto se les llama programas de un nivel. Los sistemas dobles consisten en un control obligatorio en talleres certificados (revisiones periódicas) y un control al azar de los vehículos circulando por las calles (revisiones selectivas).

Se puede controlar bastante la corrupción si se hace poco rentable ser corrupto. Los sistemas de un nivel, basándose solamente en talleres o en controles de tránsito siempre son atractivos económicamente para la corrupción. Con un sistema de doble control habrá más posibilidades de ser detectado y el incentivo para ser corrupto es menor.

Algunos países practican auditorías a los talleres. Estas pueden ser combinadas con controles de carácter técnico, como la introducción de equipo más sofisticado que imprima datos sin interferencia humana.

A continuación pasaremos a considerar las desventajas de basar un control en auditorías a talleres, las formas que existen de evadir una auditoría o un control periódico y las ventajas de un control basado en inspecciones selectivas.

#### Desventajas de un control basado en auditorías a talleres:

- En un sistema descentralizado, el elevado número de talleres implica un costo muy alto para el programa.
- En un sistema centralizado, en la práctica ha resultado difícil revocar una licencia aún cuando se demuestra que los mecánicos son corruptos. Los costos políticos y legales son muy altos y el proceso es bastante lento.
- El costo de los controles se transfiere a todos por igual, honestos o no, violando así del principio de que el contaminador paga.
- No toma en cuenta otros métodos de evasión, por lo que su impacto es limitado.

#### Formas de evadir un control periódico o una auditoría:

- Propietarios de vehículos que no acuden a solicitar su certificado de emisiones por negligencia o porque de antemano saben que no pasarán la prueba.
- Centros de verificación sin personal calificado, negligentes o que no calibran sus equipos.
- Centros de verificación corruptos.
- Venta de certificados falsos.
- Reparaciones o servicios poco duraderos. Es posible que el vehículo haya pasado la prueba y se haya desajustado poco tiempo después.
- Propietarios de vehículos que los ajustan solamente para pasar la prueba. Esto es muy común entre los conductores de buses y camiones diesel que intencionalmente gradúan la bomba de inyección para que entregue más combustible y el motor tenga más fuerza; para pasar la prueba regresan la entrega a su nivel normal. También sucede con propietarios de vehículos con motor de gasolina, especialmente carburados.

#### Ventajas de las inspecciones selectivas:

- Las multas solamente las pagan los que violan la ley. La responsabilidad cae en el propietario, quien es el que dispone del vehículo. Si obtuvo el certificado honestamente y luego no pasó la prueba, debe reclamar garantía como si se tratara de cualquier producto. Los centros de verificación que no den o no honren la garantía pronto saldrán del negocio.
- Los ingresos por multas son más altos que los costos de aplicarlas.
- Se controlan los resultados en vez del proceso.
- Los grandes contaminadores (como los vehículos que expelen humo negro o blanco) son muy visibles y por ende susceptibles de recibir varias multas al año. Es fácil controlarlos en las cuestas usando equipos de radio y avisando al puesto de control a un centenar de metros adelante que se acerca un vehículo que expelle humo.

La clave está en el tamaño de la flota y el número de revisiones que se hagan. Si tenemos una flota de 400,000 vehículos, por ejemplo, hacer 20,000 revisiones selectivas por año casi no sirve de nada. La posibilidad de ser multado es tan baja que el propietario no arreglará su vehículo. Si se hacen 400,000 revisiones la posibilidad es de casi 100% (algunos serían revisados más de una vez). Por supuesto que sería costoso. Como norma se debe controlar anualmente 50% de la flota vehicular.

Como podemos ver, la mejor forma de evitar la corrupción es tener un programa de dos niveles que haga énfasis en las inspecciones selectivas.

Finalmente, para mejorar los controles y asegurar la efectividad del programa a un bajo costo, las multas tienen que ser suficientemente severas y la forma de cobrarlas expedita.

### **Equipos para medición de contaminantes (15)**

Los equipos para medición, en lo que se refiere a contaminantes, pueden clasificarse en tres grupos: equipos para medir gases (usados en motores gasolina), equipos para medir partículas (usados en motores diesel) y equipos mixtos que tienen las dos habilidades.

En lo que se refiere a su capacidad y características técnicas, los equipos de medición pueden ser laboratorios complejos para certificaciones de gobierno o

equipos para uso de talleres. Los equipos para talleres, a su vez, presentan varios grados de complicación. Pueden ir desde los más sencillos hasta los llamados equipos de certificación, que imprimen los datos sin interferencia humana y los almacenan en un banco de datos al cual el operador no tiene acceso. Son más sencillos que los equipos de certificación de gobierno.

Los primeros equipos de medición de gases servían solamente para medir monóxido de carbono (CO). Posteriormente salieron al mercado equipos para medir hidrocarburos HC y CO. Actualmente solamente se fabrican equipos que miden cuatro gases: CO, HC, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y oxígeno (O<sub>2</sub>). Los dos primeros son indicación de que hay gasolina sin quemar (contaminantes). El CO<sub>2</sub> es indicación de gasolina quemada por completo. El oxígeno es un indicador de mezcla. En un carro con catalizador es posible que no nos demos cuenta de que la mezcla está rica porque el catalizador quema el exceso de combustible. Es por esto que es necesario medir el oxígeno. Muy poco oxígeno indica una mezcla rica y viceversa.

Los HC y CO se miden con el motor en ralentí (marcha mínima). También es aconsejable hacer una segunda medida entre 2,200 y 2,700 revoluciones por minuto del motor, ya que en este rango se pone en evidencia cuando hay fallas o bien el motor consume aceite.

Un método usado para engañar con el fin de pasar las pruebas en los talleres es abrir agujeros en el tubo de escape para que entre oxígeno y diluya los contaminantes a la salida. Esto se puede detectar midiendo la cantidad de oxígeno. Mucho oxígeno y poco HC y CO indica que hay agujeros en el escape. Una forma sencilla de verificarlo es tapar el tubo de escape con la mano. Si está sellado la presión se debe sentir en no más de dos segundos.

Los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) deben medirse con el motor en funcionamiento para lo cual se necesita un dinamómetro. Este aparato es una carretera estacionaria. El vehículo se pone a funcionar sobre unos rodos a los cuales se aplica presión para que opongan resistencia de acuerdo al peso del vehículo. De esta manera se pueden simular diferentes condiciones de manejo. Como el costo de un dinamómetro es muy elevado, las regulaciones de emisiones de gases usualmente incluyen los NO<sub>x</sub> únicamente para las certificaciones que el gobierno le exige a los fabricantes previo a la introducción de un modelo específico de vehículo al país. Sin embargo, en algunos Estados de los Estados Unidos sí se exigen mediciones de NO<sub>x</sub>.



En el caso de las mediciones que se realizan en talleres o centros de control para el público se usan equipos que miden los contaminantes en porcentajes o partes por millón. En el caso de las mediciones para dar certificaciones a los fabricantes se usan laboratorios con equipos que miden los contaminantes en gramos por milla.

Existen diferentes normativas de control de emisiones mundiales. En Estados Unidos se usa el Federal Test Procedure (FTP) y en Europa las normas Euro. Las mediciones se llevan a cabo en un laboratorio de prueba totalmente sellado. Las pruebas se realizan controlando la temperatura y la presión barométrica. Adentro hay un dinamómetro en donde se hace funcionar el vehículo de acuerdo a un programa establecido. Los contaminantes son recogidos en bolsas y luego se pesan. Como ya dijimos, las medidas se expresan en gramos por milla. El costo de una instalación de este tipo es superior a medio millón de dólares. Cada prueba individual para certificar un vehículo cuesta aproximadamente US\$ 15,000. Esto incluye desarmar y revisar partes del motor y del control de emisiones. Una prueba en donde simplemente se miden los contaminantes cuesta aproximadamente US\$ 1,200.

La exactitud del equipo es crítica. Los primeros medidores de CO tenían un margen de error de 0.2%. Eran buenos para carros inyectados o carburados sin catalizador. Pero un carro moderno con catalizador debe emitir un máximo de 0.2% de CO, que es igual al margen de error; es por esto que para medirlos se necesita equipos más precisos.

En la Comunidad Europea el regulador para bancos de gases es la OIML y las últimas normas son la Clase 1 y la Clase 2. El costo de cada equipo oscila entre US\$ 4,500 y 6,000. Su precio es menor porque no son equipos de certificación. Consisten en un banco de pruebas que posteriormente puede ser conectado a un computador personal. En este tipo de equipo el mecánico puede manipular la información.

Los equipos OIML clase 1 tienen sensor de temperatura de aceite del motor y de revoluciones por minuto. Son expandibles a uso de sensor de oxígeno pero no son expandibles a lectura del quinto gas (NOx). Los de clase dos también tienen sensor de temperatura de aceite y de revoluciones por minuto. Además tienen sensor de oxígeno y son expandibles a lectura del quinto gas (NOx).

En los Estados Unidos las últimas normas para los equipos de medición de gases han sido la Bar 84 y la Bar 90, las cuales salieron en 1984 y 1990

respectivamente. Ambos equipos tienen un margen de error de 0.02%. Su costo oscila entre US\$ 4,500 y 11,000 por unidad. El equipo trae el banco de pruebas integrado con una computadora personal e impresora.

Los equipos Bar 84 no tienen calibración automática ni compensación por altura. Los equipos Bar 90 ya traen estas dos características y además son ampliables a un quinto gas, el NOx, el cual como ya dijimos debe medirse acompañando el equipo de un dinamómetro. En este caso el NOx se mide en partes por millón (ppm), y no en gramos por milla como en los laboratorios de prueba.

Cuando se habla de equipo Bar 90 hay que diferenciar la exactitud de los que son capaces de hacer. En Estados Unidos un equipo Bar 90 de certificación no puede ser abierto por el operador mientras está funcionando. Los datos se imprimen sin interferencia humana. La impresión puede hacerse en un formato pre establecido o se puede modificar el programa para un formato especial. Esto último puede costar alrededor de US\$ 50,000. Si en una ley de emisiones se planea exigir un formato diferente se debe considerar el costo. El número de identificación del vehículo debe ser ingresado. Los datos pueden ser enviados en línea a una central del gobierno. Uno de estos equipos cuesta alrededor de US\$16,000. Si se le quiere añadir capacidad para medir hollín en motores diesel el precio sube a aproximadamente US\$20,000.

La diferencia básica entre los equipos Bar 90 y los de la Clase 2 europeos es que éstos últimos no traen computadora incorporada y no fabrican modelos sellados de certificación.

Entre los años 1994 y 1995 en algunos Estados de los Estados Unidos se comenzó a usar equipos RG/240 y a exigir la prueba IM/240. El equipo mide cinco gases incluyendo NOx, para lo cual como ya dijimos se necesita una instalación con dinamómetro. La prueba de inspección y mantenimiento dura 240 segundos; de allí viene el nombre IM/240. A pesar de que estos equipos miden los contaminantes en % y en ppm y no son laboratorios sellados como los que se usan para certificar a los fabricantes, su costo es demasiado alto. Esto ha hecho que sean escasos y que la aplicación de esta norma haya sido difícil. Algunos Estados han retrocedido ante la cantidad de protestas recibidas.

Ha habido casos en que un país en vías de desarrollo al legislar copia medidas de los Estados Unidos y exige límites de emisiones en gramos por

milla. Por supuesto que nunca tendrá los medios para comprar y mantener estos equipos por lo que una ley de este tipo nace muerta. Una forma de aprovecharse de estas medidas sin comprar los equipos es obligar a que el fabricante extienda un certificado válido por cada modelo en donde haga constar que cumple con las regulaciones de determinados países industrializados que tienen control de emisiones, tales como Estados Unidos, Canadá, México o la Comunidad Europea.

En el caso de equipos para medir las emisiones de hollín en los motores diesel se recomienda que cumplan con las directrices ES 72/306 y la ISO 31-73. El costo de estos medidores es de aproximadamente US\$9,000.

Para medir las emisiones de hollín de los motores diesel existen diferentes tipos de medida usados por diferentes fabricantes. Una medida bastante difundida y muy fácil de entender es el porcentaje de opacidad.

Las unidades Hartridge usadas en equipos del mismo nombre son equivalentes al porcentaje de opacidad. Ejemplo, 70 unidades Hartridge equivalen a 70% de opacidad.

Las unidades Bacharach son propias de los equipos marca Bosch y cada día se usan menos. El análisis de la opacidad en filtros de papel expuestos al humo de equipos que usan esta medida no es muy exacto. No hay un factor de equivalencia fijo para cualquier nivel entre unidades Bacharach y unidades Hartridge. Se les compara con curvas. A continuación damos las equivalencias para los niveles que consideramos límites:

-60 unidades Hartridge equivalen a 4.5 unidades Bacharach

-70 unidades Hartridge equivalen a 6.0 unidades Bacharach

Hoy en día cada vez se vuelve más popular medir la opacidad por el factor Km-1. Las equivalencias son las siguientes:

-70% de opacidad equivale a 2.8 unidades Km-1.

-80% de opacidad equivale a 3.5 unidades Km-1.

En el caso de los motores diesel hay una gran discusión acerca de si se deben usar equipos de flujo parcial o de flujo total. En Centroamérica, por ejemplo, asesores estadounidenses de organismos internacionales insisten en que se hagan medidas de flujo total. Veamos el origen de esta postura.

En Estados Unidos casi no hay autobuses urbanos con motor diesel. Estos usan motores o combustibles alternos. La preocupación entonces son los camiones que circulan en carretera. Como en estas condiciones circulan casi siempre con el acelerador abierto es recomendable un medidor de flujo total que hace una medida promedio.

En Centroamérica casi todos los autobuses urbanos son diesel y constituyen el principal problema. En uso de ciudad se acelera y desacelera constantemente. En este caso lo más recomendable es usar un medidor de flujo parcial que hace una medida pico.

Este es otro ejemplo típico de porqué la legislación ambiental debe ser práctica. Es muy común en países en desarrollo que se copie o se nos obligue a copiar al pie de la letra leyes de países industrializados que después no sirven para nada o son imposibles de aplicar.

Al seleccionar equipos para la compra es recomendable que se escojan en base a la cercanía del fabricante y el respaldo que brinda el distribuidor. Por el otro lado, se debe revisar el reglamento o las normativas de equipos antes de incurrir en gastos.

### **Leyes que causan contaminación**

La legislación inadecuada también puede ser un enemigo del medio ambiente. La totalidad de los países de Latinoamérica han cometido el error de subsidiar al diesel. Aquí se comete un doble error. Por el lado económico, el subsidio lo paga la totalidad de la población, pobres y ricos, sin considerar si tienen o no acceso a usar este combustible. Por el lado ambiental, como ya dijimos, el diesel es el combustible del cual más se abusa. Algunos países están eliminando los subsidios al diesel pero los están sustituyendo por incentivos fiscales, al cobrarle a este combustible menos impuestos que a la gasolina. El resultado es similar.

Otra práctica de estos países es imponer un castigo fiscal a los vehículos de pasajeros e impuestos bajos a los vehículos comerciales, muchos de ellos de doble transmisión. El pretexto es castigar la importación de bienes suntuarios. El costo de fabricar un vehículo de pasajeros es mucho menor. Pero el gobierno distorsiona los costos e incentiva al público a comprar vehículos

comerciales. Estos son más grandes. Usan repuestos más caros y motores de mayor cilindrada que consumen más combustible y emiten mayor volumen de emisiones. Este tipo de leyes también ha provocado problemas de seguridad: muchos *pick ups* son usados para transportar personas en la palangana sin ninguna protección; los usan como vehículos familiares

Otro problema consiste en la aplicación de incentivos fiscales a los carros usados. Muchos gobiernos conceden rebajas en el impuesto de importación con un descuento que es mayor mientras más años tenga el vehículo. En el caso de Latinoamérica esto ha provocado una verdadera invasión de vehículos usados, la mayor parte proveniente de los Estados Unidos, al punto de que en algunos países alcanzan el 80% de la importación total. Buena parte de estos vehículos son chocados o tienen 10 años de antigüedad.

Ante este problema, algunos gobiernos se han ido a extremos prohibiendo por completo la importación de vehículos usados. Casualmente esto se ha hecho en países en donde hay industria automovilística; es un hecho que la medida concede privilegios a los fabricantes.

Considero que deber haber libertad de mercado pero con un límite. Llega un momento de la vida de un vehículo en que comienza a causar lo que se llama externalidades de la economía. Después de cierta edad su motor contamina, su rodaje no presenta seguridad y el alto costo de las reparaciones hace ineficiente su uso. También se descomponen frecuentemente en la vía pública causando embotellamientos de tránsito que se traducen en pérdida de tiempo, consumo de combustible y más contaminación.

Por estas razones opinamos que la importación de vehículos usados no se debe prohibir por completo pero sí limitar. La propuesta es que previo a matricularlos se sometan a revisiones de seguridad y de emisiones de gases. Estas revisiones deben ser extensivas a la flota existente en el país y realizadas en forma periódica. En otras palabras, lo que se exige a los vehículos que se importan se debe exigir a los que circulan en el país; no se debe ser discriminatorio.

## **Los problemas de los fabricantes**

Cumplir con las exigencias de control de emisiones gases tiene un costo adicional de aproximadamente US\$ 1,000 por vehículo; cumplir con las exigencias de seguridad tiene un costo de aproximadamente US\$ 2,000 por vehículo.

Los fabricantes canadienses y estadounidenses solamente fabrican un solo tipo de vehículo, que es el que cumple con las exigencias de emisiones de gases y de seguridad de estos países. La versión de exportación es la misma que la local. La única diferencia es que si el vehículo está destinado a un país en donde solamente hay gasolina con plomo, le modifican la computadora para que ignore el sensor de oxígeno.

Los fabricantes europeos fabrican vehículos versión americana, con control de emisiones de gases y paquete de seguridad; versión europea, con control de emisiones de gases solamente; versión países generales, sin control de emisiones y sin paquete de seguridad.

Los fabricantes latinoamericanos fabrican tres clases de vehículos: versión americana, con control de emisiones de gases y paquete de seguridad; versión con control de emisiones de gases solamente, para países como Chile y México; versión sin control de emisiones y sin paquete de seguridad para países generales.

Los fabricantes japoneses son los reyes de la especialización. Fabrican muchas clases de vehículos: versión japonesa, con control de emisiones de gases; versión americana, con control de emisiones de gases y paquete de seguridad; versión europea, con control de emisiones de gases solamente; versiones para mercados especiales, tales como Arabia Saudita, Africa del Sur, Suecia, etc.; versión para países generales, sin control de emisiones, sin paquete de seguridad y con suspensión reforzada.

Al decir “sin paquete de seguridad” significa que los vehículos pueden tener equipo de seguridad, pero no lo suficiente para cumplir con las normas de los Estados Unidos.

Cuando en Centroamérica se comenzaron a exigir vehículos equipados con controles de emisiones de gases, los fabricantes tuvieron que revisar su línea de vehículos.

Los constructores estadounidenses enviaron el mismo tipo de vehículo que usan localmente sin modificaciones.

Los constructores europeos enviaron la versión europea, la cual tiene control de emisiones de gases pero no el paquete de seguridad que se exige en los Estados Unidos con el propósito de bajar el costo.

Los constructores latinoamericanos como México, enviaron vehículos versión americana (en el caso de subsidiarias de fábricas estadounidenses) y versión Chile o México (en el caso de otras marcas).

Con los constructores japoneses hubo problemas. En el caso de los vehículos de pasajeros enviaron la versión europea. Pero en el caso de los vehículos comerciales de gasolina no quisieron hacerlo. El argumento es que en estos países es necesaria la suspensión reforzada. Las versiones americana y europea tienen control de emisiones de gases pero no tienen suspensión reforzada. El resultado es que suspendieron el envío de vehículos comerciales japoneses de gasolina a estos países.

Es obvio que los japoneses son muy celosos de su producto y temen que se desprestigie si no seleccionan la especificación adecuada. Sin embargo, en Centroamérica funcionan miles de vehículos comerciales japoneses importados de los Estados Unidos sin suspensión reforzada. De acuerdo a los distribuidores que le dan servicio a estos vehículos no han tenido ningún problema especial con la suspensión. A juicio de ellos la medida tomada por los fabricantes japoneses es exagerada.

Existe un problema adicional. Algunos países de Centroamérica están exigiendo dos tipos de certificado; uno de ellos es el que se obtiene al hacer el control periódico de emisiones; el otro, el que se exige a los fabricantes por modelo tipo y por año. En este segundo certificado se le pide a los fabricantes que hagan constar que el vehículo cumple con las normas de mercados en donde se exige controles de emisiones de gases, tales como Estados Unidos, Europa o México (ver en este mismo capítulo el proyecto de reglamento para Honduras, artículo 11 inciso b). Lo que se trata aquí es de aprovecharse de costosos laboratorios de certificación que existen en países industrializados sin pagarlos. Pero esta exigencia puede traer complicaciones.

Para sancionar a un fabricante que miente se propone que en caso de duda el distribuidor puede ser obligado a enviar dos vehículos a su costo a un

laboratorio aprobado por entidades como la EPA. Medir cada vehículo en uno de estos laboratorios puede costar US\$ 1,200, aparte de flete y otros gastos. El costo político de aplicar este tipo de sanciones puede ser muy alto.

Las medidas que se exige a los fabricantes para certificar un vehículo en Estados Unidos, México y Europa son mucho más estrictas que las medidas que se exigen en las inspecciones periódicas y selectivas. Esto se debe entre otras cosas a que en estas últimas se considera cierto desgaste del motor.

Al exigir el certificado de fabricante al mismo tiempo se está pidiendo cumplir con las medidas más estrictas que existen. En Costa Rica fue imposible que los motores diesel cumplieran con estas medidas y se está proponiendo suavizar la norma. Hacerlo implica añadir varias páginas al reglamento porque hay que especificar medidas para certificado de fabricante para cada tipo de motor en gramos por milla.

Los vehículos japoneses con motor diesel pueden cumplir con los niveles que se exigen en las inspecciones periódicas y selectivas pero tienen problemas para cumplir con las certificaciones de fabricante. En Estados Unidos no se comercializan vehículos japoneses con motor diesel porque no cumplen con las normas de emisiones de gases. En Europa sí los venden porque allí las exigencias no son tan severas. Pero temen usar la versión europea en Centro América por que no tienen suspensión reforzada. De manera que es posible que en Costa Rica se suspenda el envío de vehículos comerciales japoneses con motor diesel.

La conclusión es que los fabricantes japoneses tendrán que fabricar en el futuro una versión de vehículo para países generales con suspensión reforzada y catalizador; en el caso de los vehículos diesel tendrán que fabricar motores más limpios. Estos cambios no pueden ser hechos de la noche a la mañana. Es por esto que una ley de control de emisiones debe estipular plazos.

Por el otro lado, los legisladores deben hacer lo posible porque las medidas sean uniformes para cada mercado. Es imposible, por ejemplo, que un fabricante haga un modelo especial para un país tan pequeño como Costa Rica.



En las grandes ciudades un sistema de transporte colectivo eficiente es crucial para disminuir el uso de combustibles y la contaminación. Según el documento del VIII Congreso Nacional de Ingeniería realizado en Guatemala en 1990, el 80% de los deseos de viaje de los habitantes de la ciudad Capital se realizan por medio de los sistemas colectivos; consumen el 30% de los combustibles y contribuyen en 20% al tráfico, con una utilización promedio de casi 30 pasajeros por viaje. Los vehículos particulares apenas satisfacen el 20% de los deseos de viaje; consumen el 70% de los combustibles y contribuyen en más de 80% al tráfico, con una utilización media que no llega a 3 pasajeros por viaje.

Si se lograra incrementar en 10% el uso del transporte colectivo se podría disminuir sustancialmente el tráfico y ahorrar 30% o más en combustibles.

Este análisis solamente toma en cuenta la cantidad de los contaminantes y no la calidad. El 70% de los autobuses en la ciudad de Guatemala circulan con el motor desajustado. Sin embargo, es evidente que un sistema de transporte colectivo bien administrado puede contribuir enormemente a mejorar la calidad del aire.

## **CAPITULO VII: CAMBIOS MECANICOS AL INTRODUCIR LA GASOLINA SIN PLOMO**

Cuando se introduce la gasolina sin plomo a un país surgen una serie de inquietudes que trataremos de responder en este capítulo.

- La gasolina sin plomo puede ser usada sin necesidad de ajustes y no afecta el funcionamiento del motor. Al cambiar a gasolina sin plomo no estamos cambiando el octanaje, sino la forma de obtenerlo. Si se mantiene el octanaje no tienen porqué ser afectadas la potencia y el funcionamiento del motor.

Al sustituir la gasolina con plomo por gasolina sin plomo se pueden observar los siguientes cambios que todo mecánico debe conocer:

- El color normal de las bujías en los motores carburados cambia de gris o café claro a café oscuro. Esto se debe a que el plomo tiende a formar depósitos y prácticamente “pinta” estas piezas de color claro. En los vehículos carburados el color de las bujías se usa como referencia para ajustar la mezcla empíricamente y se busca obtener un color café claro como indicador de mezcla normal. Esto ya no se puede hacer con la gasolina sin plomo. En los manuales de bujías hay cartas de diagnóstico a colores. En muchos de ellos hay dos colores diferentes de bujía, ambos son considerados como producto de funcionamiento normal del motor. El color claro se refiere a una bujía que ha trabajado con gasolina con plomo y el oscuro a una que ha trabajado con gasolina sin plomo. En los motores inyectados que se usan con gasolina sin plomo el color normal de la porcelana de las bujías debe ser entre café claro y blanco.
- El color del interior del escape cambia de gris o café claro a negro.
- El olor de los gases de escape en los carros sin catalizador es más concentrado. Esto se debe a que la gasolina sin plomo tiene un mayor contenido de aromáticos.

- En los carros equipados con catalizador eventualmente se puede sentir un olor que proviene del escape, similar al de un huevo podrido. Este olor es más notorio cuando el vehículo está parado con el motor encendido, los vidrios abiertos y viento de cola. Entre las causas de este olor pueden estar las siguientes: temperatura anormal de funcionamiento del motor, excesiva presión de gasolina, marcha mínima incorrecta, tiempo de ignición incorrecto, fuga en los inyectores y alto contenido de azufre en la gasolina. Si se verifica el correcto funcionamiento del vehículo y la calidad de la gasolina y el olor persiste hay que cambiar el catalizador.
- El arranque en frío en vehículos con motor carburado sí puede presentar algún problema al usar gasolina sin plomo. En el caso de que el carburador tenga estrangulador automático no hay problema. Pero en el caso de carburadores con estrangulador manual es muy común que el conductor tienda a jalar el cable más de lo necesario; como la gasolina sin plomo tiene más aromáticos puede ahumar las bujías en frío. Este problema es más crítico en países tropicales, ya que en clima cálido no existe lo que los fabricantes definen como arranque en frío. En lugares en donde se almacenan carros nuevos o usados generalmente son arrancados constantemente para evitar que se descargue la batería; como esto se hace en frío, es muy común que las bujías se ahumen al punto de que la corriente se va a tierra y el motor no arranca. La recomendación es no usar o usar muy poco el estrangulador manual en climas cálidos.
- En el caso de vehículos fabricados con control de emisiones de gases que han estado expuestos a gasolina con plomo, el sistema puede ser recuperado al estar disponible la gasolina sin plomo. Para recuperar el consumo normal de combustible basta con cambiar el sensor de oxígeno. Para recuperar la función ambiental hay que cambiar el catalizador y verificar el resto de los controles de emisiones. En en casos en que las partes del control de emisiones hayan sido literalmente arrancadas como lo hacen muchos mecánicos irresponsables, es casi imposible regresar el motor a su condición original.

## **CAPITULO VIII: ATAQUES A LA GASOLINA SIN PLOMO**

Si decidimos poner en marcha un programa para el control de las emisiones invariablemente vamos a encontrar oposición. Para comenzar nos toparemos con dos viejos enemigos: la resistencia al cambio y la falta de información. Nuestra labor ha sido producir información para formar opinión y lograr resultados.

Otro problema que encontraremos son los intereses creados. Los enemigos naturales de la primera etapa, el cambio a gasolina sin plomo, son obviamente los vendedores de plomo y en muchos casos las refinerías. Los vendedores de plomo son muy activos y pelean hasta con las uñas por vender un producto que está condenado a desaparecer del mercado.

Las refinerías también tienen lo suyo. Cuando se introdujo la gasolina sin plomo en los Estados Unidos las compañías petroleras tuvieron que hacer una inversión equivalente al 40% del valor de sus equipos de refinación; era lógico que se opusieran. Hoy en día la situación es diferente. Es cierto que las refinerías antiguas tienen dificultad para producir gasolina sin plomo y diesel de bajo contenido de azufre. Pero una refinería relativamente moderna debe poder producir gasolina sin plomo con una inversión mínima que muchas veces se limita a adquirir depósitos para manejar el aditivo que sustituirá al plomo (generalmente se usa MTBE). Inexplicablemente algunas refinerías se han opuesto tenazmente a la introducción de la gasolina sin plomo en Centroamérica; es justo decir que que otras han sido muy colaborativas.

La segunda etapa, obligatoriedad de uso de catalizadores, afecta directamente a los distribuidores de vehículos cuyos productos se encarecen en aproximadamente mil dólares por unidad. Es lógico que se opongan al cambio. Sin embargo, en Centroamérica hemos encontrado actitudes muy positivas entre los distribuidores. Por un lado han tenido responsabilidad procurando que los equipos que distribuyen no dañen el ambiente. Por el otro, comprenden que están vendiendo un mejor producto. Antes de la ley vendían carros carburados sin controles de emisiones. Los mil dólares adicionales son

el precio de los controles de emisiones y de un sistema de inyección electrónica de combustible; ambos trabajan en conjunto. Los carros inyectados son menos contaminantes, más potentes y entre 25 y 30% más económicos que los carburados.

Los que se oponen a la gasolina sin plomo generalmente usan dos argumentos en contra: uno se refiere a los asientos de las válvulas y otro al aumento de ozono.

### **El argumento de los asientos de las válvulas**

Volviendo a las petroleras irresponsables y a los vendedores de plomo, el primer argumento que esgrimieron contra la gasolina sin plomo fue el de los asientos de las válvulas.

El plomo como dijimos antes, además de subir el octanaje tiene un efecto secundario: lubricar en forma directa los asientos de las válvulas. Cuando en el año 1971 se introdujo la gasolina sin plomo en Estados Unidos, los fabricantes de vehículos en todo el mundo (salvo raras excepciones) endurecieron los asientos y las válvulas; de manera que ahora no necesitan de la lubricación directa del plomo.

Cuando comenzó el programa en Estados Unidos el 100% de la flota se podía considerar antigua; esto es, con asientos de válvula “suaves”. En Centroamérica tenemos 25 años de estar recibiendo vehículos con asientos de válvula endurecidos. El promedio de vida de un vehículo en estos países es de diez años. Los de pasajeros duran más pero los comerciales son muy mal tratados. La cantidad de vehículos circulando con más de 25 años no es significativa. Lo más probable es que en este período les hayan reparado el motor y que los asientos de las válvulas hayan sido cambiados. Actualmente el material que se consigue para fabricar asientos en las reconstructoras de motores es endurecido. Por lo que es muy difícil encontrar en funcionamiento vehículos con asientos de válvulas “suaves”.

Otro punto es que este posible daño a los asientos de las válvulas solamente ocurre en condiciones extremas, como lo son mucha velocidad mucho tiempo o mucha carga mucho tiempo. Esto implica tener el acelerador abierto varias

horas, como sucede al trasladarse de una ciudad a otra en las autopistas de Europa en donde no hay límite de velocidad.

Los pistones del motor funcionan como una gran aspiradora. Al levantar el pie del acelerador la aleta se cierra y se forma vacío atrás de ella. Este vacío hace que baje aceite al motor por las guías de válvulas y que suba por los anillos, lubricando las válvulas. Por esta razón es normal que cualquier motor consuma cierta cantidad de aceite. En recorridos cortos o accidentados el acelerador se abre y se cierra constantemente y las válvulas siempre tienen lubricación.

Las condiciones de manejo de autopista son imposibles de darse en Centroamérica en donde el territorio es montañoso, los recorridos cortos y las carreteras angostas. Estamos listos para imaginar una balanza y poner en ella los argumentos a favor y en contra de la gasolina sin plomo.

En el lado derecho pondremos aquéllas cosas que protegemos al usar gasolina sin plomo:

- Nos aseguramos el acceso a la tecnología moderna.
- En los vehículos traídos de los Estados Unidos, protegemos el catalizador, el sensor de oxígeno, los pistones, los anillos y las válvulas.
- En cualquier vehículo se prolonga la vida de las bujías, del tubo de escape, del aceite y del motor en general.
- Protegemos algo a lo que no se le puede poner precio: la salud de la población.

En el lado izquierdo de la balanza pondremos aquéllas cosas que protegemos al usar gasolina con plomo:

- Los asientos de las válvulas de carros antiguos usados en condiciones extremas (uso de autopista) y cuyo motor no ha sido renovado en 25 años.

No hace falta mucho para ver que la balanza se inclinará en forma contundente hacia el lado derecho. Es increíble ver que en países desarrollados siguen aceptando este argumento y mantienen gasolina con plomo al lado de la sin plomo. Aún aceptando que se arruinarían los asientos de las válvulas el

costo de éstos no se puede comparar al costo de afectar la salud de la población.

Guatemala es un laboratorio viviente. Recibimos exclusivamente gasolina sin plomo desde mayo de 1991. Los vehículos comerciales recorren un promedio de 50,000 kilómetros por año y a la fecha no ha habido ningún aumento en la incidencia de fallas por desgaste en los asientos de las válvulas.

### **El argumento del ozono**

He tenido la oportunidad de colaborar con Pro Eco realizando una intensa campaña en Centroamérica combatiendo el argumento de los asientos de los asientos de las válvulas. Al sentirse derrotados, los opositores a la gasolina sin plomo volvieron a la carga con un nuevo argumento: “la gasolina sin plomo produce más emisiones de ozono al ser quemada sin catalizador”.

Aún que este argumento fuera cierto no es válido. Los efectos del ozono a baja altura en la salud del hombre son los siguientes: irrita las mucosas de los ojos y el aparato respiratorio pudiendo provocar cáncer. Los efectos del plomo son: es altamente tóxico; afecta prácticamente a todos los órganos del cuerpo humano; puede causar desde un cólico hasta la muerte, pasando por enfermedades como la encefalitis; es especialmente nocivo para los niños cuyo cerebro y sistema nervioso se encuentran en desarrollo. Es fácil ver que el ozono es mucho menos dañino que el plomo.

Por un momento aceptamos como cierto el argumento del ozono para demostrar que aún así se le puede rebatir. Pero no es cierto, como veremos más adelante. En una conferencia que dimos en Panamá un profesor de universidad defendió este argumento. Alegaba haber probado gasolina con plomo y sin plomo en un solo vehículo y pretendía con esto demostrar que hubo un aumento en las emisiones de hidrocarburos (HC) y monóxido de carbono (CO) al usar gasolina sin plomo. Cuando le preguntamos qué tipo de equipo de medición había usado, pudimos darnos cuenta de que tiene un margen de error de 0.2%. Es imposible arribar a conclusiones haciendo pruebas con un solo vehículo y con un equipo tan inexacto.

Como una referencia seria propongo el estudio de gasolina reformulada realizado por Gary Schoonveld y William Marshall en el área de San Luis,

Estados Unidos, en el período comprendido entre 1973 y 1989. El trabajo describe la evaluación de los efectos en las emisiones del uso de diferentes formulaciones de gasolina en diferentes grados de tecnología de motores. (17)

Los cuatro grados de tecnología usados fueron vehículos sin catalizador, vehículos con catalizador de dos vías, vehículos con catalizador de tres vías y finalmente vehículos con catalizador de tres vías equipados con computadora con estrategia de aprendizaje (adaptive learning). Con el primer grado de tecnología se obtuvo una reducción promedio de ozono de 4.2%. Con el segundo grado de tecnología fue el único caso en que aumentaron las emisiones de ozono; el aumento fue de 11.6%. Con el tercer grado de tecnología hubo una reducción de 17.8% y con el cuarto caso una reducción de 36.6%. Esto tira por la borda el segundo argumento en contra de la gasolina sin plomo.

Los vendedores de plomo y ciertas refinerías son muy activos y ofrecen conferencias en donde agasajan al público con los más finos licores y viandas; allí pregonan que el plomo no es tan malo para la salud como se dice y que los automóviles contribuyen en una proporción mínima al total de las emisiones de plomo. También ofrecen entrevistas y publican artículos en revistas y periódicos atacando a la gasolina sin plomo. Un verdadero insulto para el pueblo que oye estas patrañas.



## **CAPITULO IX: EL CASO DE GUATEMALA**

### **Antecedentes en Guatemala**

El caso de Guatemala tiene características únicas en la historia del control de emisiones; podemos decir que nuestro programa es pionero. Así como cometimos errores también establecimos precedentes que han merecido atención.

En el año 1990 me abordaron Pedro Cofiño y Jorge Ibarra, dos amigos y directores de la Gremial de Distribuidores de Vehículos Automotores. Sus preocupaciones eran las mismas que yo tenía después de casi 17 años de estar dedicado al servicio automotriz: El número de vehículos importados desde los Estados Unidos crecía año con año en forma alarmante. Por ser de diferente especificación, no contábamos con los elementos necesarios para atenderlos. No teníamos gasolina sin plomo para que pudieran funcionar correctamente, ni teníamos el equipo, la literatura de servicio y los conocimientos necesarios poder prestarles un servicio adecuado. Era muy común ver mecánicos irresponsables, que en lugar de luchar capacitándose para dar servicio a mecanismos desconocidos preferían el camino fácil y prácticamente arrancaban los controles de emisiones de gases, causando problemas de funcionamiento y contaminación aún mayores. Por el otro lado, los fabricantes cada vez con más frecuencia negaban a los distribuidores la disponibilidad de nuevos modelos porque éstos eran fabricados exclusivamente para gasolina sin plomo. En pocos años estaríamos importando solamente vehículos de tecnología obsoleta.

Fue así que decidimos hacer algo. Ofrecí hacer un estudio del problema. A cambio, la Gremial me daría apoyo institucional. Comenzó el calvario de obtener información. Entre otros, amigos de la compañía Esso colaboraron

con literatura y trayendo asesores del extranjero. Después de tres meses de ardua labor estábamos listos para comenzar.

Me sentí obligado a explicar a los directores de la Gremial de Distribuidores de Vehículos Automotores que la gasolina sin plomo no venía sola; que era parte de un programa completo de emisiones de gases de tres etapas: cambio a gasolina sin plomo, obligatoriedad de usar catalizadores y revisiones periódicas y selectivas a los vehículos. Les hice ver que en la segunda etapa saldrían afectados, ya que los carros nuevos se encarecerían en aproximadamente mil dólares por unidad, aunque por el otro lado serían más eficientes. La gremial aceptó seguir adelante. Fue un ejemplo de responsabilidad por el impacto de sus productos en la sociedad. En ese entonces no pudimos obtener apoyo técnico y financiero para monitorear la calidad del aire. Al fin y al cabo lo que importaba era limpiarlo y no medirlo, por lo que decidimos seguir adelante.

Organizamos la primera conferencia de prensa para el 9 de mayo de 1990. Siguió más conferencias, artículos de prensa, programas de televisión, etc. Los problemas con que nos topamos fueron los acostumbrados: resistencia al cambio, intereses creados y falta de información. Nuestra estrategia fue producir y difundir la información necesaria para hacer que el gobierno tomara la decisión política.

Era el último año de gobierno del presidente Cerezo, quien convocó a todos los presidentes de Centroamérica a una cumbre ambiental en donde no se tocó el tema de la contaminación del aire. No pudimos hacer que el gobierno se interesara en nuestro programa. Lo que es más, ni siquiera pudimos lograr que el Ministro de Energía nos diera un cita. Después supimos que se debió a presiones de la refinería local.

En enero de 1991 asumió el gobierno del presidente Serrano. En febrero nos recibió Carlos Hurtarte Castro, el nuevo Ministro de Energía, quien de inmediato se interesó en el programa. Se sorprendió de conocer los efectos en la salud de tener gasolina con plomo y de los efectos en la economía de no tener gasolina sin plomo. Juntos decidimos tomar una decisión drástica: eliminar de golpe el plomo de la gasolina. En mi estudio demostraba que en Guatemala se daban las condiciones necesarias para hacerlo. Fue así que programamos el primer embarque de gasolina sin plomo para el 10 de mayo de ese mismo año.

Nunca supimos los problemas por los que pasó el Ministro hasta que varios años después lo invitamos a un seminario en Costa Rica. Allí nos contó que el presidente Serrano lo mandó a llamar para pedirle cuentas de ese asunto de la gasolina sin plomo. Según el Ministro, lo que sucedió es que un alto ejecutivo de Texaco Guatemala Inc. se quejó con Thomas Strook, el entonces embajador de los Estados Unidos en Guatemala. Los argumentos eran que la refinería Texaco tendría que hacer una inversión millonaria y que el país no estaba preparado para la gasolina sin plomo. Strook a su vez se quejó con el presidente Serrano y casi le costó el puesto al ministro. Afortunadamente, Hurtarte Castro tuvo el carácter de plantarse y finalmente el presidente cedió. Al final se supo que toda la inversión que tuvo que hacer la refinería fue unos depósitos para manejar el aditivo MTBE que sustituyó al plomo.

Otra táctica que usó la refinería fue ofrecer un coctel en septiembre de 1990 en donde pudimos escuchar a un conferencista con grado de doctor traído de los Estados Unidos. Entre otras cosas dijo que los automóviles contribuían poco a las emisiones totales de plomo y que por lo tanto no eran un problema serio para la salud. Las cantidades de contenido de plomo en la gasolina que presentó eran las de Estados Unidos; en ese entonces en Guatemala se usaban hasta tres gramos por galón. Finalmente, dijo que arruinaríamos los asientos de válvulas de un buen número de vehículos.

Todavía estamos esperando el caos que nos ofreció el conferencista. Guatemala es el laboratorio viviente que demuestra que el argumento de las válvulas es falso. En nuestro país los vehículos de pasajeros recorren un promedio de 18,000 kms. por año y los comerciales 50,000. Después de más de cinco años de estar usando exclusivamente gasolina sin plomo no ha habido ninguna epidemia de reparaciones de válvulas.

Colombia y Guatemala, con pocos meses de diferencia, se convirtieron en los primeros países del mundo en hacer el cambio total a gasolina sin plomo. En Guatemala la gasolina sin plomo comenzó a importarse en mayo de 1991. Pasó el período de descontaminación de depósitos y en agosto las mediciones indicaron que estaban libres de plomo. Era el momento para anunciar la gasolina sin plomo pero las petroleras se negaban a hacerlo. Pensaban que si algún vehículo fallaba era muy fácil que se culpara al nuevo combustible, lo cual podría afectar las ventas. No estaban lejos de tener razón.

En el mes de noviembre la primera de las petroleras anunció tímidamente la nueva gasolina ecológica. El resto siguió el ejemplo y en pocas semanas todas las bombas tenían letreros de gasolina sin plomo.

Cuando un doctor no encuentra qué enfermedad tiene su paciente le echa la culpa a los nervios. Igual sucede con los mecánicos. Muchos le echaron la culpa de su incompetencia a la nueva gasolina. Tuvieron que tragarse sus palabras cuando se les informó que la estaban usando desde el mes de mayo.

Nuestro siguiente paso fue ir al Congreso. Allí nos apoyaron en forma decidida los diputados Arabela Castro y Arturo Amiel. El 1o. de marzo de 1992 se promulgó el Decreto 20-92, que obliga a que todos los vehículos importados a Guatemala a partir del 1o. de marzo de 1993 estén equipados con catalizadores y demás controles de emisiones de gases. En aquél entonces los únicos antecedentes en Latinoamérica eran México y la ciudad de Santiago de Chile.

La nueva ley obliga al Ministerio de Gobernación a hacer el reglamento en 90 días. Cuatro años después esto no se había logrado. Las asesorías jurídicas de los distintos ministerios rechazaban el proyecto de reglamento una y otra vez. Finalmente, en junio de 1996 determinamos que esto había sucedido por tres cosas: primero, no se respetó la jerarquía de la ley; segundo, la falta de experiencia en legislación de gases hizo que el proyecto que se presentó en esa época tuviera muchos defectos; tercero, los diputados hicieron cambios que lo terminaron de echar a perder. Lo único positivo de esta ley es que al menos se ha respetado la norma de importar vehículos con catalizadores.

En Guatemala tenemos una Ley de Tránsito obsoleta que actualmente se encuentra en revisión. Pero tenemos una Ley Marco de Medio Ambiente. Es de allí de donde se debía haber derivado el reglamento y no de una ley individual. Este año trabajamos haciendo un nuevo reglamento derivado de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Decreto 68-86). La propuesta fue enviada por la Comisión Nacional del Medio Ambiente a la Presidencia de la República pocos días antes de cerrar esta edición. Esperamos que pronto esté en vigor.

Guatemala demostró que cualquier país en vías de desarrollo con pocos recursos puede poner en marcha un programa efectivo para el control de emisiones. Las grandes ciudades de Latinoamérica presentan los mismos o peores problemas de contaminación de aire que las urbes de los países

industrializados. Pero esto no significa que solamente lo podamos combatir con medidas costosas fuera de nuestro alcance. Ahora pueden aprender de nuestros aciertos y de nuestros errores. Con un poco de ingenio, voluntad política y una legislación adecuada a nuestras posibilidades se pueden lograr grandes resultados.

### **Situación en Centroamérica**

En el año de 1994 los presidentes de las repúblicas de Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá y el representante del Primer Ministro de Belice se reunieron en la Cumbre Ecológica Centroamericana en el volcán de Masaya, Nicaragua. Conscientes de la situación ambiental y con el fin de hacer efectivos los enunciados de la Alianza para el Desarrollo Sostenible, el 12 de octubre de ese año decidieron adoptar los llamados “Compromisos en materia de medio ambiente y recursos naturales”(18). Entre ellos están los siguientes:

“Presentar un Plan de Acción tendiente a la eliminación gradual del plomo en la gasolina que se utiliza en Centroamérica a más tardar el 31 de julio de 1995.”

“Emitir en un plazo no mayor de un año los reglamentos para el control de la contaminación atmosférica por fuentes móviles, así como el establecimiento de sistemas para el monitoreo de la calidad del aire, con la participación de organismos del sector público y privado. Para este objetivo instruimos a las instituciones correspondientes la realización de programas de concientización de la población y campañas educativas, a efecto de lograr una mayor participación de la población en este compromiso.”

En Centroamérica existe una red de monitoreo de la calidad del aire. En 1993 se iniciaron mediciones en Costa Rica; en 1994 en Guatemala y Honduras y en 1996 en El Salvador y Panamá. Fue establecida por instituciones nacionales con ayuda de Pro Eco / Swisscontact y asesoría técnica de ETH de Zürich, Suiza. Se mide la calidad del aire en cinco a diez puntos fijos de las ciudades capitales. Con métodos sencillos pero efectivos se miden emisiones de contaminantes tales como partículas (TSP y PM10), plomo (Pb), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), ozono (O<sub>3</sub>) e hidrocarburos (HC).

Como ya mencionamos antes, Guatemala hizo el cambio completo a gasolina sin plomo el 10 de mayo de 1991. Gracias a los esfuerzos y gestiones de Pro Eco se logró concretar el cambio en el resto de Centroamérica en las siguientes fechas:

Honduras:	15 de noviembre de 1995
Costa Rica:	1o. de junio de 1996
El Salvador:	1o. de julio de 1996
Nicaragua:	31 de julio de 1996

En Costa Rica la eliminación total del plomo en la gasolina se dió a pesar de la tenaz oposición de un grupo de técnicos de la refinería estatal Recope. Octel, una compañía productora de aditivos de plomo, se adelantó a Pro Eco e inició una campaña en contra de la gasolina sin plomo.

Octel también estuvo muy activo en Panamá; tal vez no es casualidad que éste ha sido el país centroamericano menos receptivo al programa. Allí se planea obligar al uso de catalizadores en 1998 y hacer el cambio a gasolina sin plomo hasta en el año 2001. Por cierto que esta es la secuencia equivocada. En este país también existe una refinería propiedad de Texaco.

Al momento de cerrar esta edición hay leyes que obligan al uso de catalizadores en Guatemala, Costa Rica y el Salvador, así como proyectos de ley bastante avanzados en Honduras y Nicaragua. También hay reglamentos publicados en Costa Rica y en El Salvador. En Costa Rica ya se comenzó con las inspecciones de mantenimiento.

El programa que Pro Eco ha puesto en marcha en Centroamérica es pionero en países en vías de desarrollo y en ciertos aspectos más estricto y más avanzado que muchos países de Europa.

La experiencia de los Estados Unidos no necesariamente significó que en Europa se pudieran poner en marcha programas de emisiones de gases en poco tiempo. Estados Unidos introdujo la gasolina sin plomo en 1971 y el uso obligatorio de catalizadores en 1975. En la Comunidad Europea la gasolina sin plomo se introdujo a diferente ritmo en cada país. A la fecha ninguno ha eliminado el plomo por completo. No fue sino hasta en 1992 que se exigió el uso de catalizadores en los vehículos, 17 años después que los Estados Unidos.

En la siguiente página podemos observar una gráfica con mediciones de aire hechas en las capitales de Costa Rica, Honduras y Guatemala en lo que se refiere a partículas, plomo y monóxido de carbono. En cada una se indica el nivel máximo permitido o bien considerado como tolerable para el cuerpo humano por la Organización Mundial para la Salud (OMS). Nótese que en el caso del plomo, la gráfica de Guatemala es inexistente.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La gasolina sin plomo, como su nombre lo dice, no tiene plomo y es la herramienta para poder usar catalizadores. Estos son la única forma que existe hoy en día de controlar al mismo tiempo el resto de contaminantes de la gasolina. La mejor opción para sustituir al plomo de la gasolina es el uso de MTBE.

El plomo es el más tóxico de los contaminantes de la gasolina. Comparando tecnologías similares y motores ajustados, el humo negro de los motores diesel es menos contaminante que el humo invisible de los motores de gasolina. Sin embargo, los motores diesel casi siempre están desajustados lo cual los convierte en grandes contaminantes.

No se espera ninguna reducción significativa en la contaminación durante los próximos años debido a la introducción de motores no convencionales. Los combustibles alternos no presentan muchas posibilidades para el futuro. Son prácticos solamente para uso de flotillas con abastecimiento propio. Para operar con estos combustibles se requiere de modificaciones en los vehículos y su producción y comercialización es dificultosa; sobre todo cuando se trata de productos agrícolas que están sujetos a variaciones estacionales. Se espera que la gasolina reformulada y el diesel seguirán siendo la principal fuente de energía para los vehículos automotores en los próximos años.

Se debe poner más atención a la evaluación de los efectos de la contaminación a nivel de ecosistema y no solamente en organismos individuales como generalmente se hace.

La gasolina sin plomo puede ser usada en cualquier vehículo sin necesidad de ajustes y es indispensable para los vehículos equipados con catalizadores y demás controles de emisiones de gases.



Así como el problema de la contaminación del aire no es exclusivo de los países industrializados, las soluciones tampoco. Existe una serie de medidas prácticas y relativamente sencillas de tomar que pueden aportar soluciones. El secreto está en aprovechar la tecnología y el conocimiento generado en los países industrializados y combinarlo con regulaciones prácticas que sean congruentes con la realidad de nuestros países.

Una característica del programa para el control de la contaminación del aire que aquí presentamos es que no pelea con la economía. El ahorro que se puede lograr en reparaciones de motor y consumo de combustible lo convierten en un proyecto rentable. A esto le tenemos que añadir los beneficios a la salud humana.

Antes de poner en marcha un programa de control de emisiones de gases es conveniente medir la calidad del aire. Los resultados pueden ser usados para hacer conciencia en la población y como un arma contra los posibles opositores al programa. Por el otro lado, se podrán evaluar los efectos de las acciones adoptadas para medir la contaminación.

Un programa de control de la calidad del aire comienza con la introducción de la gasolina sin plomo; luego se debe obligar a que las futuras importaciones de vehículos con motor de gasolina estén equipados con catalizador y demás controles de emisiones de gases. Finalmente, se deben realizar revisiones periódicas y selectivas a la flota antigua y a la nueva, tanto a los vehículos con motor de gasolina como a los que tienen motor diesel, con el objeto de verificar que estén en buenas condiciones de funcionamiento.

Es poco práctico medir emisiones a las motos o exigirles el uso de catalizadores. Las de motor de dos tiempos son más baratas y contaminan más. Antes de pensar en prohibirlas se debe estudiar cuidadosamente el costo social y el costo político.

Para introducir la gasolina sin plomo lo mejor es hacer un cambio total. De esta manera no es necesario invertir en infraestructura y equipos. También se evitan problemas accidentales o intencionales de contaminación de gasolina con plomo en tanques destinados para uso de gasolina sin plomo. Finalmente, se elimina de una vez por todas este contaminante tóxico.

Una ley para el control de emisiones de gases debe ser completa, participativa, viable, práctica, gradual, programada, específica, efectiva,

drástica y actualizable. Adicionalmente se debe observar la jerarquía de la ley. Copiar normas de países industrializados generalmente conduce al fracaso.

Las inspecciones periódicas deben ser realizadas por empresas privadas con apoyo del gobierno. En un principio es mejor que estas empresas puedan inspeccionar y reparar vehículos. La forma más efectiva de controlar la corrupción es haciendo un número grande de revisiones selectivas. La elección de los equipos de medición también es importante. Se deben usar equipos que impriman los datos sin interferencia humana.

Al poner en marcha un programa para el control de emisiones se debe colaborar con los fabricantes de vehículos dándoles el tiempo necesario para cambiar los canales de comercialización y poniendo medidas límites de emisiones de gases uniformes para cada región. Los fabricantes, por su lado, deben contribuir siendo flexibles en el cambio de su línea de modelos y haciendo disponibles motores más limpios.

La legislación también puede ser causa del deterioro del medio ambiente. En Latinoamérica ha existido la costumbre de subsidiar al diesel, que es el combustible del cual más se abusa ambientalmente hablando. Se incentiva vía impuestos la importación de vehículos comerciales que tienen motores más grandes y consumen más combustible. Finalmente, se incentiva la importación de vehículos usados lo cual constituye un grave problema.

Al poner en marcha un programa para el control de emisiones de gases es muy común tener que enfrentarse a empresas o personas que tienen intereses creados. Los impulsores de estos programas pronto comprenderán por qué se le llama lucha por el medio ambiente.

Una cosa es clara: la gasolina sin plomo y los controles de emisiones vienen tarde o temprano, querramos o no. Esta es una corriente irreversible a nivel mundial. Mientras más tardemos en hacer el cambio más complicado será. No hay razón para postergar el cambio. Hacer el cambio a gasolina sin plomo y reducir los niveles de este contaminante tóxico es relativamente rápido. Pero controlar el resto de contaminantes con catalizadores y demás controles de emisiones de gases es un proceso lento. Suponiendo que el promedio de duración de nuestros vehículos sea de diez años, en este lapso habremos cambiado la mitad de la flota y en veinte años casi la totalidad. No tenemos que esperar a tener una situación desesperada como la de México para comenzar a aplicar un remedio que toma tanto tiempo en surtir efecto.

Es tiempo que dejemos de ser observadores y pasemos a ser actores. No olvidemos que tenemos una deuda ambiental con nuestros hijos.

**BIBLIOGRAFIA**

- (1) Exxon Company, USA. Technigram, Boletín informativo. Abril 1, 1974.
- (2) y (3) Toyota Motor Corporation. Sistema de Control de Emisiones. Pub. No. TTM204S. Toyota Motor Corporation. Straight talk from Toyota about cars and air pollution. Pub. PR-E-9610
- (4) Bosch. Manual de la técnica del automóvil
- (5) Commercial Carrier Journal. Marzo, 1989.
- (6) H.W. Nurnberg. Pollutans and their ecotoxicological significance. Federal Republic of Germany.
- (7) National Research Council. Testing for Effects of Chemicals on Ecosystems. 1981.
- (8) The Air Environment.
- (9) Toyota Motor Corporation. Outline of Toyota Cayalyst System TTC-C. Mayo 21, 1975. Toyota Motor Corporation. Straight talk from Toyota about cars and air pollution. Pub. PR-E-9610
- (10) The Air Environment.
- (11) Revista Autoweek. Diciembre 17 de 1990.
- (12) M. del R. Alfaro - Néstor Moreno, Universidad Nacional de Costa Rica. Thelma Gallardo - Y. de Cháves, Universidad de San Carlos de Guatemala. Daniela Sabillón, CESSCO, Honduras. Markus Hangartner, ETH, Suiza. Metodología para la evaluación de la contaminación del aire. Pro Eco, Swiss Contact.

- (13) Revista Sport Rider. Agosto, 1996.
- (14) Jorge Grütter. Cómo prevenir la corrupción en programas para el control de la contaminación. Pro Eco, Swiss Contact. 1995.
- (15) Información proporcionada por Ricardo Früh, Jon Bickel y Pablo Clare, expertos de Pro Eco.
- (16) Colegio de Ingenieros de Guatemala. Documento del VIII Congreso Nacional de Ingeniería. Guatemala, enero de 1990.
- (17) Gary A. Schoonveld, Philips Petroleum Company, Bartlesville, Oklahoma.  
- William F. Marshall, National Institute for Petroleum and Energy Research, Bartlesville, Oklahoma. The total effect of a reformulated gasoline on vehicle emissions by technology. 1973 a 1989.
- (18) Compromisos en materia de medio ambiente y recursos naturales. Volcán de Masaya, Nicaragua, 1994.