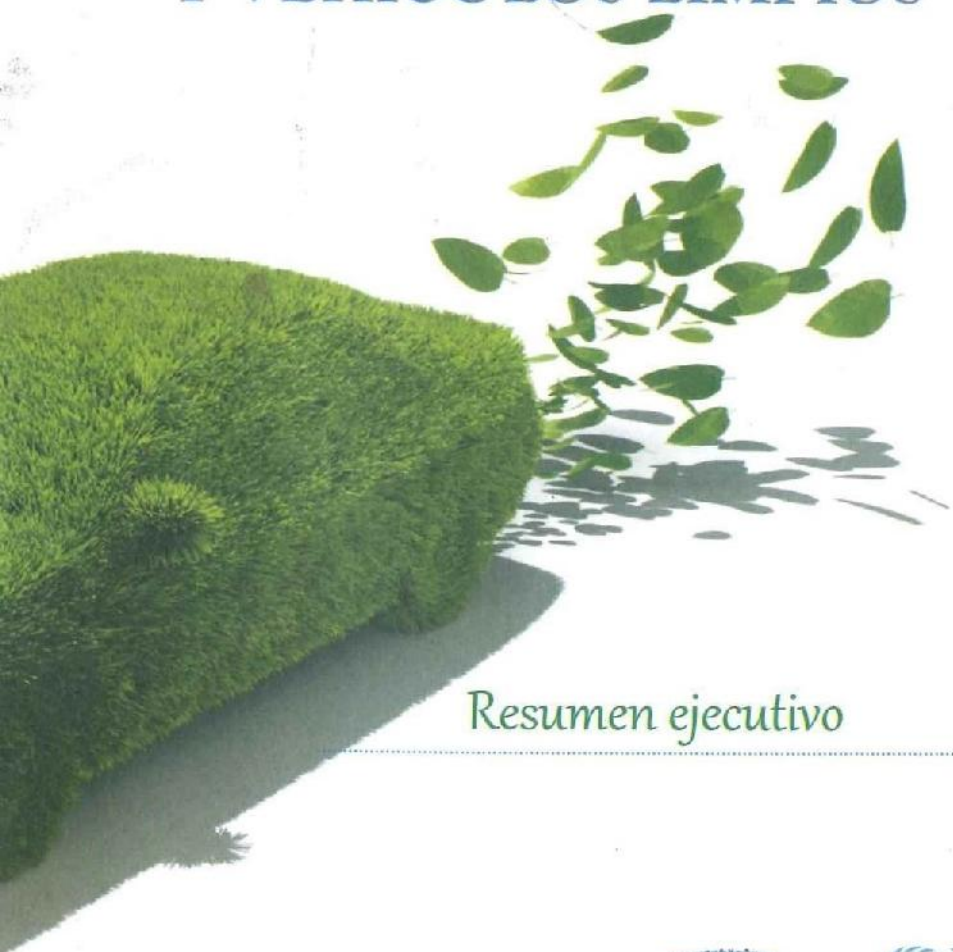


# TOOLKIT DE COMBUSTIBLES Y VEHÍCULOS LIMPIOS



## Resumen ejecutivo



# TOOLKIT DE COMBUSTIBLES Y VEHÍCULOS LIMPIOS

## Resumen Ejecutivo

---

Hoja de ruta de emisiones de vehículos

Impactos del azufre



Las herramientas

Implementación





## 1. Contexto e introducción

A pesar de avances significativos en la eficiencia del combustible y reducción de emisiones en los últimos 50 años, el sector de transporte es una fuente principal de contaminación del aire y emisiones de CO<sub>2</sub>. Se cree que estas emisiones van a aumentar drásticamente, ya que se espera que la flota vehicular mundial crezca entre 2 y 3 billones de vehículos en el 2050 – con casi todo este crecimiento en países en desarrollo y en transición.



El sector de transporte sigue siendo la principal fuente de contaminación del aire urbana en muchos países en desarrollo y en transición, contribuyendo con el 50% de la contaminación del aire urbana en muchas ciudades. El contaminante clave es el material particulado (MP<sub>2.5</sub>) que causa un estimado de 3,2 millones de muertes prematuras anualmente, el sector del transporte es un gran contribuyente (Organización Mundial de la Salud, abril 2014). Un componente del MP, el carbón negro, es un contaminante climático importante también. Además, el sector contribuye a cerca de un cuarto de las emisiones globales de CO<sub>2</sub>. Se espera que esta fracción aumente a por lo menos un tercio en el 2050, a menos que se tomen acciones significativas. Otros contaminantes del transporte incluyen monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), incluyendo compuestos orgánicos volátiles (VOC), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), que pueden

llegar a tener varios impactos en la calidad del aire, incluyendo ozono a nivel del suelo y smog, así como problemas de salud y ambientales asociados.



Los países desarrollados han hecho grandes inversiones para introducir medios de transporte más limpios y más eficientes, y las emisiones vehiculares se han

reducido drásticamente. Los países en vías de desarrollo y en transición deben tomar enfoques similares para promover el uso de combustibles y vehículos más limpios, ya que ahí es donde se encuentra el grueso del crecimiento vehicular. La Alianza para Combustibles y Vehículos Limpios, la sociedad público-privada líder mundial en la promoción de combustibles y vehículos más limpios, trabaja con países en desarrollo y en transición para reducir la contaminación de los vehículos a través de la promoción de políticas de combustibles y vehículos más limpios. Este kit de herramientas regulatorias es parte de esa campaña continua y busca introducir la necesidad de un enfoque sistemático a la reducción de emisiones vehiculares en países en desarrollo y en transición. Los países desarrollados han utilizado diferentes herramientas para introducir estándares más severos de calidad del combustible y de las emisiones. Sin embargo, es importante notar que, a pesar de las diferentes herramientas, estos países han tenido un plan claro y conciso – un enfoque sistemático que enlaza mejoras en combustible y vehículos – para guiar su progreso hacia regulaciones de emisiones vehiculares más estrictas. Hace falta un enfoque similar en la mayoría de los países en desarrollo y en transición.

### UN ENFOQUE DE SISTEMA

*Una de las lecciones más importantes aprendida en 50 años de historia mundial sobre el control de la contaminación vehicular, es que los vehículos y combustibles deben ser tratados como un sistema. Las mejoras en vehículos y combustibles deben ocurrir en paralelo si se quieren producir cambios significativos en la contaminación del aire relacionada con vehículos. Un programa que se enfoque en vehículos solamente está condenado al fracaso: igualmente, un programa diseñado para mejorar la calidad de los combustibles solamente tampoco será exitoso.*

*Otra lección importante es que un programa que se enfoque en mejorar los vehículos y combustibles como un sistema, puede ser exitoso. Muchos países siguen el sistema de la UE, que tiene un plan claro con enlaces explícitos entre normas de emisiones vehiculares y las tecnologías asociadas con parámetros apropiados de combustible y especificaciones necesarias para optimizar el desempeño de las emisiones.*





- Más de Euro 3
- Euro 3
- Menos de Euro 3
- No Existe Política
- Sin Información

[www.unep.org/Transport/pcfV](http://www.unep.org/Transport/pcfV)

A través del apoyo de la PCFV, muchos países en desarrollo y en transición han adoptado objetivos y planes para introducir combustibles con niveles bajos de azufre, después de haber completado el retiro de la gasolina con plomo. Desafortunadamente, la adopción combustibles y estándares de emisiones vehiculares no está coordinada en muchos países en vías de desarrollo, y hace falta una estrategia clara a largo plazo. Este toolkit está pensado para asistir a los países en desarrollo y en transición a establecer un enfoque sistemático a regulaciones de combustibles y vehículos. Este toolkit va a apoyar a los países en transición y en vías de desarrollo para introducir requisitos de combustibles con azufre en 50 ppm o menos; producir o importar tecnologías vehiculares más eficientes y de menos emisiones; establecer planes de control de emisiones vehiculares; y en última instancia, mejorar la calidad del aire y de la salud humana en estos países. El kit mostrará con ejemplos cómo crear una estrategia reguladora, establecer una legislación habilitante y normas de regulación, además de crear mecanismos de cumplimiento. El kit también utilizará ejemplos de casos específicos para ilustrar cómo los países en desarrollo y en transición pueden integrar combustibles más limpios y estándares de emisiones vehiculares.

A lo largo de los últimos veinticinco años, se han desarrollado estudios extensivos para establecer mejor los enlaces entre combustibles y vehículos y emisiones vehiculares. Basado en esos estudios y en trabajos más recientes, este kit resume lo que se sabe del impacto del azufre y otros componentes del combustible en las emisiones vehiculares y estudia las implicaciones para la introducción de nuevos estándares vehiculares más estrictos.

El kit de regulaciones está disponible en línea, como un kit interactivo en el sitio web del PCFV – [www.unep.org/transport/new/pcfV/RegulatoryToolkit/spanish.html](http://www.unep.org/transport/new/pcfV/RegulatoryToolkit/spanish.html)



## INTRODUCCIÓN



Alianza para Combustibles y Vehículos Limpios (PCFV) ha estado trabajando con países en desarrollo y en vías de desarrollo para reducir la contaminación vehicular del aire a través de la promoción de combustibles y vehículos más limpios. Este toolkit respaldará el éxito de esa campaña continua y busca introducir la necesidad de un enfoque sistemático a la reducción de emisiones vehiculares. El enfoque del toolkit consiste en: evaluar los combustibles y vehículos, introducir regulaciones más estrictas para los combustibles vehiculares.

Este kit va a apoyar a los países en transición y en vías de desarrollo para introducir regulaciones de combustibles con niveles de azufre de 50 ppm o menos, producir o importar tecnologías vehiculares más eficientes y de menos emisiones, establecer normas de emisiones vehiculares, y en última instancia, mejorar la calidad del aire y de la salud humana en estos países. El toolkit muestra con ejemplos cómo crear una estrategia reguladora, establecer una legislación habilitante y normas de regulación, además de crear mecanismos de cumplimiento. El kit también utilizará ejemplos de casos específicos para ilustrar cómo los países en desarrollo y en transición pueden integrar combustibles más limpios y estándares de emisiones vehiculares. Muchos países en transición en vías de desarrollo, a través del apoyo de la PCFV, han completado el retiro de la gasolina con plomo, seguida de la aplicación de normas y planes para introducir combustibles con menos azufre. Muchos de estos países todavía no han introducido normas de emisiones vehiculares, como se muestra en el mapa abajo. Los estándares de emisión Euro 3 requieren 150 ppm de azufre en el combustible y 500 ppm de azufre en el aceite para cumplir con el límite de emisiones.



Mapa de los estándares de emisiones vehiculares en 2016. Fuente: UNEP, Transport/PCFV. Una de las acciones más importantes acordadas en el 50 años de historia mundial sobre el control de la contaminación del aire es la reducción de la contaminación vehicular. Este toolkit muestra con ejemplos cómo crear una estrategia reguladora, establecer una legislación habilitante y normas de regulación, además de crear mecanismos de cumplimiento. El kit también utilizará ejemplos de casos específicos para ilustrar cómo los países en desarrollo y en transición pueden integrar combustibles más limpios y estándares de emisiones vehiculares.



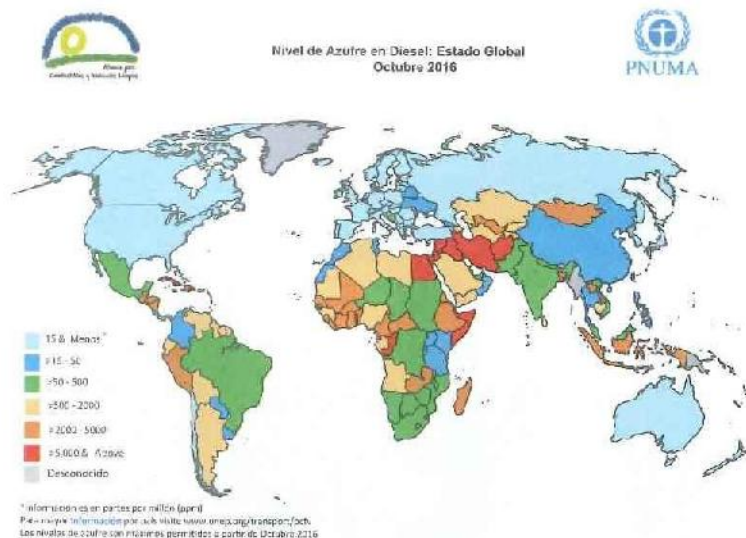
Informes Sobre Combustibles y Vehículos  
Limpios  
Resumen Ejecutivo | Documento de Trabajo

**ESTRUCTURA DEL TOOLKIT**  
Este kit guía a los legisladores en países en vías de desarrollo hacia el desarrollo de un marco regulatorio para reducir las emisiones vehiculares y la calidad del combustible, incluyendo en concreto normas y políticas y cómo de aplicarlas en regulaciones existentes.

- Este toolkit:
- Resume el impacto del contenido de azufre en el combustible en las emisiones vehiculares y evalúa las implicaciones de la introducción pautadora de nuevas normas más estrictas.
  - La segunda parte analiza por qué los países están buscando niveles más bajos de azufre en el combustible y el impacto del azufre en los resultados observados de control de contaminación vehicular.
  - La tercera parte presenta una serie de herramientas que pueden ser utilizadas para llegar a regulaciones de vehículos y combustibles más limpios.
  - La última sección resume los enfoques, incluida la legislación regulatoria adaptada por varios países para reducir o eliminar el uso de combustibles con niveles altos y normas vehiculares más estrictas.



## 2. El impacto del azufre en tecnologías avanzadas de control de contaminación vehicular



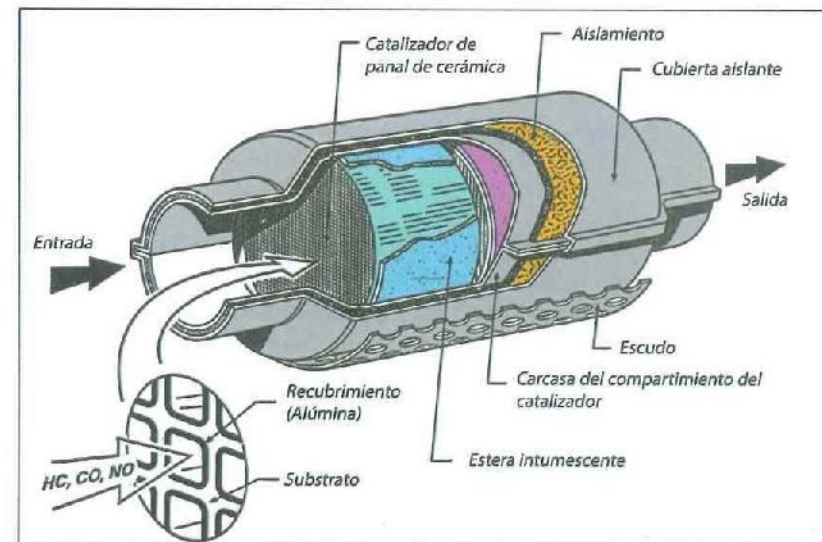
Mientras que el azufre contribuye con los efectos adversos para la salud y el ambiente de varias maneras, la preocupación más importante con respecto a las emisiones vehiculares es el impacto en la tecnología de control de contaminación. La razón principal para introducir combustibles con niveles más bajos de azufre, es permitir la introducción de aparatos de control de emisiones que puedan reducir significativamente las emisiones vehiculares y permitirles llegar a su potencial de reducción de emisiones - esto se conoce como un enfoque sistemático. Estas tecnologías ya han sido implementadas en algunos países y son constantemente mejoradas para reducir más las emisiones vehiculares. Sin embargo, estas tecnologías generalmente requieren calidades específicas de combustibles, que incluyen niveles bajos de azufre.

### a) Azufre en la gasolina

El azufre se encuentra naturalmente en el petróleo crudo. Su nivel en la gasolina refinada depende de la fuente del petróleo usado y cuánto azufre es removido durante el proceso de refinamiento. Los motores de gasolina

modernos utilizan inyección de combustible controlada por computadora e inyección directa (llamada GDI) con control de reacción basado en un sensor de oxígeno para medir precisamente la cantidad y la sincronización del combustible liberado al motor. El catalizador de 3 vías provee más de un 90% de reducción del monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC) y óxidos de nitrógeno (NOx). La durabilidad de más de 160.000 km, con mantenimiento mínimo, es ahora común.

Los convertidores catalíticos de 3 vías fueron introducidos en Estados Unidos y Japón antes de que el impacto del azufre en el desempeño del catalizador fuera entendido por completo. Ahora sabemos que el azufre en la gasolina reduce la eficiencia de los catalizadores y afecta negativamente los sensores de oxígeno del gas de escape caliente. La gasolina alta en azufre es una barrera para la introducción de nuevas tecnologías de quema que utilizan los catalizadores des-oxidantes, mientras que la gasolina baja en azufre permitiría a las nuevas y futuras tecnologías vehiculares convencionales desarrollar sus beneficios completos. Si los niveles de azufre se reducen, los vehículos existentes equipados con catalizadores tendrán mejoras en las emisiones.



Convertidor catalítico



Para vehículos de gasolina sin convertidores catalíticos, reducir el azufre no tendrá efecto en los contaminantes más importantes, CO, HC o NOx. Mientras la cantidad de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) emitido sea directamente proporcional a la cantidad de azufre en el combustible, los vehículos gasolina no son una fuente significativa de SO<sub>2</sub>. Ya que el SO<sub>2</sub> puede convertirse en sulfatos en la atmósfera, estas emisiones van a contribuir también a los niveles ambientales de material particulado (MP10 y MP2.5), lo que es una preocupación seria en muchas ciudades.

Los beneficios porcentuales de reducir los niveles de azufre en combustibles aumentan conforme los vehículos se diseñan para cumplir con estándares más severos. Los estándares de emisiones más estrictos requieren de catalizadores extremadamente eficientes y de larga vida. Basados en la experiencia con controles avanzados de emisiones en vehículos de gasolina, se concluyó que la mayoría de los vehículos de gasolina (menos los de Inyección Directa) que cumplen con las normas de emisión Euro 5 y Euro 6, deberían funcionar satisfactoriamente con gasolina con un contenido máximo de azufre de 50 ppm. Sin embargo, esto depende de cuánto 'margen' haya entre las emisiones y el límite del valor, ya que niveles altos de azufre podrían impactar la habilidad de alcanzar los valores límites con una durabilidad máxima de 160.000 km. Si, y cuando cambien a un máximo de nivel de azufre de 10 ppm, su desempeño mejorará.

## b) Azufre en el diésel

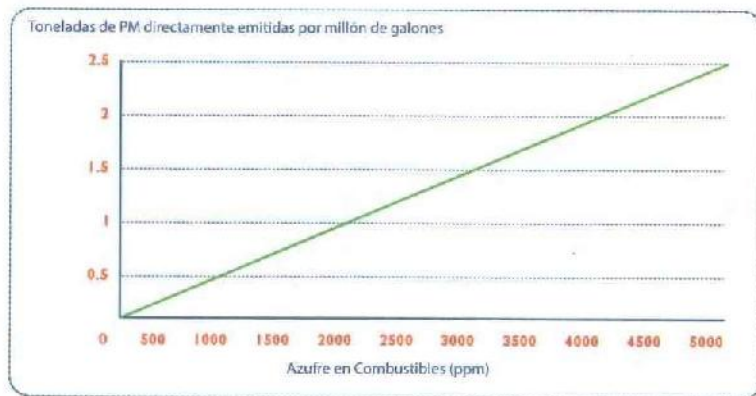


Figura ES1: Toneladas de partículas de sulfato emitidas directamente de combustibles diésel. Fuente: Calculado de datos provistos por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA)

La contribución del contenido de azufre en el diésel a las emisiones de partículas de escape ha sido bien establecida con una relación lineal entre los niveles de azufre y las emisiones de partículas. La figura ES 1 es un estimado de esta relación, calculado de datos provistos por la EPA. (Esta figura muestra solamente el MP relacionado con azufre y no el MP total emitido de un motor diésel.) También existe una relación indirecta, ya que algunas emisiones de SO<sub>2</sub> eventualmente serán convertidas a partículas de sulfato en la atmósfera.

Para vehículos diésel sin control, las emisiones de SO<sub>2</sub> y las emisiones de MP están directamente relacionadas con la cantidad de azufre en el combustible. La figura ES2 ilustra la relación entre los niveles de azufre en el combustible y la masa de las partículas; el azufre se concentra en la superficie del núcleo carbonáceo en proporción directa a la cantidad de azufre en el combustible.

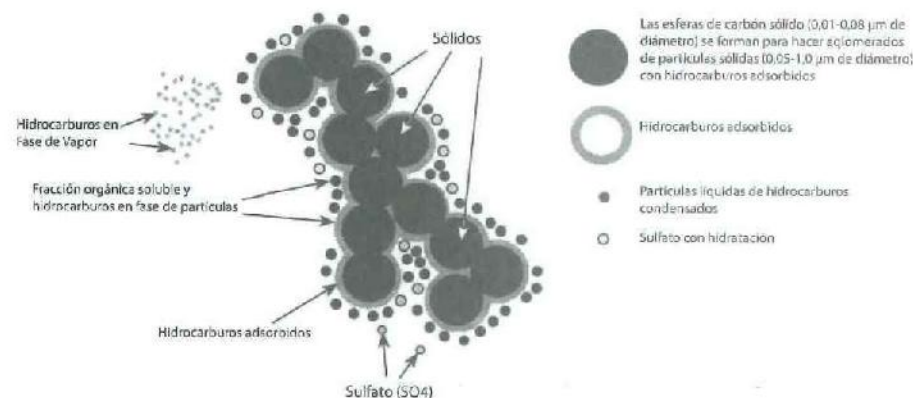


Figura ES2: Ilustración esquemática de una partícula de diésel típica. Fuente: Instituto de Los Efectos en Salud (HEI)

La cantidad de emisiones de SO<sub>3</sub> también es directamente proporcional a la cantidad de azufre contenida en el combustible. En el escape lleno de oxígeno de los vehículos diésel, un porcentaje del SO<sub>2</sub> que se forma durante la combustión se oxida en SO<sub>3</sub>, que a la vez se disuelve en el vapor de agua presente para formar vapor de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). El H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> forma partículas muy pequeñas (llamadas ultrafinas) en el escape de diésel, que se consideran especialmente peligrosas por su habilidad de penetrar hasta los pulmones. A pesar de que las partículas de sulfato son solo una pequeña parte del volumen o la masa de las partículas, estas representan una gran parte de la cantidad de partículas.



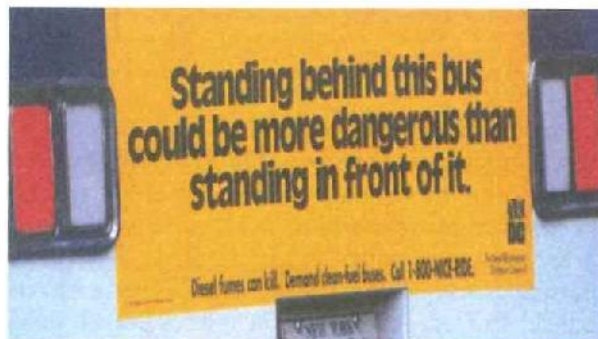
De acuerdo con la EPA, aproximadamente 2% del azufre en el diésel se convierte directamente en emisiones de MP. Además, las emisiones de  $\text{SO}_2$  pueden llevar a una formación secundaria de partículas – partículas que se forman en el aire ambiental. Los modelos de la EPA predicen que más del 12% del  $\text{SO}_2$  emitido en áreas urbanas se convierte en partículas de sulfato en la atmósfera. Las áreas urbanas serían las más beneficiadas de las reducciones de emisiones de  $\text{SO}_2$ , ya que el aire contaminado en áreas urbanas tiene una concentración más alta de los componentes que catalizan la reacción de  $\text{SO}_2$  a sulfato. Incluso con vehículos sin controles avanzados de contaminación, las reducciones de los niveles de azufre podrían tener un impacto significativo en las concentraciones primarias y secundarias de MP en áreas urbanas.

#### (i) *El impacto del azufre en los catalizadores de oxidación diésel*

Los motores de vehículos livianos diésel (3,5 toneladas de peso bruto del vehículo (GVW)) generalmente requieren catalizadores de oxidación diésel (DOCs) para cumplir con los estándares de emisiones vehiculares Euro 2 o más severos. Los catalizadores de oxidación disminuyen las emisiones de escape de HC, CO y MP, y generalmente remueven más o menos 30% del total de las emisiones de partículas a través de la oxidación de una gran parte de la fracción soluble orgánica. La efectividad de los DOCs se reduce dramáticamente por el azufre en el combustible, y por lo tanto deberían ser utilizados solamente en áreas que tengan niveles de azufre en el combustible de 500 ppm o menos.

#### (ii) *El impacto del azufre en los filtros antipartículas diésel*

Los filtros antipartículas diésel (DPFs) demuestran una efectividad de más del 95% en remover MP del escape diésel con casi cero (en el rango de 10 ppm como máximo) uso de combustible con azufre. También son capaces de reducir el número total de partículas emitidas a niveles similares, o incluso un poco menores, que aquellas de motores de gasolina. Sin embargo, los filtros deben ser limpiados, idealmente sin intervención humana, antes de llegar al límite, para mantener el desempeño del vehículo y la eficiencia del combustible y del filtro.



Con 50 ppm de azufre en el combustible, los filtros avanzados de MP pueden trabajar satisfactoriamente – más del 75% de reducción de  $\text{MP}_{2.5}$  y partículas más pequeñas – aunque no tan bien como con azufre a 10 ppm. Los sistemas se recuperan a la eficiencia original de control MP, más del 95% al utilizar combustibles con casi cero niveles de azufre, pero la recuperación toma tiempo debido a los depósitos de sulfato en el catalizador.

#### (iii) *Impacto del azufre en la tecnología SCR y adsorbentes $\text{NO}_x$*

La Reducción Catalítica Selectiva (SCR) ha emergido como la tecnología líder en reducción de  $\text{NO}_x$ . La SCR utiliza un agente reductor, inyectado en el gas de escape antes de catalizador, para lograr altos niveles de conversión  $\text{NO}_x$  en el escape lleno de oxígeno. El azufre no reduce la eficiencia de conversión en sistemas SCR tan directamente como en otras tecnologías de control avanzadas, pero las emisiones se ven impactadas de varias formas. El combustible con azufre aumenta las emisiones de MP desde el catalizador de oxidación, y las reacciones de azufre en sistemas SCR basados en urea también pueden formar bisulfato de amonio, un irritante respiratorio.

Los adsorbentes  $\text{NO}_x$  también se conocen como catalizadores de almacenamiento  $\text{NO}_x$  o trampas de  $\text{NO}_x$ . Los sistemas de adsorción de  $\text{NO}_x$  se utilizan en sistemas de producción post-tratamiento y han demostrado una eficiencia del 95% en la conversión de  $\text{NO}_x$  a  $\text{N}_2$ . Sin embargo, el dióxido de azufre ( $\text{SO}_x$ ) ocupa sitios activos que deberían guardar  $\text{NO}_x$ , y el  $\text{SO}_x$  es más difícil de remover, por lo tanto, la eficiencia (de eliminación de  $\text{NO}_x$ ) se reduce. Existe una necesidad periódica de des-oxidar, con un resultado de pérdida de combustible de 1.5%. Sin embargo, la durabilidad a largo plazo continúa siendo un problema. Además, sin grandes avances tecnológicos, se reconoce que este sistema solo puede operar con combustible con niveles muy bajos de azufre.

#### (iv) *Impacto del azufre en la durabilidad del motor*

Se sabe que el contenido de azufre también tiene efectos en el desgaste y los depósitos del motor, pero parece variar mucho en importancia, dependiendo de las condiciones de operación. Altos niveles de azufre representan un problema en los motores de diésel que operan a bajas temperaturas o intermitentemente. Bajo estas condiciones hay más condensación de humedad, lo que se combina con compuestos de azufre para formar ácidos y resulta en la corrosión y desgaste excesivo del motor. En general, entre menos nivel de azufre, menos el desgaste del motor.





El diésel tiene propiedades lubricantes naturales provenientes de compuestos, incluyendo los hidrocarburos más pesados y organosulfuro. Las bombas de diésel (especialmente las bombas de inyección rotativas en vehículos livianos), sin un sistema de lubricación externo, dependen de las propiedades lubricantes del combustible para asegurar su correcta operación. Los

procesos de refinamiento para remover azufre y aromáticos del diésel tienden a reducir también los componentes que proveen lubricación natural. Además del desgaste de la bomba, y en algunos casos, falla del motor, ciertos modos de deterioro en el sistema de inyección podrían afectar también el proceso de combustión, y por lo tanto las emisiones. Existen aditivos disponibles para mejorar la lubricación con niveles de azufre muy bajos, y deberían ser utilizados con cualquier combustible con 50 ppm o menos de azufre.

En conclusión, la mayoría de los vehículos livianos y pesados que cumplen con las normas de emisiones equivalentes a Euro 5 y Euro 6 o US Nivel 2, pueden desempeñarse satisfactoriamente con combustibles con un contenido máximo de 50 ppm de azufre. Las excepciones notables son la inyección directa de gasolina o diésel que utiliza adsorbentes de NOx para controlar las emisiones de NOx. Si, y cuando cambien a combustibles con máximo de 10 ppm de azufre, su desempeño mejorará. De manera alternativa, no será posible adoptar normas equivalentes a Euro 5 o Euro 6 o US Nivel 2 hasta que el máximo nivel de azufre sea limitado a 50 ppm o menos.



### 3. Las herramientas

Hay muchas herramientas en este kit que pueden ser utilizadas para iniciar la transición hacia combustibles y vehículos más limpios, y este capítulo revisará una parte de esas, que se han utilizado en muchos países a través de los años.

#### (i) Estándares obligatorios

Este es el método más directo para adoptar combustibles y vehículos más limpios. En la mayoría de los casos, los países basan sus requisitos en normas ya adoptadas por Europa, como las regulaciones de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa o bien, por Estados Unidos. Muy frecuentemente, los países realizan pequeñas variaciones para adaptarlos a las condiciones locales o seleccionan una mezcla de requisitos. Igualmente, con respecto a los combustibles, la mayoría de los países tienden a seguir las pautas estadounidenses o europeas para niveles de plomo y azufre, pero varían algunos de los otros parámetros dependiendo de las condiciones locales.

Year	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018-2020
Category													
LDV	II			III					IV				
	II			III				IV					
	II			III				IV					
HDV	II		III						IV				
	II		III					IV					
	II		III					IV					
MC	II			III									
	II			III									
	II			III									
Low speed	N/A	I	II									IV	
Off-road diesel	N/A		I		II						III		
Off-road gasoline	N/A						I					II	

Fig. ES3: Estándares de emisiones vehiculares vigentes en China.  
Fuente: Huiming Gong, Programa de Energía Sostenible de China.

Adoptar normas fijas para vehículos y combustibles y un lapso de tiempo para su implementación tiene la ventaja de remover la incertidumbre para todos los involucrados y crear condiciones de igualdad en el mercado. Los proveedores de vehículos y combustible saben qué les será requerido y pueden planear, y si es necesario, invertir consiguientemente. Igualmente, sus consumidores pueden anticipar los tipos de productos que les serán disponibles y cuándo, y los oficiales del ambiente y la salud pueden estimar la trayectoria futura de las emisiones vehiculares y las posibles consecuencias.



Para adoptar e implementar normas para combustibles y vehículos nuevos, se necesitan suficientes recursos para un programa de cumplimiento fuerte y efectivo.

### (ii) Restricciones importantes

Los países que importan gasolina o diésel pueden establecer rápidamente especificaciones o estándares de combustible que solo permitirían la entrada al país de combustibles con bajos niveles de azufre. La región de África del Este ha adoptado esta política.

Muchos países importan algunos o todos sus vehículos, y esos vehículos importados pueden ser nuevos o usados. Colocar restricciones en los tipos y la calidad de las importaciones puede ser una herramienta importante que puede tomar muchas formas. Como se mencionó arriba, los estándares de emisiones son una herramienta muy efectiva para reducir las emisiones vehiculares y pueden ser impuestos a vehículos nuevos importados, por ejemplo.

Muchos países importan grandes cantidades de vehículos usados cada año, y las emisiones de estos vehículos pueden tener grandes variaciones, desde relativamente limpios, a altamente contaminantes. Inspeccionar las importaciones para asegurarse de que los controles de contaminación estén funcionando es un ejemplo del enfoque. Otro enfoque asume que, conforme un vehículo envejece, su tecnología de control de contaminación se deteriora. Por lo tanto, algunos países limitan las importaciones a vehículos que tengan menos de cierta edad – 10, 5 o incluso 3 años.

### (iii) Restricciones de uso

Otro enfoque utilizado, más que todo por ciudades para incentivar el cambio a vehículos más limpios, son las zonas de vehículos limpios o zonas de bajas emisiones (LEZ). Una gran variedad de ciudades y pueblos en Europa operan o están preparando zonas de bajas



emisiones para ayudar a cumplir con los valores de calidad de aire europeos, donde los vehículos más contaminantes están regulados. Esto significa que los vehículos pueden ser restringidos, o en algunos casos pagar una multa si entran a la zona cuando sus emisiones se encuentran sobre el nivel establecido.

Diferentes vehículos son regulados, dependiendo de las condiciones locales. Todas las zonas de bajas emisiones afectan a los vehículos pesados, algunas también afectan camionetas diésel, otras afectan vehículos de gasolina y diésel; en Italia las motocicletas y triciclos también están incluidos.

### (iv) Programas voluntarios de incentivos



Existen varios programas voluntarios de incentivos disponibles para atraer a los dueños de vehículos hacia el transporte más limpio. Un ejemplo es el Programa SmartWay. Lanzado en 2004, SmartWay es un programa de la EPA que reduce las emisiones relacionadas con el transporte mediante la creación de incentivos para mejorar la energía de la cadena de suministros y la eficiencia

ambiental. Este aspira a acelerar la disponibilidad, adopción y penetración del mercado de tecnologías avanzadas de combustible eficiente y prácticas operativas en la cadena de suministros, mientras que ayuda a las compañías a ahorrar combustible, reducir los costos y reducir el impacto ambiental adverso. EPA le ayuda a los Socios SmartWay a mover más mercancías, más millas con menos emisiones y menos energía.

### (v) Excepciones especiales para tecnologías avanzadas

Los países y ciudades alrededor del mundo han tomado muchas acciones para estimular el desarrollo y compra de vehículos de alta tecnología. Por ejemplo, Londres provee una excepción a sus cobros de congestión para los vehículos eléctricos. Otros ejemplos incluyen:

- Excepciones de restricciones episódicas.
- Privilegios del carril de vehículos de uso compartido
- Excepciones de restricción de ventas



## (vi) Incentivos económicos

Incentivos económicos, como variaciones en impuestos o precios, pueden jugar un papel muy importante en moldear la introducción de vehículos y combustibles más limpios, y estos han sido utilizados de manera muy creativa en el pasado.



## (vii) Acciones legales

En algunos países, los ciudadanos han acudido a los tribunales para desafiar a los gobiernos a hacer más para proporcionarles aire limpio y saludable, y esto puede ser la base para acelerar el cambio a combustibles y vehículos más limpios.

## (viii) Programas de desguace vehicular

En muchos países existen varios programas obligatorios y voluntarios de desguace vehicular, y la mayoría de ellos son financiados por el gobierno y las industrias. Los programas de desguace vehicular promueven la aceleración del reemplazo de vehículos viejos por nuevos.



Los vehículos más viejos y contaminantes se sacan de las carreteras y se destruyen. Los dueños de los vehículos pueden recibir diferentes incentivos ofrecidos por los programas locales, que pueden incluir reducciones monetarias a la hora de comprar un vehículo nuevo o incentivos para utilizar el transporte público u otras formas de transporte más limpias. De esta forma, los niveles de contaminación se pueden reducir.

## (ix) Inspección y Mantenimiento (I/M)



Los vehículos que están afinados y son mantenidos correctamente tienden a ser más limpios que los vehículos que no lo están. Los vehículos modernos que cuentan con controles avanzados de contaminación son más dependientes del correcto funcionamiento de sus componentes

para mantener bajos los niveles de contaminación. Fallos menores en los sistemas de aire/combustible o gestión de chispa pueden aumentar significativamente las emisiones. Fallos mayores pueden causar que las emisiones aumenten drásticamente.

Un número relativamente pequeño de vehículos con fallos severos frecuentemente causan la mayoría de los problemas de contaminación relacionados con vehículos. Desafortunadamente, no es obvio cuáles vehículos calzan en esta categoría, ya que las emisiones podrían no ser notorias y los fallos en el control de emisiones no necesariamente afectan la conducción del vehículo.

Programas efectivos de inspección vehicular, basados en someter periódicamente los vehículos a una prueba corta, pueden identificar a los vehículos problema, y requerir que vuelvan a realizar la prueba después del ajuste necesario, asegura que se reparen. La combinación de inspección (I) y mantenimiento correctivo (M) se conoce como I/M. Los programas de I/M pueden contribuir sustancialmente a reducir la contaminación causada por esos vehículos.



#### 4. Cómo implementar un programa de combustibles y vehículos limpios

Conforme los países o regiones consideran cambiar a combustibles y vehículos más limpios, se encuentran en diferentes circunstancias. Cualquiera que sea la situación estructural, un punto de partida usual involucra sensibilizar a la población sobre las consecuencias para la salud o el ambiente si no se actúa.

El reporte completo del kit de regulaciones incluye varios casos que ilustran la implementación de combustibles y vehículos limpios en Europa, Canadá, Estados Unidos, India y China.

##### a) Educar al público y ganar su apoyo

Sin un fuerte apoyo público, es difícil que sea posible implementar un programa fuerte y efectivo de combustibles y vehículos limpios. Primero, es importante contar con un buen resumen de la información disponible. La información internacional es fácil de conseguir y es resumida brevemente en el reporte completo. La información sobre la salud, que haga hincapié



en los impactos adversos en los niños, los ancianos y otros grupos sensibles, es usualmente la más importante. Además de los impactos para la salud, en algunas áreas los grupos influyentes consideran otros efectos ambientales como muy importantes. En Europa, por ejemplo, los bosques y lagos están muriendo debido a la acidificación, y esto motivó a tomar acciones durante los años 70 y 80, tanto como las preocupaciones por la salud.

También es muy importante recopilar y utilizar datos locales para complementar los datos internacionales.

Es crítico obtener esta información para el público y para los encargados de formular políticas. Eventos con la prensa, ruedas de prensa, talleres públicos y otras actividades de este tipo pueden ser útiles para correr la voz. A menudo, la comunidad de las ONGs puede jugar un papel crítico haciendo esto.

Las industrias afectadas – como mínimo la industria petrolera y la industria automotriz – necesitan estar involucradas en este proceso. En el mejor de los casos, van a apoyar lo que se quiere hacer. Pero si no, sería recomendable conocer sus preocupaciones y saber cuáles son sus objeciones o desacuerdos.

Al final, a menos de que haya una necesidad percibida de tomar acción, por parte del público, probablemente no ocurra.

##### b) Identificar a los tomadores de decisiones que deben ser convencidos de actuar

Los que toman las decisiones y que necesitan ser convencidos pueden variar mucho de país a país. Por ejemplo, a menudo no existe una sola agencia u organización con el poder de fijar estándares tanto de vehículo como de combustibles.

- La EPA tiene el poder de fijar estándares de vehículos y combustibles, y trabaja de cerca con los interesados en su desarrollo.
- En Europa, hay diferentes roles con la Comisión al principio para desarrollar propuestas, pero los Estados Miembros y el Parlamento tienen papeles críticos y tienen el poder de fortalecer o debilitar lo que la Comisión proponga antes de que se finalice.
- En Canadá, Ambiente Canadá desarrolla, implementa y administra la calidad ambiental del combustible y la mayoría de las regulaciones de emisiones de vehículos y motores. Estas regulaciones juegan un papel importante para asegurar combustibles más limpios para permitir vehículos y motores más limpios. El gobierno canadiense, la industria y otras partes interesadas, trabajan juntos para asegurar que haya combustibles y vehículos limpios disponibles.





- En India, comités expertos especiales han jugado un papel clave con las cortes, aplicando gran presión.
- En China, varias organizaciones están involucradas – definitivamente el Ministerio de Protección Ambiental (MEP), pero también el Consejo Estatal y otros. Más allá del gobierno nacional, esfuerzos locales como los de Pekín y Shanghai pueden jugar un papel crítico de liderazgo.

Cada país es único con su propia cultura política y estructura de poder. Esto debe ser entendido con el fin de ser eficaces en el logro de la acción real.

### c) Determinar la herramienta o herramientas apropiadas para sus circunstancias

¿Una regulación obligatoria es el primer paso para el éxito, o los incentivos fiscales o la falta de incentivos funcionarían mejor en su país o región? Consideraciones importantes:

- ¿Los vehículos son todos importados o hay vehículos fabricados o ensamblados en su país?
- ¿Hay una industria de refinería local o toda la gasolina y el diésel son importados?
- Si los vehículos y el diésel son importados, ¿cuál es el estado del control del país o países de los cuáles se importa?
- ¿Cuáles son los posibles impactos al empleo en su país si se buscan vehículos y combustibles más limpios?

### d) Recolectar los datos

Al final del día, los legisladores van a querer saber y van a necesitar conocer los hechos:

- ¿Por qué son necesarios los vehículos y combustibles limpios?
- ¿Es técnicamente posible?  
¿Políticamente? ¿Económicamente?



- ¿Cuánto costará y quién se verá afectado?
- ¿Cuánto tiempo se necesita? etc.

### e) Desarrollar una estrategia para que los tomadores de decisiones actúen

Puede ser muy útil determinar quiénes van a ser sus aliados y quiénes serán sus adversarios en este esfuerzo y qué se necesita para volcarlos a su punto de vista – hacer posible que el resultado sea positivo después del debate.



### f) Encontrar un campeón o campeones

Dentro de la estructura de toma de decisiones, usualmente es importante encontrar una persona u organización que apoye sus objetivos de tener vehículos y combustibles más limpios, y hacer lo que sea necesario para ayudar a esa persona.

### g) Fortalecer la gobernanza reguladora



La gobernanza reguladora conecta los pilares esenciales del cambio ambiental, que incluyen: consciencia sobre el impacto del problema ambiental, acciones para tratar el problema ambiental y los instrumentos para posibilitar las acciones para tratar el problema ambiental. La gobernanza reguladora generalmente se hace posible gracias a una agencia gubernamental que escribe las leyes y regulaciones, administra y ejecuta los requisitos regulatorios.

Para cualquier programa que incluya regulaciones, se necesitan recursos apropiados, financieros y humanos, para



desarrollar, implementar y monitorear el programa. El rango de complejidad de un programa se puede relacionar con la complejidad de la industria y las flexibilidades de cada programa. La gobernanza regulatoria incorporaría:

- Organización reguladora: Se necesita identificar un ministerio, departamento o agencia responsable, y se debe proveer con suficientes.
- Un equipo de Desarrollo de Regulaciones con las habilidades necesarias, como expertos de la industria automotriz y del combustible (para determinar qué es posible); Legal (para hacer un borrador de la legislación o regulaciones de acuerdo con las leyes locales); economistas y científicos para realizar el análisis de costo beneficio para determinar el costo de implementar el programa de combustibles/vehículos limpios y los beneficios del aire más limpio asociados con la salud; expertos en comercio (para evaluar los efectos en el comercio), y expertos en comunicación, para la entrega de la iniciativa reguladora al público.

- Promoción del Cumplimiento para promover las regulaciones y requisitos regulatorios.



- Ejecución: La experiencia ha demostrado que las regulaciones y los estándares tienen valor limitado a menos de que se ejecuten. El reporte completo contiene los detalles de las ejecuciones y los programas de cumplimiento para combustibles y vehículos en Estados Unidos. Este programa ha sido desarrollado y perfeccionado a lo largo de 40 años, e ilustra muchos de los elementos críticos de un programa exitoso.

- Administración y Operaciones Regulatorias para apoyar tanto la promoción del cumplimiento como la aplicación de las regulaciones.

Las regulaciones tienen un ciclo continuo de revisión y evaluación para confirmar su cumplimiento, desempeño y constante mejoría, para cumplir con los objetivos ambientales.

Algunas lecciones aprendidas en gobernanza regulatoria y el desarrollo de regulaciones:

- Consultar con la industria y otros departamentos gubernamentales es clave para diseñar una regulación exitosa.
- Aliarse con socios comerciales importantes permite igualdad de condiciones y actividades comerciales sin complicaciones, en lo que respecta a competencia y fuerzas del mercado.
- Entre más compleja una regulación o un instrumento, más difícil de aplicar.
- Pero regulaciones complejas pueden permitir flexibilidad en la industria.
- El entrenamiento extensivo de los oficiales de ejecución y la comunidad reguladora, ayuda a asegurar el cumplimiento.
- Diseñar la regulación es “la punta del iceberg” – sigue mucho más. La implementación y administración puede incluir promoción del cumplimiento, entrenamiento, reporte de recolección de datos, medición del desempeño, verificación del cumplimiento, aplicación, correcciones, etc.



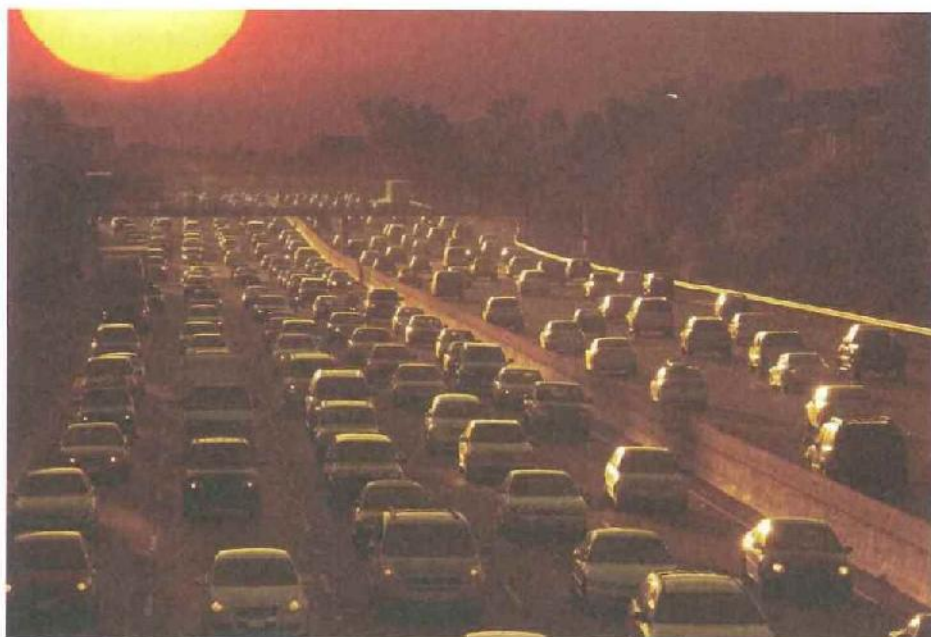
Figura ES4: Proceso regulatorio. Fuente: Ambiente Canadá



## 5. Conclusiones

Los combustibles y vehículos más limpios son elementos críticos de la estrategia para tener aire más limpio y la experiencia nos ha demostrado que deben ser tratados como un sistema. Ahora que el plomo ha sido eliminado casi por completo de la gasolina alrededor del mundo, el azufre es el componente más crítico que debe ser reducido, finalmente a niveles cercano a cero. Bajo el liderazgo de la Sociedad por Combustibles y Vehículos Limpios, muchos países en desarrollo ya se han comprometido a reducir los niveles de azufre de la gasolina y el diésel a mínimo 50 ppm o menos. En este nivel, la mayoría de los países podría introducir tecnologías automotrices que les permitirían alcanzar estándares de emisiones Euro 4 y muchos podrían llegar a Euro 5 o Euro 6, o estándares equivalentes a US Nivel 2.

Hay muchas herramientas disponibles para facilitar el progreso hacia estos niveles, pero basados en los casos de estudio presentados en el reporte completo, se necesita una fuerte regulación gubernamental. Y, para ser efectivo, se deben destinar recursos para implementar y aplicar estas regulaciones.







Alianza para Combustibles y Vehículos Limpios  
División de Tecnología, Industria y Economía  
Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

P.O. Box 30552 Nairobi, Kenia

+254 (20) 7624184

+254 (20) 7652264

Email: [pcf@unep.org](mailto:pcf@unep.org)



Con el apoyo de:



Environment  
Canada