

**ARTICULACIÓN UNIVERSIDAD-EMPRESA-ESTADO PARA ESTABLECER LOS FACTORES DE EMISIÓN REALES DE VEHÍCULOS PESADOS EN EL VALLE DE ABURRÁ (FEVA-II). AMPLIACIÓN 2**

RESUMEN EJECUTIVO  
PRUEBA PILOTO DE DISTINTIVOS AMBIENTALES

Preparado para

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ

Convenio Interadministrativo de Asociación No. 888 de 2017 entre el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y la Universidad de Antioquia



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**  
1 8 0 3

Por:

John Ramiro Agudelo

Profesor Departamento Ingeniería Mecánica

Medellín

9 de octubre de 2019



### ¿Cómo surgió la idea de hacer este piloto de distintivos ambientales para el Valle de Aburrá?

Los resultados del Convenio interadministrativo 888 de 2017 entre el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) y la Universidad de Antioquia, mostraron que existían marcadas diferencias en los factores de emisión de PM2.5 según el modelo (año) y tecnología de los vehículos, dando lugar a que en algunos casos excepcionales, algunos vehículos antiguos emitieran menos PM2.5 que vehículos de nueva tecnología, y además permitió identificar particularmente a grandes contaminadores, que contribuían con valores superiores a los 5 gramos/km recorrido de PM2.5 en la región, cuando los mejores vehículos medidos con las mismas condiciones, emitían entre 70 y 150 miligramos/km.

Como una manera de estimular la actividad económica de aquellas empresas comprometidas con el Pacto por la Calidad del Aire del Valle de Aburrá, que tuvieran sus vehículos diésel en buen estado de mantenimiento mecánico, y basados en los resultados mencionados, el equipo técnico de Calidad de Aire del AMVA propuso a la Universidad de Antioquia (UdeA) adelantar una campaña de medición que permitiera determinar un umbral de opacidad de humo, por debajo del cual se pudiera implementar un distintivo para que esos vehículos pudieran transitar durante el período de episodio crítico de calidad del aire previsto para el segundo semestre de 2019 (octubre-noviembre). De esta manera, mediante convenio con los CDA de la región se podría realizar la campaña de implementación de los distintivos en los vehículos diésel que emitieran menos de dicho umbral de opacidad.

La UdeA realizó una campaña preliminar para contrastar la capacidad de los opacímetros de determinar adecuadamente el estado de mantenimiento de un vehículo diésel, encontrando que estos equipos NO eran confiables. No existe una relación directa entre la opacidad del humo, exigida actualmente en Colombia por la ley 910 de 2008, y la concentración másica y en número de partículas emitidas por un vehículo diésel. Este hallazgo ha sido reportado por otras entidades y autoridades ambientales en países europeos, Australia y Estados Unidos.

### ¿Por qué la opacidad de humo no es una buena medida del estado mecánico y del nivel de contaminación de PM2.5?

Por tres razones fundamentalmente: 1) la señal de los opacímetros se ve interferida por la emisión de algunos

gases contaminantes que emiten los vehículos diésel, particularmente el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), el cual inhibe la luz del sensor del opacímetro, porque la medida de estos equipos es imprecisa para tamaños de material particulado inferior a 250 nanómetros, que representan más de la mitad de las emisiones de los vehículos diésel actuales, y porque la sensibilidad o precisión de estos equipos no es buena para vehículos con tecnologías Euro III y superiores.

### ¿Si la opacidad de humo no es una buena medida del estado mecánico y del nivel de contaminación de PM<sub>2.5</sub> de un vehículo diésel, entonces qué hacer?

La experimentación sobre una muestra representativa de vehículos diésel en el Valle de Aburrá permitió encontrar una correlación muy buena entre el factor de emisión del número de partículas emitidas por cada kilómetro recorrido por un vehículo diésel (#/km-tonelada) y las emisiones del número de partículas por cada centímetro cúbico (#/cm<sup>3</sup>) emitidas por el vehículo en un ralentí de 60 segundos con el motor caliente (Figura 1). Se observa que los mejores vehículos emiten menos de 25 billones!! de partículas/km-ton, lo que representa un umbral de 2 millones de partículas/cm<sup>3</sup> en vacío (conocido como neutra o ralentí).

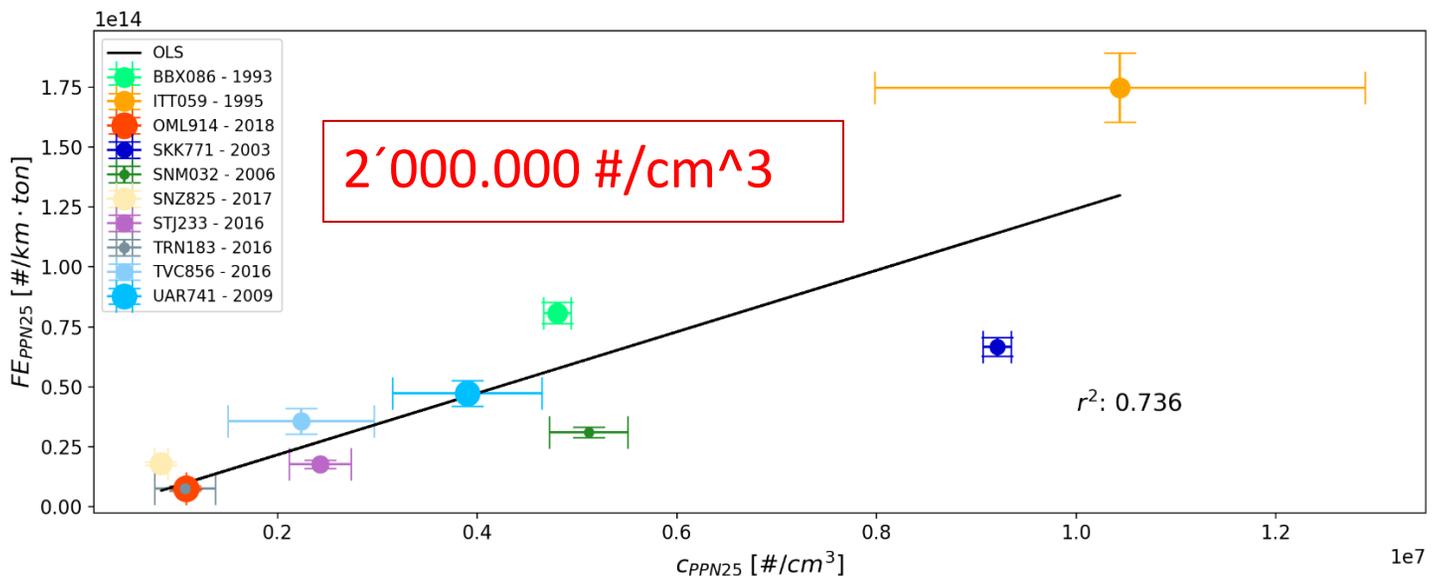


Figura 1. Correlación entre el Factor de Emisión del número de partículas/km-ton y el #/cm<sup>3</sup>.

Como el factor de correlación encontrado fue del 73.6%, dicho número tuvo que ser complementado con un valor adicional de concentración en masa de partículas emitidas de 5 mg/m<sup>3</sup>. Es así como se implementó el distintivo ambiental a todo vehículo que emitía menos de 2 millones de partículas/cm<sup>3</sup> Y TAMBIÉN menos de 5 mg/m<sup>3</sup> ambos datos arrojados simultáneamente por el mismo equipo durante la misma prueba del vehículo parado en neutra con el motor en marcha al ralentí (vacío) por 60 segundos.

Una experiencia similar fue adelantada por el instituto de investigación del automóvil de Holanda (TNO) entre 2015 y 2017, donde usaron un valor límite de 250.000 partículas/cm<sup>3</sup> para vehículos diésel livianos (automóviles). El TNO, consciente de la inutilidad de la prueba de opacidad de humo para detectar el

malfuncionamiento de los filtros de partículas diésel en vehículos de tecnologías de emisión Euro 5 y Euro 6, fueron los primeros en reportar el uso de esta técnica de medición contando la concentración de partículas con el motor en ralentí, y la proponen a su gobierno para sustituir la de opacidad de humo, sugieren el umbral de 250.000  $\#/cm^3$  para vehículos Euro 6, mientras que para vehículos Euro 5 y anteriores, sugieren valores aproximados a 1.5 millones  $\#/cm^3$ .

Posteriormente un equipo de Bélgica adelanta un piloto similar con más de 300 vehículos y encontraron en esta metodología una herramienta potente, que evidenciaba altos niveles de emisiones de PM2.5 en vehículos diésel que superaban fácilmente la prueba de opacidad de humo.

Más recientemente el ICCT (*International Council on Clean Transportation*) implementó con éxito esta misma metodología de conteo de partículas en México, para evaluar diferentes tecnologías de buses que estaban entrando al mercado.

### ¿Cuáles equipos fueron usados para el piloto voluntario de distintivos ambientales?

Se usaron dos equipos con el mismo principio de operación de descarga eléctrica de baja presión para ionizar la corriente de aire pura que luego se pega al material particulado, el cual se mide en un electrómetro. En este caso, la empresa Colombiana de Petróleos (ECOPETROL) se unió al proyecto facilitando su equipo, así como personal altamente calificado (Ingenieros Sandro González y José Luis Sarmiento). Por su parte la Universidad de Antioquia utilizó su equipo con el mismo principio de operación.

### ¿Cuáles fueron los principales resultados del piloto voluntario de distintivos ambientales?

A la fecha estamos en el procesamiento de las bases de datos obtenidas, se pueden resaltar los siguientes hallazgos generales:

<i>Tabla 1. Información general</i>	
Total vehículos agendados por el AMVA	2.132 (incluye 1 GNV)
Total vehículos medidos	1.547 (73% de los agendados, el resto no asistió)
Total vehículos aprobados	772 (49,9% de los medidos)
Total vehículos rechazados	775 (50,1% de los medidos)

*Tabla 2. Información por modelos*

Total medidos modelo < 2009	362 (23%)
Total aprobados modelo < 2009	69 (19%)
Total rechazados modelo < 2009	293 (81%)
Total medidos modelo 2009 - 2014	566 (37%)
Total aprobados modelo 2009 - 2014	228 (40%)
Total rechazados modelo 2009 - 2014	338 (60%)
Total medidos modelo 2015 - 2018	452 (29%)
Total aprobados modelo 2015 - 2018	331 (73%)
Total rechazados modelo 2015 - 2018	121 (27%)
Total medidos modelo 2019 - 2020	167 (11%)
Total aprobados modelo 2019 - 2020	144 (86%)
Total rechazados modelo 2019 - 2020	23 (14%)

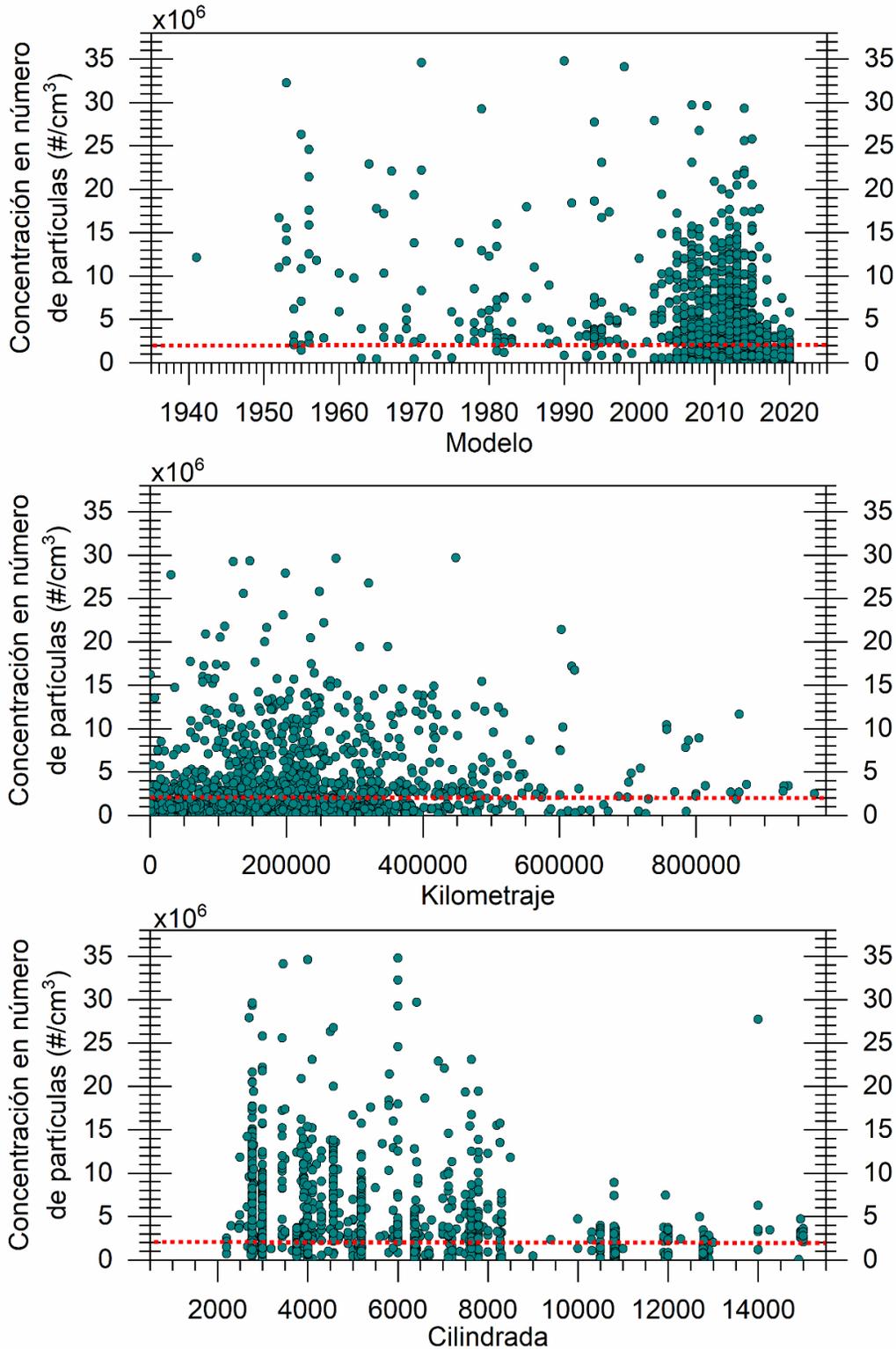


Figura 1. Concentración en número de partículas por modelo, kilometraje y cilindrada

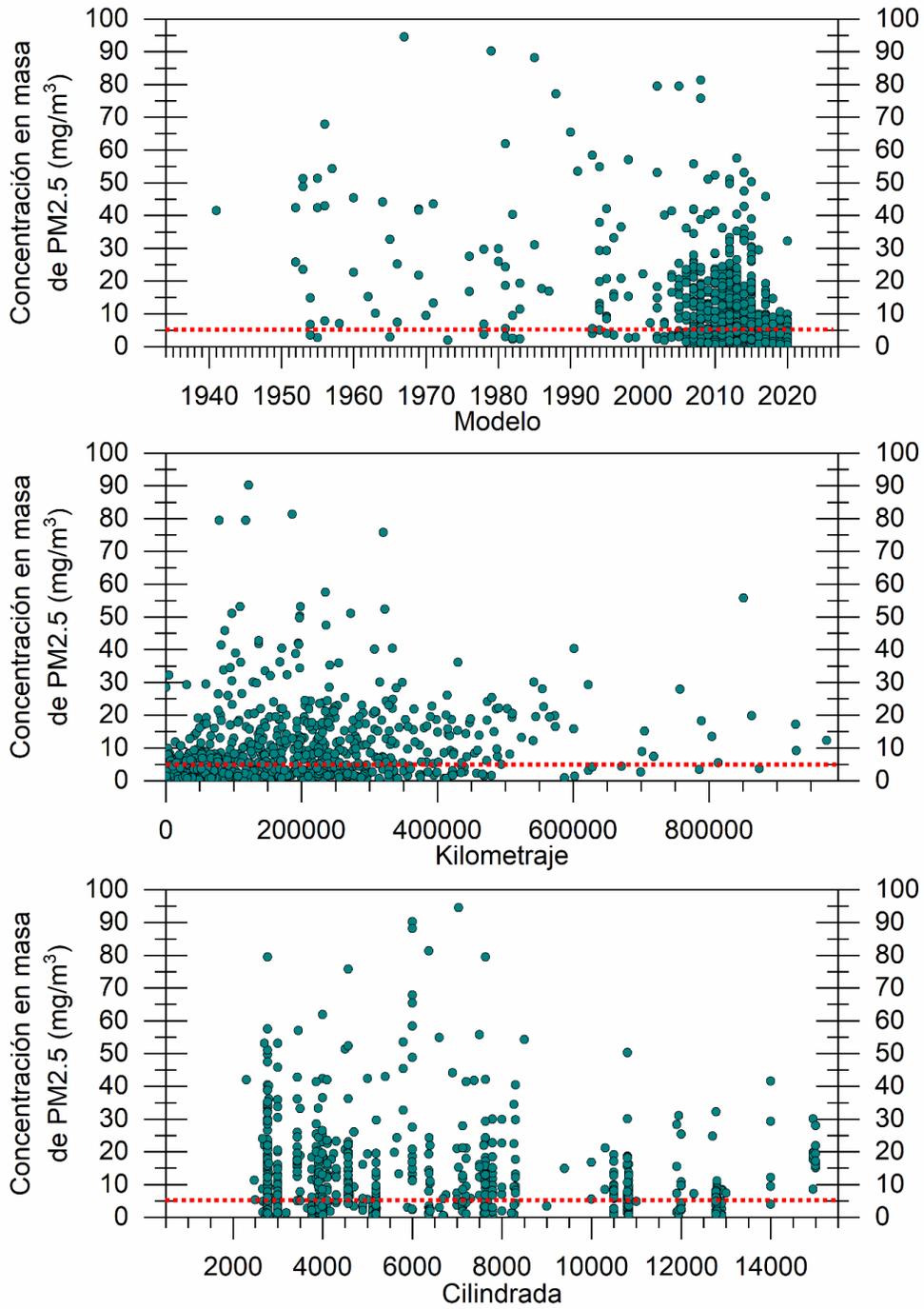


Figura 2. Concentración en masa de partículas por modelo, kilometraje y cilindrada

**John Ramiro Agudelo Santamaría**

Responsable proyecto FEVA-II

Universidad de Antioquia