

Integración de la información de calidad del aire como insumo para la toma de decisiones en Manizales

Carlos Mario González D.

Ing. Químico. MSc. PhD.

Grupo de Trabajo Académico en Ingeniería Hidráulica y Ambiental
Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales



Centro para la
Formación Cafetera
Regional Cálida

SENNOVA
Investigación Aplicada
Centro para la Formación Cafetera

Apoya: **SUMA**
Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire

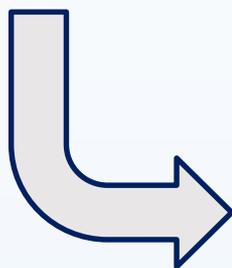


**II CONGRESO
INTERNACIONAL
AMBIENTAL**

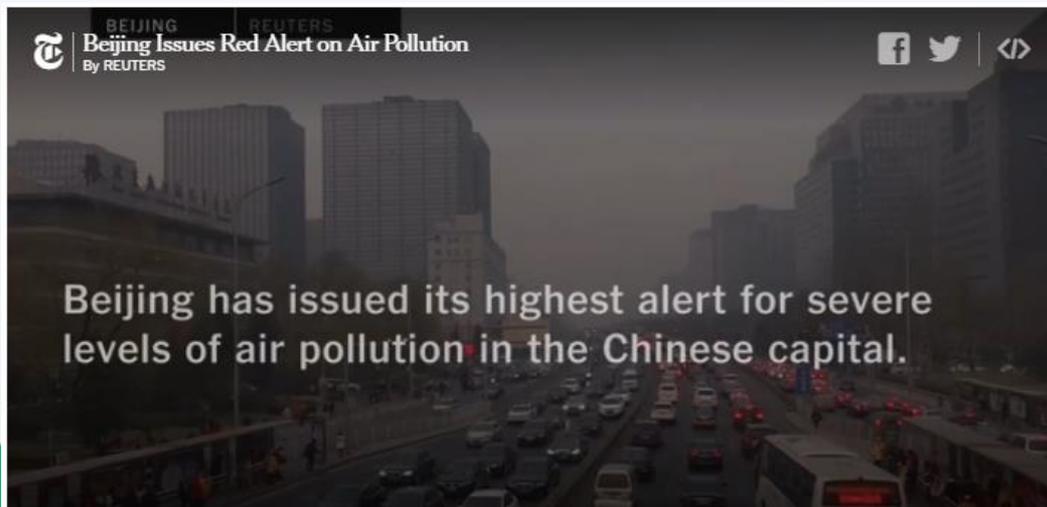
*Calidad del aire, Salud Pública
y Movilidad Sostenible*

PREOCUPACIÓN EN EL MUNDO POR LAS CONSECUENCIAS DERIVADAS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Durante el año 2012 una de cada nueve muertes fue el resultado de precarias condiciones del aire¹.



aproximadamente 3 millones son atribuibles únicamente a contaminación del aire en exteriores



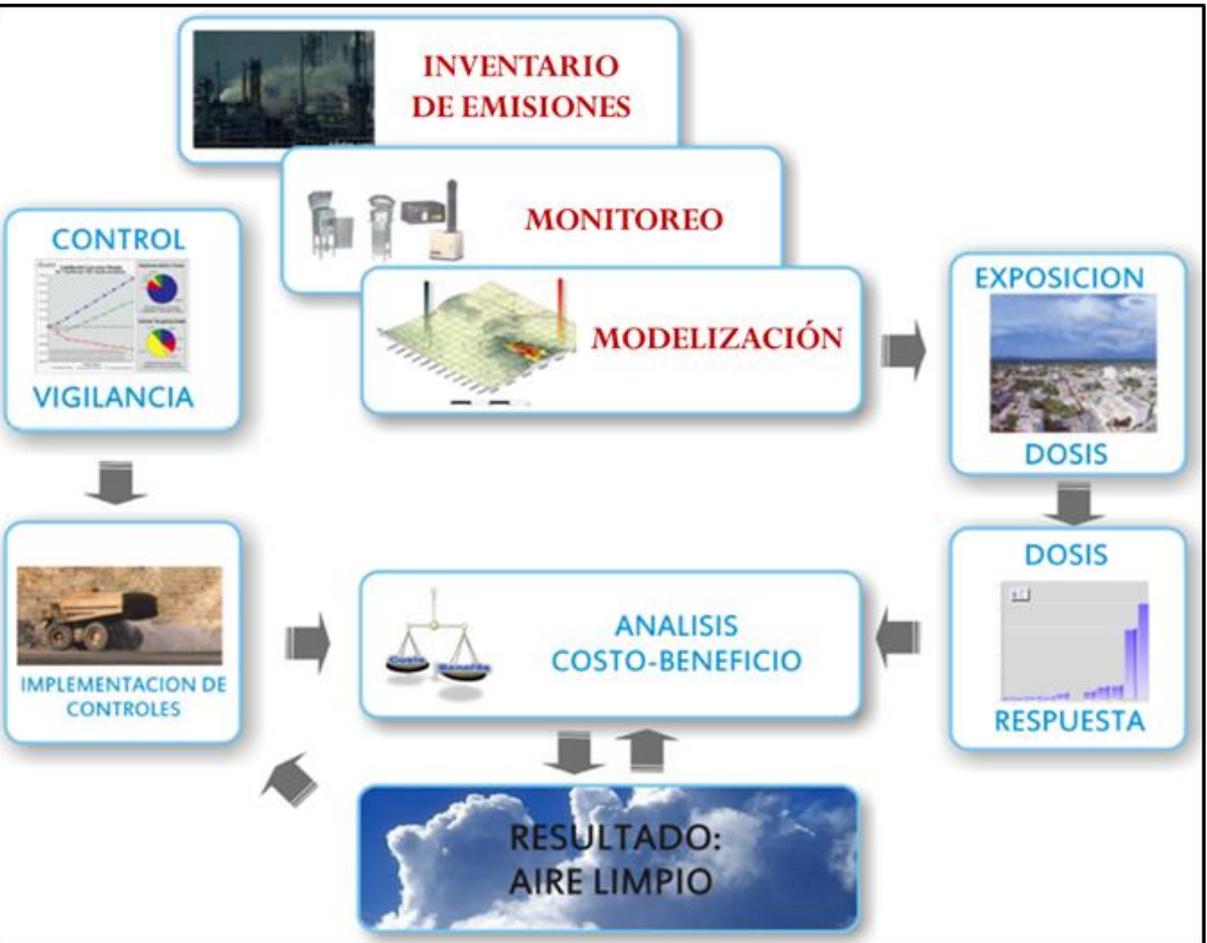
Según el documento CONPES 3943 de 2018 “Política para el mejoramiento de la calidad del aire”, para el año 2015 la baja calidad del aire en Colombia estuvo relacionada con²:

- ❑ *Más de 8.000 muertes por cáncer de pulmón y enfermedad cardiovascular en mayores de 44 años*
 - ❑ *22 muertes por todas las causas en menores de 5 años*
 - ❑ *67 millones de enfermedades y síntomas respiratorios.*

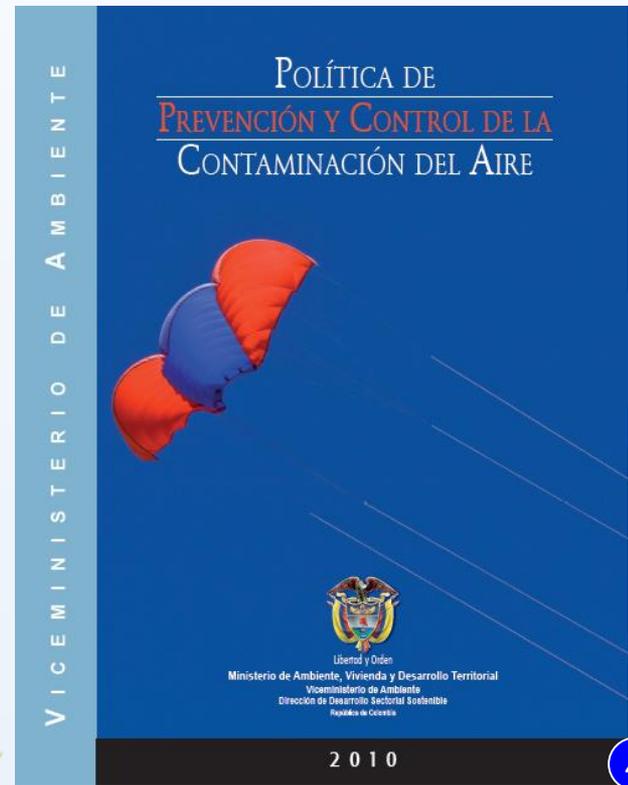


Foto: Beherentz, 2017

Los costos en salud asociados a contaminación del aire urbano en Colombia se han incrementado, pasando de 0.78% del PIB en 2002 a 1.5% en 2015 (12.2 billones de pesos)³.

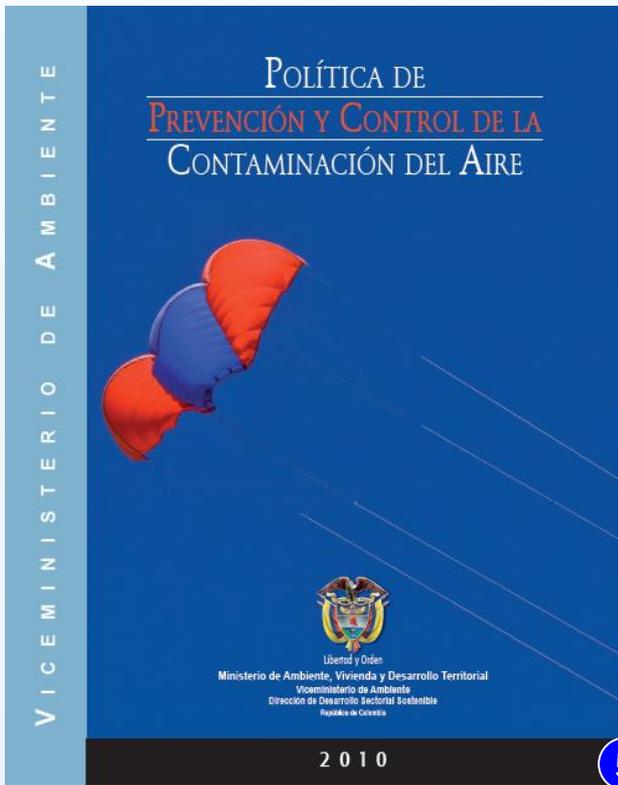


La política para el mejoramiento de la calidad del aire en Colombia destaca la necesidad de comprender el estado actual de la contaminación del aire en centros urbanos



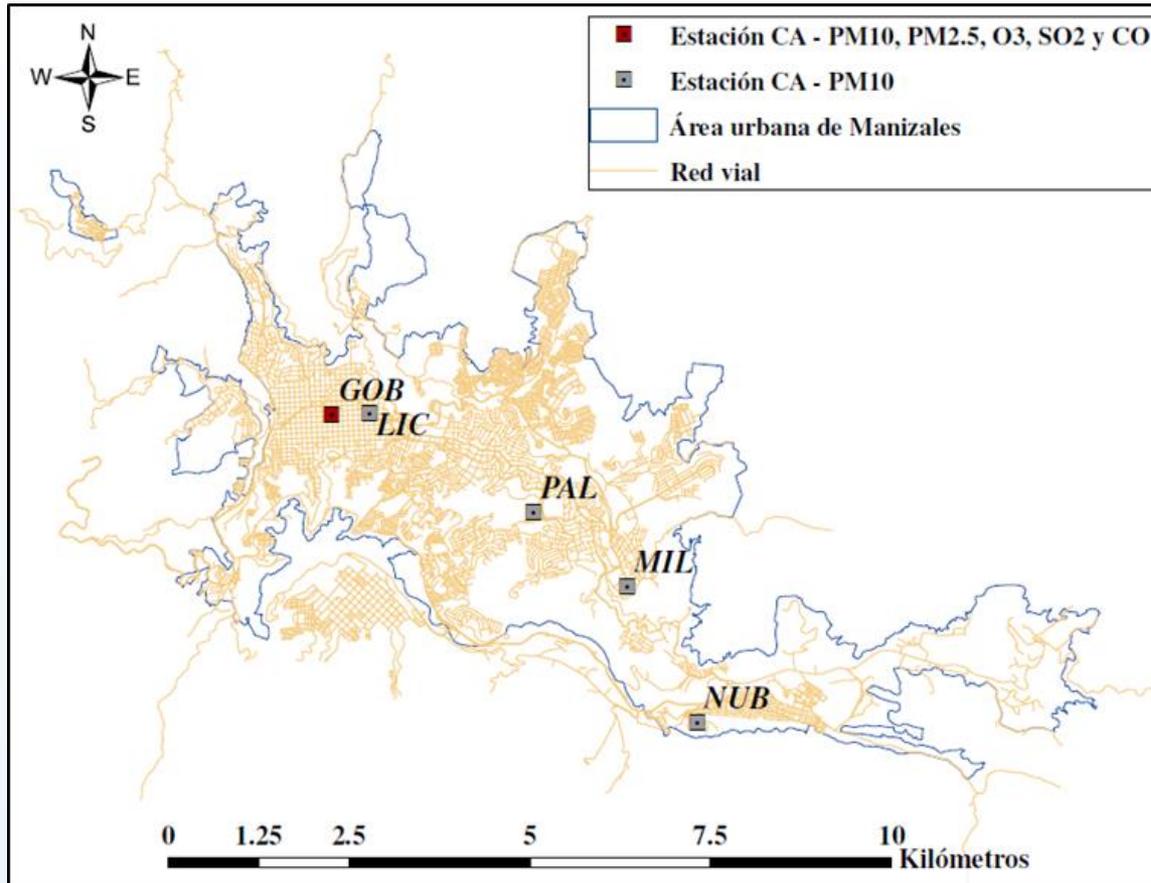


La política para el mejoramiento de la calidad del aire en Colombia destaca la necesidad de comprender el estado actual de la contaminación del aire en centros urbanos



Y LA GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN MANIZALES?

SISTEMA DE VIGILANCIA DE CALIDAD DEL AIRE DE LA CIUDAD DE MANIZALES



Manizales cuenta con un Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire (SVCA) operado por la corporación ambiental Corpocaldas en conjunto con la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.

Medición de material particulado

Gravimetría



Masa de material particulado



Cálculo de concentración de contaminante



Variables promedio día de monitoreo



Estación Meteorológica

Medición de gases

Estación automática de monitoreo activo Gobernación

<i>Identificación:</i> Gobernación	<i>Contaminantes monitoreados:</i> SO₂, O₃ y CO
<i>Ubicación (Coord. Geográficas):</i> N 5° 4' 6.5" W 75° 31' 1.7" Estación localizada en la terraza del edificio de la Gobernación de Caldas (Antiguo edificio de la Licorera)	<i>Unidad de medida:</i> La estación reporta concentraciones en ppb. Se realiza el cálculo en µg/m³ reportándolo a condiciones estándar (25°C y 760 mmHg).
<i>Altitud:</i> 2155 msnm	<i>Periodicidad del monitoreo:</i> Diario.
<i>Fecha instalación:</i> Enero de 2014	<i>Periodicidad de los datos:</i> Horaria (datos cada 5 minutos)



La información obtenida en el SVCA se comparte a la ciudadanía mediante indicadores y datos estadísticos disponibles en el **CENTRO DE DATOS E INDICADORES AMBIENTALES DE CALDAS (CDIAC)**

The screenshot shows the website cdiac.manizales.unal.edu.co. The header includes the logo of the Universidad Nacional de Colombia and a search bar. The main content area is titled "Está en: Inicio / Indicadores de Aire" and features three main sections:

- INDICADORES DE AIRE: ICA y PELN**: Calculará indicadores de calidad del aire a partir de datos de monitoreo de contaminantes criterio para Manizales y Caldas.
- INDICADORES DE AIRE: EMATMOS y GEI**: Calculará indicadores de calidad del aire a partir de resultados de diferentes inventarios de emisión realizados para Manizales y Caldas.
- INDICADORES DE AIRE: DATOS ESTADÍSTICOS**: Aquí encontrarás los promedios, máximos, mínimos y desviaciones estándar de los datos reportados por las estaciones de calidad del aire de Manizales.

The left sidebar contains navigation links: Inicio, Información de Indicadores, Consultar Indicadores, Climatológicos, and Calidad del aire. The right sidebar is labeled "Servicios".

<http://cdiac.manizales.unal.edu.co/inicio/cdiac.php>

En el CDIAC también se encuentran disponibles boletines de calidad del aire con la descripción de los resultados producto del monitoreo de contaminantes atmosféricos en Manizales y Caldas



The screenshot shows the website cdiac.manizales.unal.edu.co. The header includes the Universidad Nacional de Colombia logo and navigation menus for 'Aspirantes', 'Estudiantes', 'Egresados', 'Docentes', and 'Administrativos'. A search bar is labeled 'Búsqueda persona'. The main navigation menu includes 'SOBRE CDIAC', 'DATOS', 'SISTEMA INDICADORES Y CONSULTAS', 'DE INTERÉS', 'PERSONAS', 'TUTORIALES', and 'SEDES'. The 'DE INTERÉS' dropdown menu is open, showing 'Enlaces de Interés', 'Publicaciones', and 'Notas'. The breadcrumb trail reads 'Está en: Inicio / DE INTERÉS / Publicaciones'. The main content area is titled 'Publicaciones' and contains the text 'Algunos trabajos realizados en el marco del proyecto' followed by a list of environmental bulletins under the heading 'BOLETINES AMBIENTALES'. The list includes: 'Boletín Climatológico Segundo Trimestre -- Año 2018', 'Boletín Climatológico Primer Trimestre -- Año 2018', 'Boletín de Calidad del Aire Primer Trimestre -- Año 2018', 'Boletín Calidad del Aire -- Año 2017', 'Boletín Calidad del Aire Municipios -- Año 2017', 'Boletín Calidad del Aire -- 1ºSemestre 2017', 'Boletín Calidad del Aire -- Enero-Abril 2017', and 'Boletín Meteorológico -- Enero 2014'. On the right side, there is a logo for 'CORPOCALDAS' (Corporación Autónoma Regional de Caldas) with the tagline 'Gestión Ambiental para el Desarrollo Sostenible' and a vertical 'Servicios' button.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

cdiac.manizales.unal.edu.co

Búsqueda persona

Aspirantes Estudiantes Egresados Docentes Administrativos

SOBRE CDIAC DATOS SISTEMA INDICADORES Y CONSULTAS DE INTERÉS PERSONAS TUTORIALES SEDES

Enlaces de Interés
Publicaciones
Notas

Está en: Inicio / DE INTERÉS / Publicaciones

Publicaciones

Algunos trabajos realizados en el marco del proyecto

BOLETINES AMBIENTALES

- Boletín Climatológico Segundo Trimestre -- Año 2018
- Boletín Climatológico Primer Trimestre -- Año 2018
- Boletín de Calidad del Aire Primer Trimestre -- Año 2018
- Boletín Calidad del Aire -- Año 2017
- Boletín Calidad del Aire Municipios -- Año 2017
- Boletín Calidad del Aire -- 1ºSemestre 2017
- Boletín Calidad del Aire -- Enero-Abril 2017
- Boletín Meteorológico -- Enero 2014

SERVICIO DE CALIDAD DEL AIRE
CORPOCALDAS
Corporación Autónoma Regional de Caldas
Gestión Ambiental para el Desarrollo Sostenible

Servicios

En el CDIAC también se encuentran disponibles boletines de calidad del aire con la descripción de los resultados producto del monitoreo de contaminantes atmosféricos en Manizales y Caldas



BOLETIN DE CALIDAD DEL AIRE DE MANIZALES AÑO 2017

Instituto de Estudios Ambientales, Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales
Subdirección de Evaluación y Seguimiento Ambiental CORPOCALDAS.

Beatriz Helena Aristizábal Zuluaga^a, Camilo Zapata Mora^a, Carlos Alberto Giraldo Villa^a, Carlos Mario González Duque^a, Mauricio Velasco García^b

^a Grupo de Trabajo Académico en Ingeniería Hidráulica y Ambiental (GTAIHA), Universidad Nacional de Colombia sede Manizales. Departamento de Ingeniería Química.

^b Profesional especializado, Corpocaldas.

1. Introducción y aspectos metodológicos

El crecimiento poblacional y las actividades industriales emiten contaminantes, entre los cuales se destacan óxidos de nitrógeno (NO₂), dióxido de azufre (SO₂), ozono (O₃) y material particulado (PM), contaminante de especial interés en enfermedades como asma, bronquitis crónica, infartos y otros impactos sobre el recurso aire en ecosistemas naturales y

Actualmente en la ciudad de Manizales se cuenta con un sistema conformado por 8 equipos para el monitoreo de material particulado (5 de PM₁₀, 1 de PM_{2.5} y 2 de PST). Este monitoreo consiste en filtrar el aire ambiente sobre un filtro de microporos donde las partículas son retenidas. Posteriormente las muestras son controladas y pesadas para determinar la cantidad de partículas. Este método muestra las características de las estaciones de monitoreo.

La red de monitoreo de calidad del aire de Manizales está conformada para el monitoreo de los gases SO₂, O₃ y CO. Durante el mantenimiento y trazabilidad, sólo se reportaron datos de



BOLETIN DE CALIDAD DEL AIRE MUNICIPIOS DE CALDAS AÑO 2017

Instituto de Estudios Ambientales, Universidad Nacional de Colombia sede Manizales
Subdirección de Evaluación y Seguimiento Ambiental Corpocaldas.

Camilo Zapata Mora^a, Carlos Alberto Giraldo Villa^a, Carlos Mario González Duque^a, Mauricio Velasco García^b, Beatriz Helena Aristizábal Zuluaga^a.

^a Grupo de Trabajo Académico en Ingeniería Hidráulica y Ambiental (GTAIHA), Universidad Nacional de



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



BOLETÍN CALIDAD DEL AIRE EN MANIZALES PERIODO ENERO - ABRIL DE 2018

Instituto de Estudios Ambientales, Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

Subdirección de Evaluación y Seguimiento Ambiental CORPOCALDAS.

Carlos Mario González Duque^a, Camilo Zapata Mora^a, Beatriz Helena Aristizábal Zuluaga^a, Mauricio Velasco García^b

^a Grupo de Trabajo Académico en Ingeniería Hidráulica y Ambiental (GTAIHA), Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.

Departamento de Ingeniería Química.

^b Corporación Autónoma Regional de Caldas, Corpocaldas.

1. RESUMEN

Se presentan en este informe los resultados del monitoreo de contaminantes atmosféricos realizado en Manizales durante el periodo de enero a abril de 2018. Se realizó el seguimiento de material particulado (PM₁₀, PM_{2.5}), y los gases ozono troposférico (O₃) y monóxido de carbono (CO). Se muestran las gráficas resumen obtenidas y tablas de estadísticos básicos (promedio, mínimo, máximo y desviación estándar). Asimismo, se muestran los resultados obtenidos para el índice de calidad del aire de material particulado PM₁₀.

ente las
o (CO),
material
ción con
generan

es de la
Caldas
monitoreo

monitoreo
nante se
algunos
método
) donde
oladas y
estra las

CIONAL
AL
Pública

ESTIMACIÓN DEL INVENTARIO DE EMISIONES POR FUENTES MÓVILES EN RUTA Y ESTACIONARIAS PUNTUALES EN MANIZALES, AÑO BASE 2014

*Trabajo conjunto entre la Academia y la
Corporación Ambiental
Convenio 130-2014*



Informe completo puede consultarse en la página institucional. Enlaces:

<http://www.corpocaldas.gov.co/publicaciones/543/Inventario%20Fuentes%20Moviles%202014.pdf>

<http://www.corpocaldas.gov.co/publicaciones/543/Inventario%20Fuentes%20Fijas%202014.pdf>



Dimensiones del Inventario de Emisión

CUÁLES CONTAMINANTES?

Contaminantes criterio

- PM_{10}
- CO
- NO_x
- SO_x

Compuestos orgánicos volátiles deferentes al metano (NMVOC)

Fara fuentes móviles diferenciados en:

- NMVOC evaporativos
- NMVOC por tubo de escape

Gases efecto invernadero (GEI)

- CO_2
- CH_4
- N_2O

POR QUÉ FUENTES?

Fuentes móviles en ruta

- Vehículo particular
 - Motocicletas
 - Buses
 - Camiones
 - Taxis
- Emisiones Evaporativas
➤ Emisiones por tubo de escape

Fuentes estacionarias puntuales

- Empresas representativas de la zona

DÓNDE?

Municipio de Manizales

- Cubrimiento municipal / urbano

Resolución espacial

- Fase 1: Baja resolución – Área urbana completa
- Fase 2: Alta resolución - Desagregación espacial en celdas de $1km \times 1km$

CUÁNDO?

Año base 2014

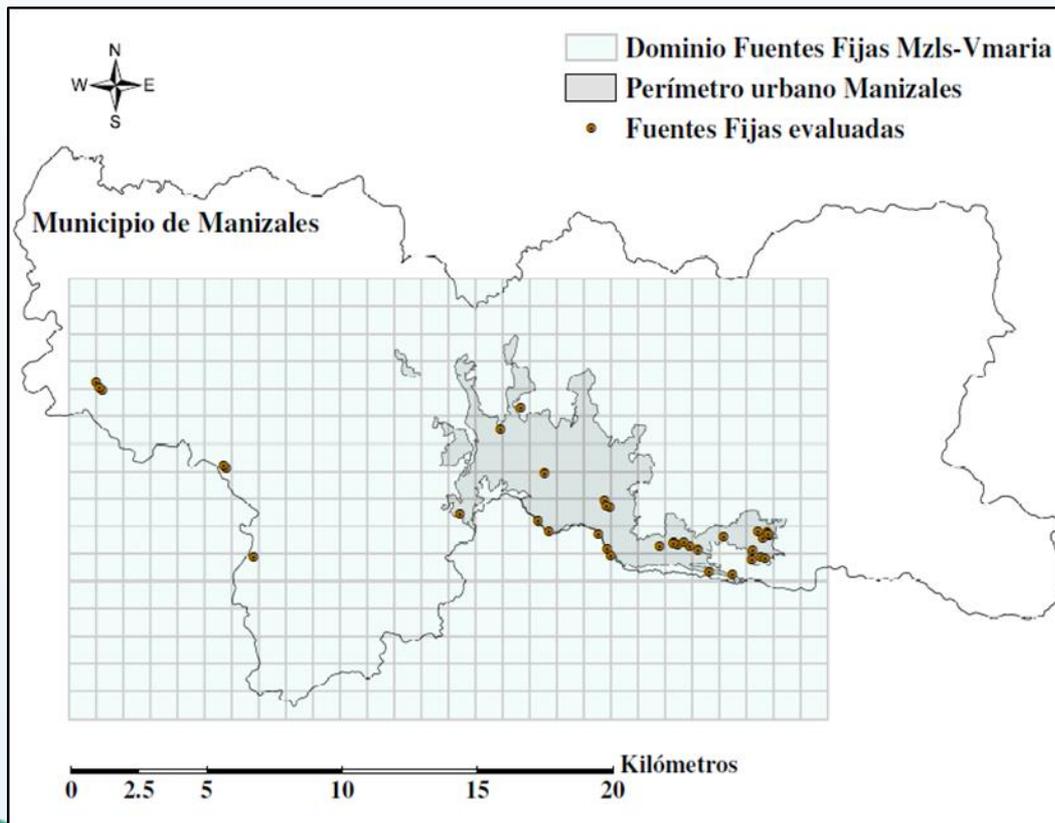
- Emisión estimada con base en actividades de un día laboral típico

Resolución temporal

- Fase 1: Baja resolución – Emisiones totales anuales
- Fase 2: Alta resolución - Desagregación temporal en emisiones horarias (1h)

Inventario de Fuentes Estacionarias Puntuales

- Consulta de información de **39 empresas** generadoras de emisiones.
- En total se cuantificaron **87 puntos de emisión de importancia**.



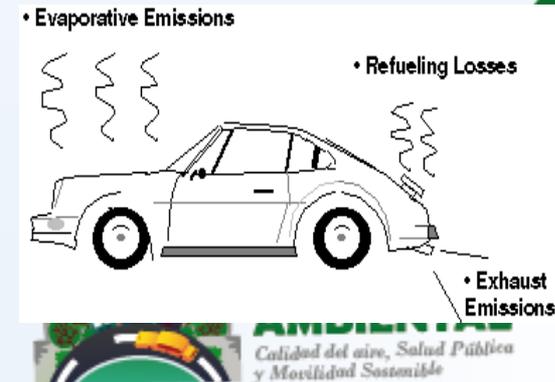
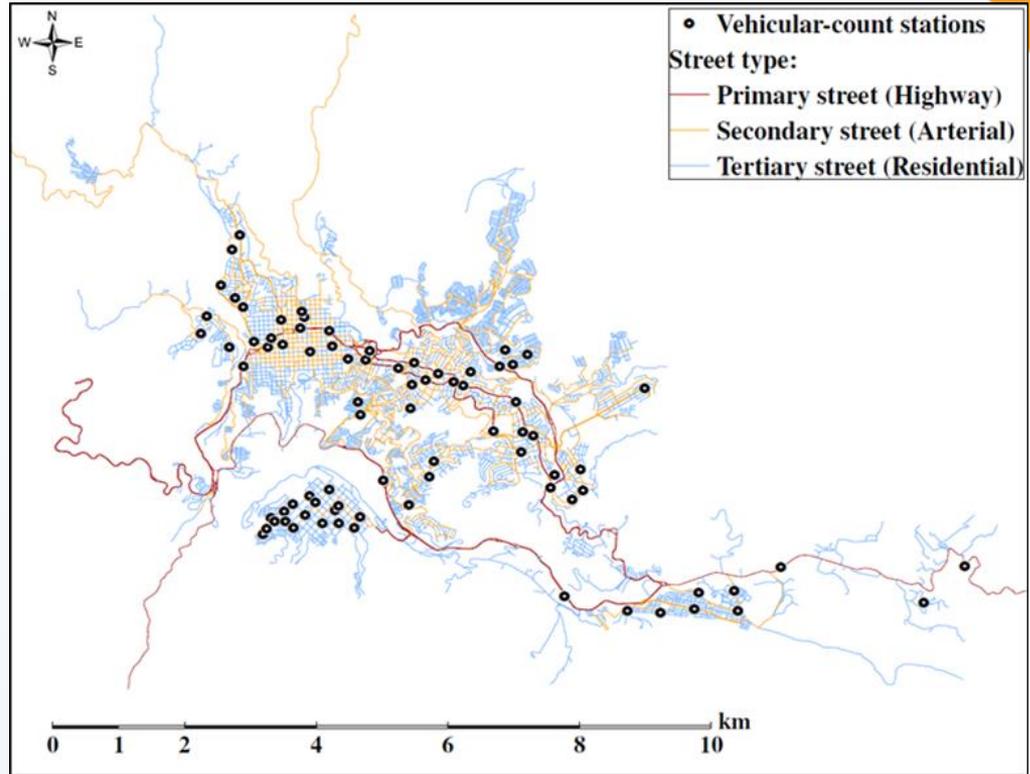
Inventario de Fuentes Móviles en Ruta

Área de estudio:
Manizales –Zona urbana



Metodología:
International Vehicle Emissions (IVE) Model

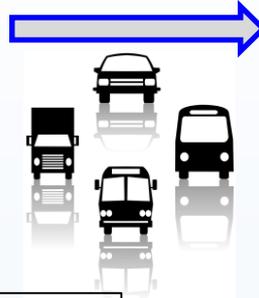
IVE: Modelo en lenguaje Java diseñado para estimación de emisiones vehiculares, especialmente en **países emergentes**^{13,14}



Inventario de Fuentes Móviles en Ruta

Aproximación: Bottom-up

5 categorías vehiculares



PC: Vehículos de pasajeros
2w: Motos
Taxi
Bus
Truck: Camión

Componentes de la metodología IVE:

- Composición dinámica de la flota
- Distribución tecnológica vehicular
- Patrones de conducción
- Patrones de encendido

Ajuste de factores
de emisión a
condiciones locales



Resultados de emisiones totales anuales

Source type	Emission (ton/yr)							
	CO	NO _x	SO _x	PM ₁₀	NMVOC	CO ₂	N ₂ O	CH ₄
Industrial (point-source)	219.1	89.5	113.5	37.2	4.4	64077	1.2	1.8
Vehicular (on-road)	43395.6	4890.1	26.0	764.8	9646.3	454441	10.6	2859.8
Total	43614.6	4979.6	139.4	802.0	9650.7	518517	11.8	2861.6
<i>Contribution of each source to total emissions (%)</i>								
<i>Industrial (point-source)</i>	0.5	1.8	81.4	4.6	0.05	12.4	9.9	0.1
<i>Vehicular (on-road)</i>	99.5	98.2	18.6	95.4	99.95	87.6	90.1	99.9

- Las fuentes móviles en ruta son responsables de la mayor cantidad de emisiones de contaminantes criterio , COV y GEI
- Solo las emisiones de SO_x son dominadas por fuentes industriales puntuales



En el CDIAC se encuentran disponibles los indicadores asociados a las emisiones totales anuales del inventario de emisiones de Manizales, año base 2014



EMISIONES ATMOSFÉRICAS DE CONTAMINANTES POR EL SECTOR INDUSTRIAL A NIVEL MUNICIPAL (EMATMOS)
Cantidad de emisiones de contaminantes (PM, SO_x y NO_x) generadas por la industria a nivel local
(Leer más)



EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO (GEI)
Emisiones de CO₂, N₂O y CH₄ emitidas por una región como consecuencia de las actividades humanas (Leer más)

Seleccione el tipo de Indicador: Emisiones Industriales
 Emisiones Vehiculares
 GEI

Seleccione el tipo de variable: CO₂
 CH₄
 N₂O

Seleccione un año o un rango de años:

Consultar

Reiniciar Consulta

INVENTARIO DE EMISIONES Y MONITOREO DE CONTAMINANTES, INSUMO PARA EVALUAR LOS RESULTADOS DE LA JORNADA DEL DÍA SIN CARRO Y MOTO EN MANIZALES (ABRIL 19 DE 2018)



MONITOREO DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS DURANTE JORNADA DEL DÍA SIN CARRO Y MOTO EN MANIZALES - ABRIL 19 DE 2018

Instituto de Estudios Ambientales, Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales
Subdirección de Evaluación y Seguimiento Ambiental CORPOCALDAS.

Carlos Mario González Duque^a, Camilo Zapata Mora^a, Beatriz Helena Aristizábal Zuluaga^a, Mauricio Velasco García^b

^a Grupo de Trabajo Académico en Ingeniería Hidráulica y Ambiental (GTAIHA), Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.

Departamento de Ingeniería Química.

^b Corporación Autónoma Regional de Caldas, Corpocaldas.

1. RESUMEN

Se presentan en este informe los resultados del monitoreo de contaminantes atmosféricos realizado en Manizales durante el día sin carro y moto llevado a cabo el 19 de abril de 2018. Se realizó el seguimiento de material particulado, PM₁₀, y los gases ozono troposférico (O₃) y monóxido de carbono (CO). Se muestran las gráficas resumen obtenidas y tablas de estadísticos básicos (promedio, mínimo, máximo y desviación estándar), comparando los resultados durante la jornada del 19 de abril y aquellos obtenidos en los días previos del año 2018. Asimismo, se comparan los resultados con los promedios históricos de cada estación de monitoreo.

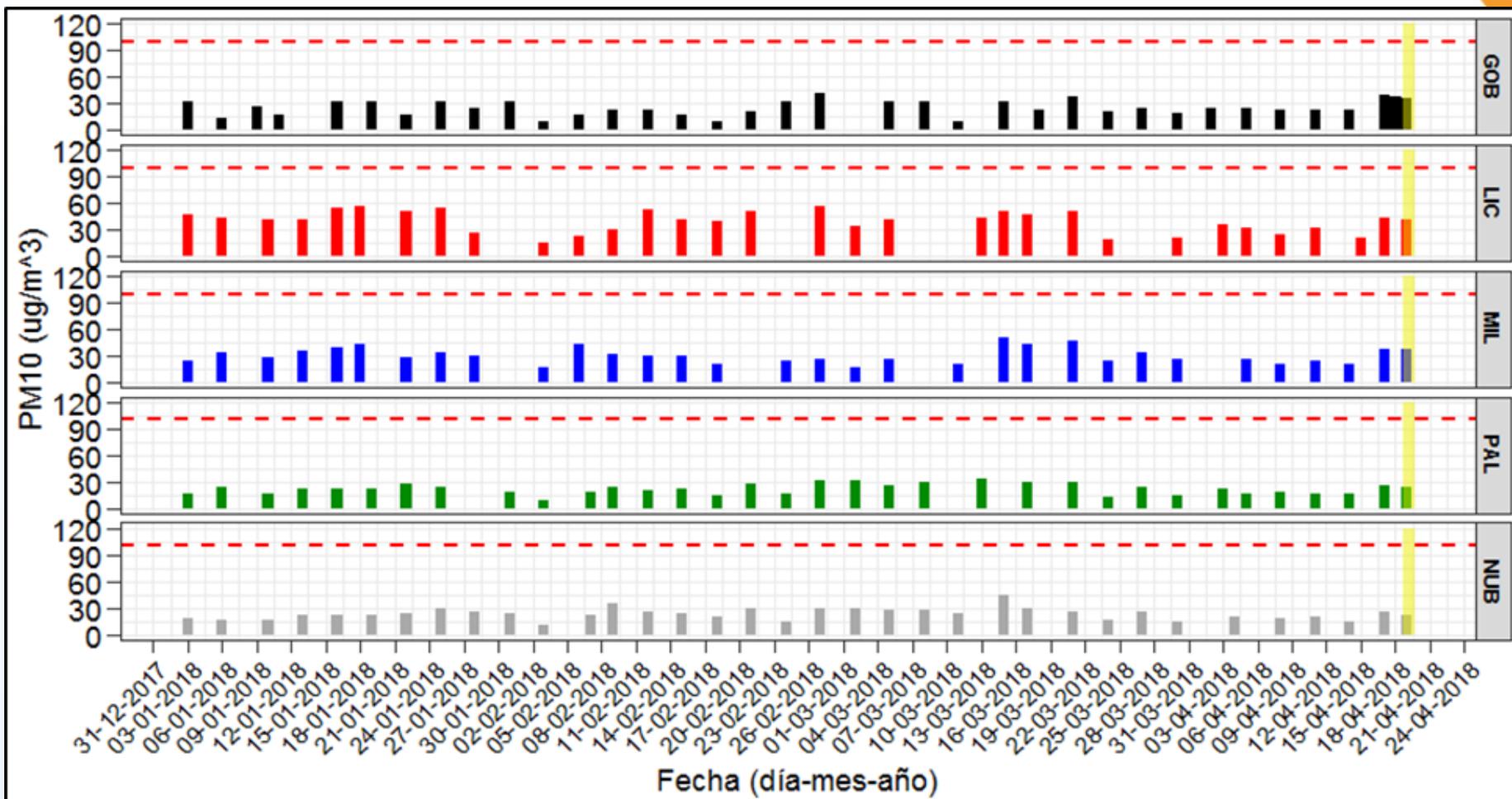
II CONGRESO
INTERNACIONAL
AMBIENTAL

Calidad del aire, Salud Pública
y Movilidad Sostenible

Algunos datos importantes:

- Durante la jornada dejaron de circular vehículos particulares y motos entre las 06:00am. -> **13.5 horas de la restricción vehicular.**
- Vehículos de servicio público (buses y taxis) y vehículos oficiales no tuvieron restricción de circulación.
- La jornada del día sin carro y moto se llevó a cabo durante un día laboral.
- Durante la jornada, el SVCA de Manizales monitoreo los contaminantes material particulado (PM_{10}) y los gases CO y O_3 .
- Los resultados de concentración de contaminantes en aire ambiente obtenidos durante la jornada, fueron comparados con los registros previos del año 2018.

RESULTADOS MONITOREO DE MATERIAL PARTICULADO, PM₁₀



Distribución temporal de concentraciones de PM₁₀ diario

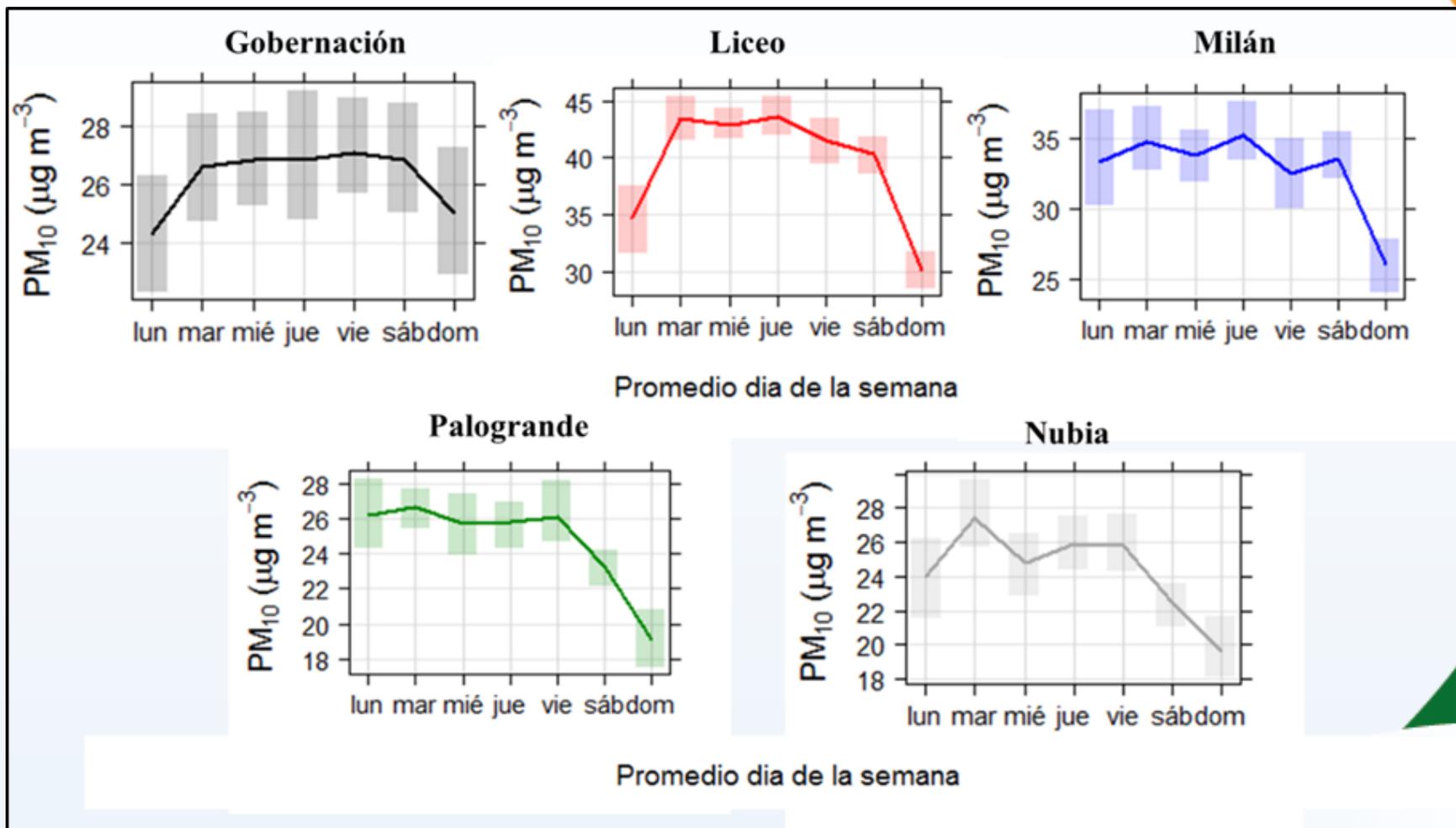
Estadísticos descriptivos para concentraciones promedio de PM₁₀ (µg/m³)

Estadístico*	Concentración media obtenida entre enero 1 y abril 18	Promedio día sin carro y moto (abril 19)	Porcentaje de variación del día sin carro sobre el promedio de 2018
GOBERNACIÓN			
Promedio aritmético (n = 35)**	25	36	↑ 44%
Desv. Estándar	8.5		
Rango (min. - máx)	9 – 41		
LICEO			
Promedio aritmético (n = 31)**	39	42	↑ 8%
Desv. Estándar	12.4		
Rango (min. - máx)	15 – 57		
MILÁN			
Promedio aritmético (n = 31)**	30	38	↑ 27%
Desv. Estándar	8.6		
Rango (min. - máx)	17 – 50		
PALOGRADE			
Promedio aritmético (n = 33)**	22	24	↑ 9%
Desv. Estándar	6.2		
Rango (min. - máx)	8 – 34		
NUBIA			
Promedio aritmético (n = 34)**	23	22	↓ 4%
Desv. Estándar	6.8		
Rango (min. - máx)	11 – 45		

* Estadísticos calculados a partir de los registros de concentración promedio diarios

** n: Número de datos

El comportamiento de las concentraciones diarias de PM_{10} en las estaciones de monitoreo del SVCA de Manizales es diferenciado según el día (laboral - festivo)



Variación de concentraciones de PM_{10} promedio diario según los días de semana para las estaciones de monitoreo del SVCA de Manizales



II CONGRESO INTERNACIONAL AMBIENTAL
 Calidad del aire, Salud Pública y Movilidad Sostenible

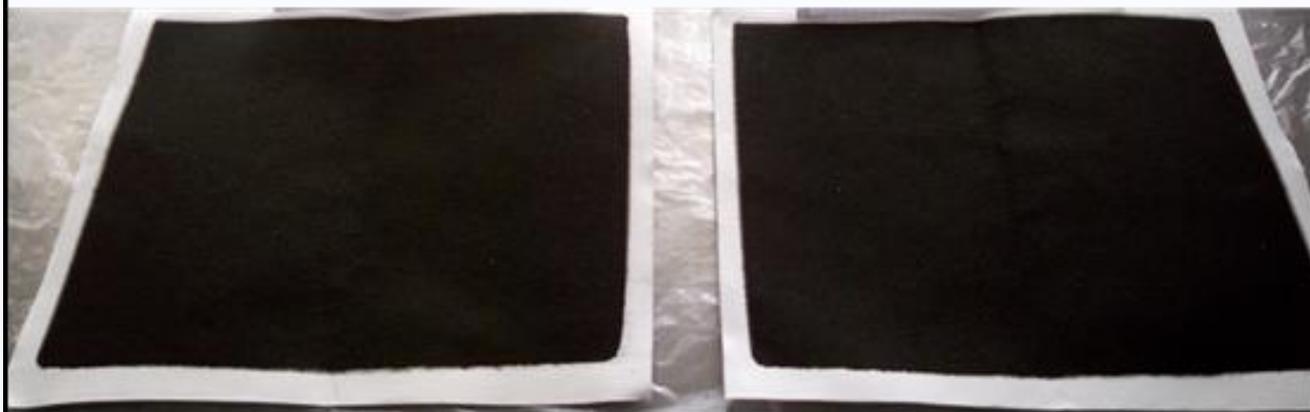
Estadísticos descriptivos para concentraciones promedio de PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – Solo día laboral

Estadístico*	Concentración media obtenida durante días laborales (lunes a viernes)**	Promedio día sin carro y moto (jueves abril 19)	Porcentaje de variación del día sin carro sobre el promedio de todos los días laborales (lunes a viernes) entre enero de 2009 y abril de 2018
GOBERNACIÓN			
Promedio aritmético (n = 618)***	26	36	↑ 38%
Desv. Estándar	11.2		
Rango (min. - máx)	3 – 102		
LICEO			
Promedio aritmético (n = 477)***	42	42	↔ 0%
Desv. Estándar	10.5		
Rango (min. - máx)	11 – 77		
MILÁN			
Promedio aritmético (n = 317)***	34	38	↑ 12%
Desv. Estándar	9.6		
Rango (min. - máx)	9 – 88		
PALOGRADE			
Promedio aritmético (n = 357)***	26	24	↓ 8%
Desv. Estándar	7.1		
Rango (min. - máx)	10 – 49		
NUBIA			
Promedio aritmético (n = 319)***	26	22	↓ 15%
Desv. Estándar	7.8		
Rango (min. - máx)	7 – 55		

Imágenes de los filtros con PM₁₀ recolectados durante la semana del 16 al 19 de abril de 2018

**Abril 17 de 2018
(Martes)**

**Abril 19 de 2018
(Jueves – Día sin carro y moto)**



Estación Liceo

Estación Gobernación

**Abril 17 de 2018
(Martes)**

**Abril 18 de 2018
(Miércoles)**

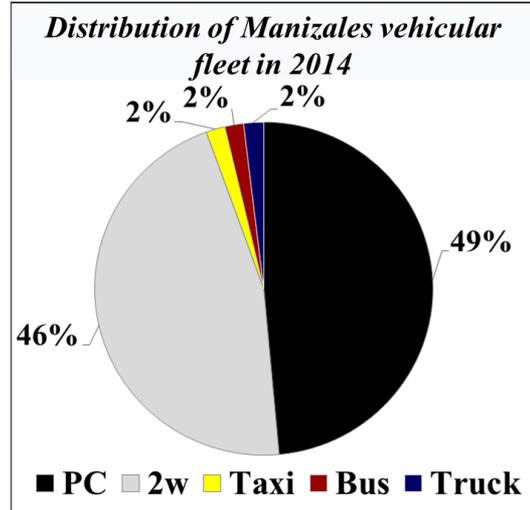
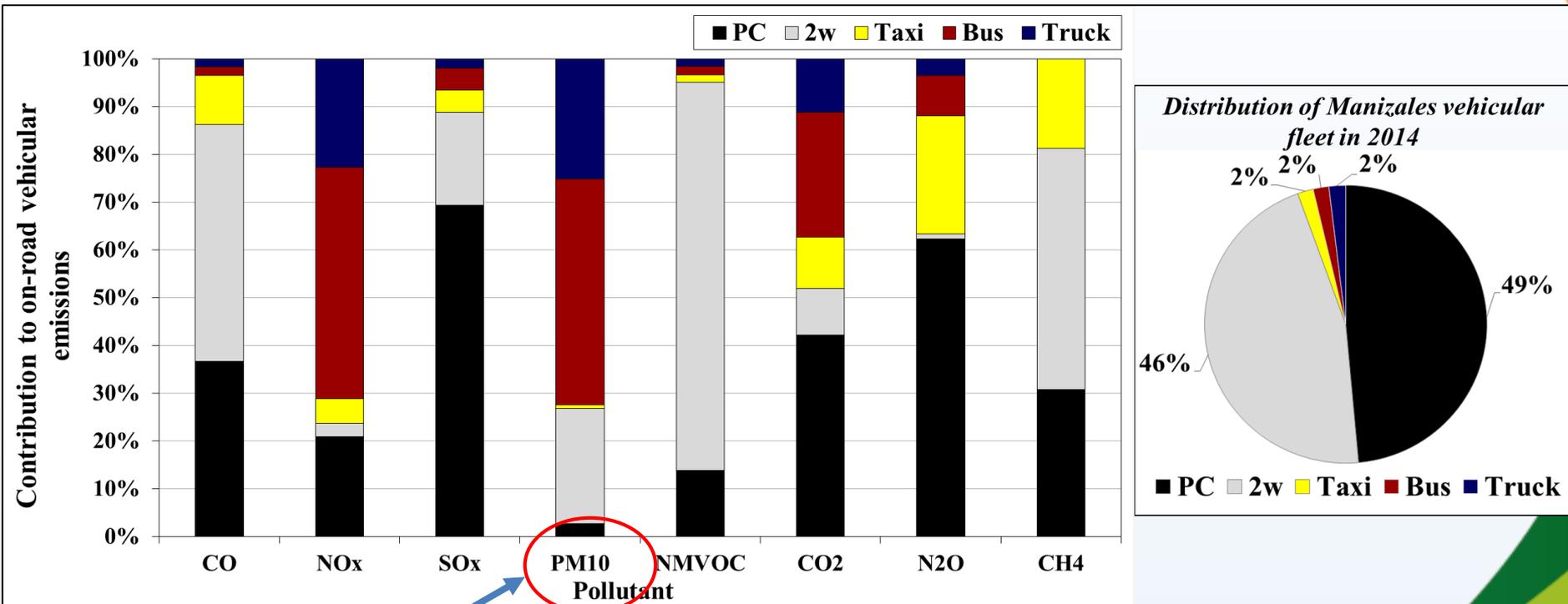
**Abril 19 de 2018
(Jueves – Día sin
carro y moto)**



Resultado del Inventario de emisiones:

Contribución porcentual de las categorías vehiculares a las emisiones de contaminantes

PC: Passenger car
2w: Motorcycle
Truck: Vehículo pesado

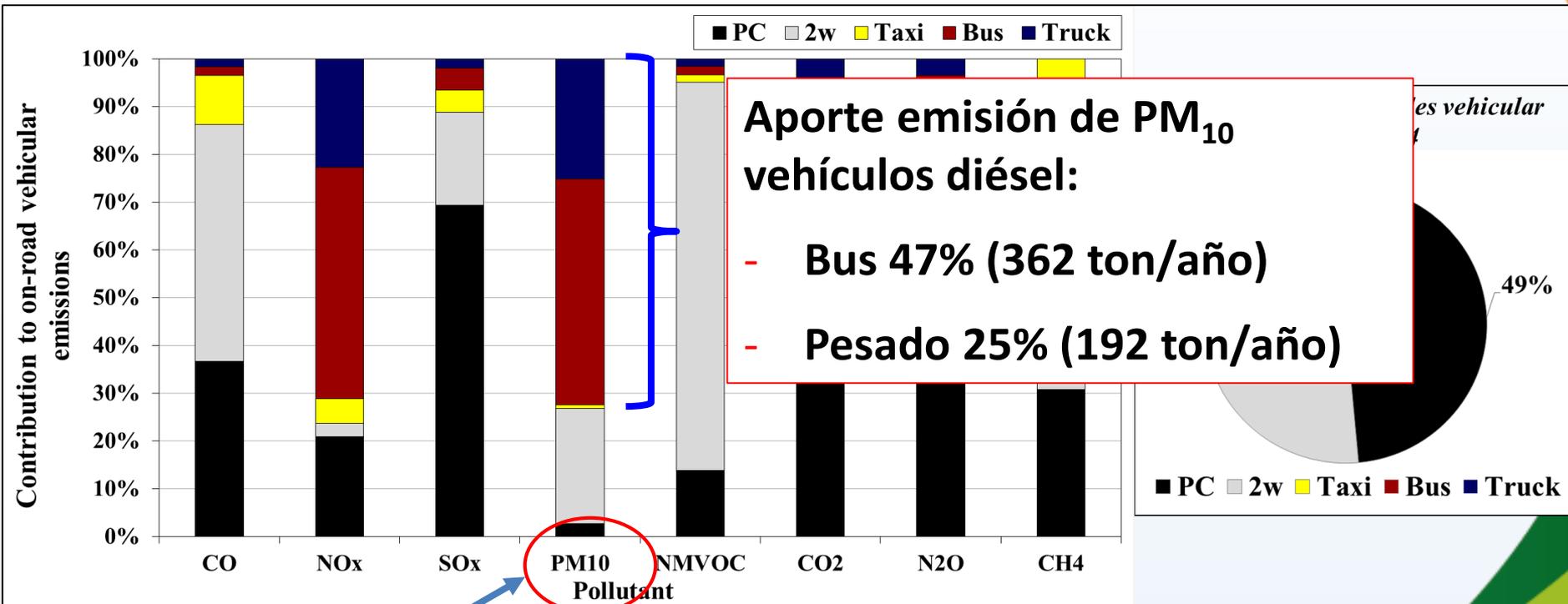


Emision de PM y NOx de vehículos a diesel (Bus, Truck) fueron significativas a pesar de su bajo porcentaje en la flota

Resultado del Inventario de emisiones:

Contribución porcentual de las categorías vehiculares a las emisiones de contaminantes

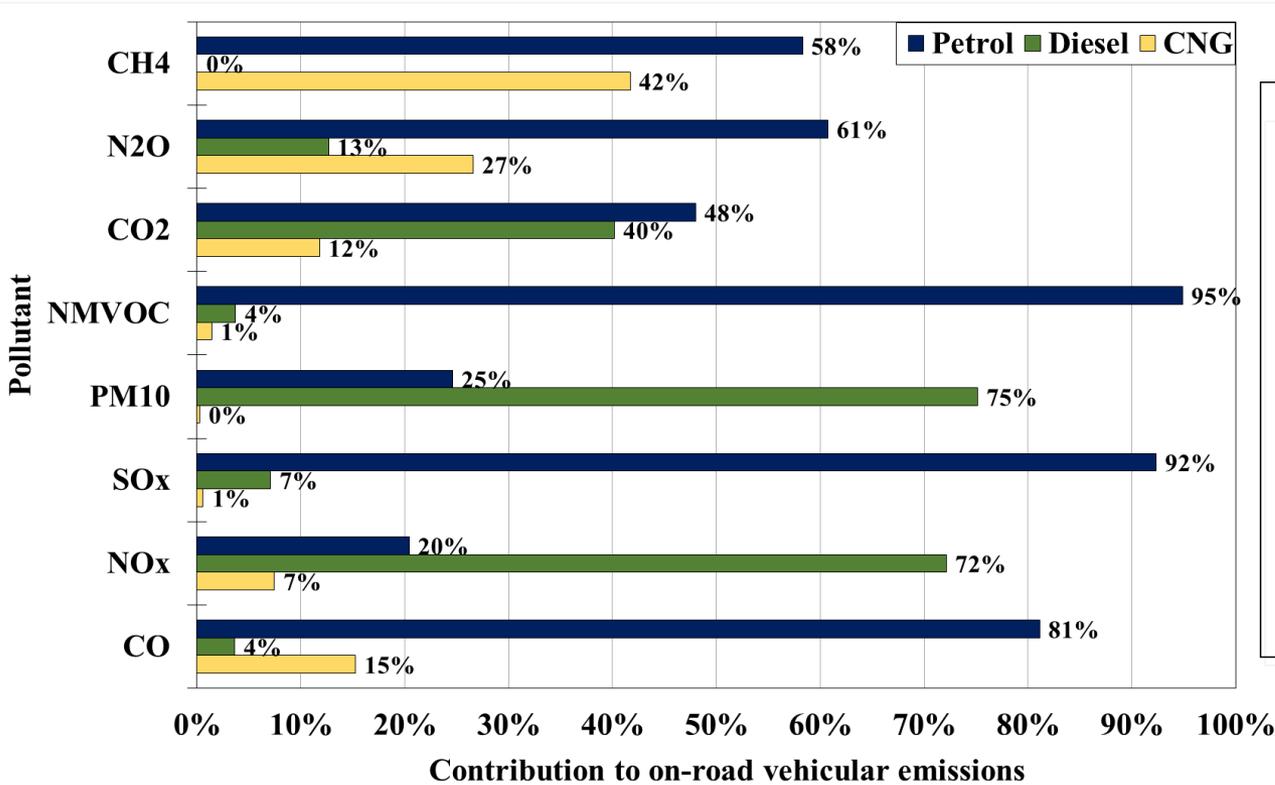
PC: Passenger car
2w: Motorcycle
Truck: Vehículo pesado



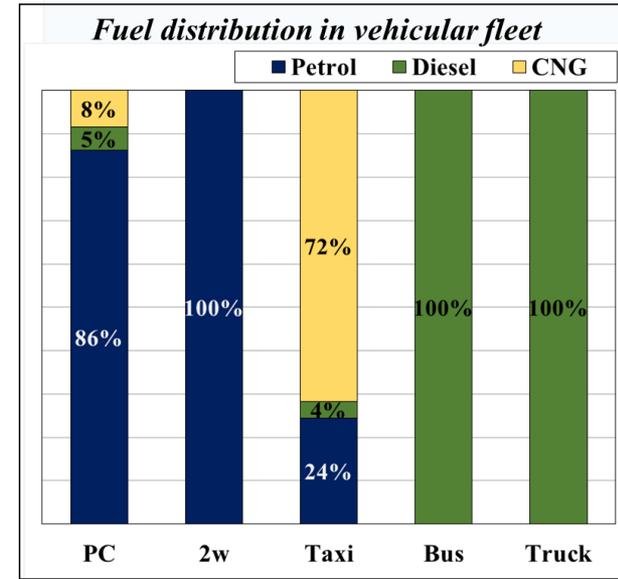
Emisión de PM y NOx de vehículos a diésel (Bus, Truck) fueron significativas a pesar de su bajo porcentaje en la flota

Resultado del Inventario de emisiones:

Contribución porcentual según tipo de combustible a las emisiones de contaminantes

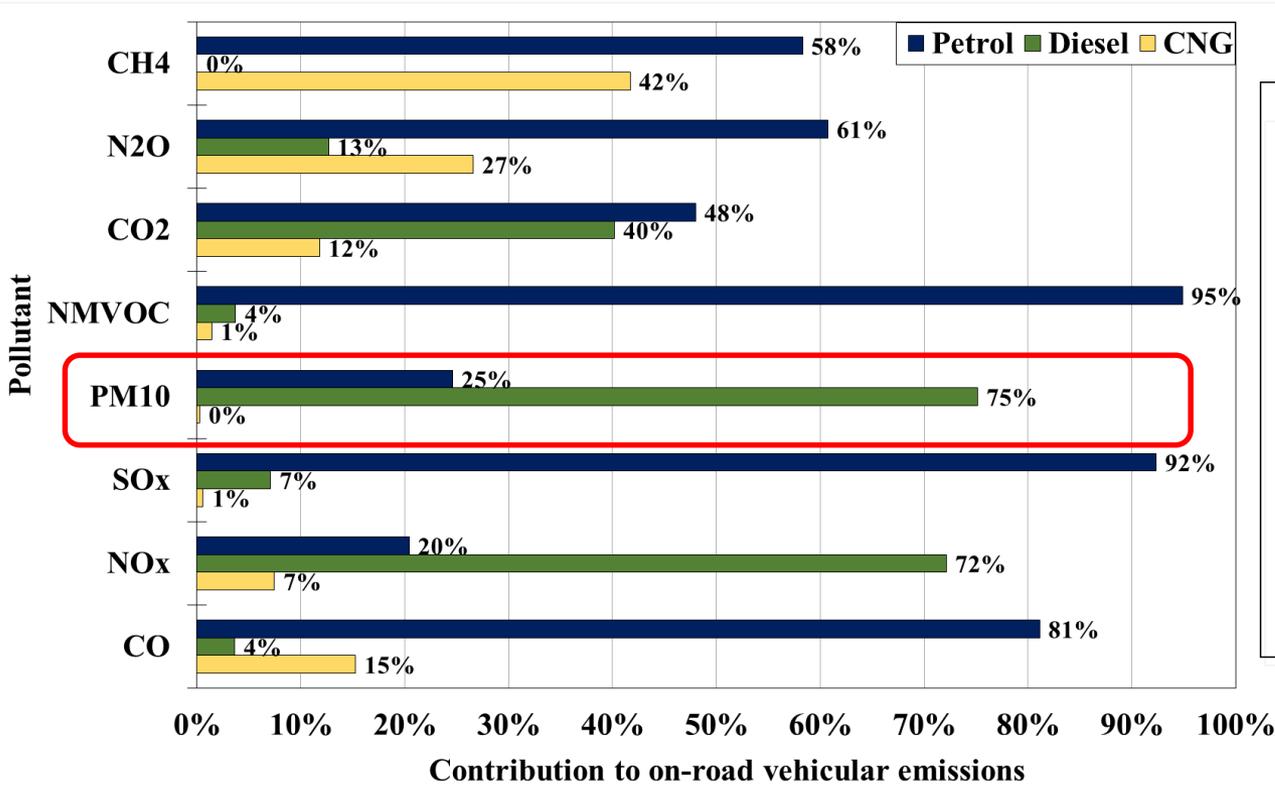


PC: Passenger car
 2w: Motorcycle
 Truck: Vehículo pesado

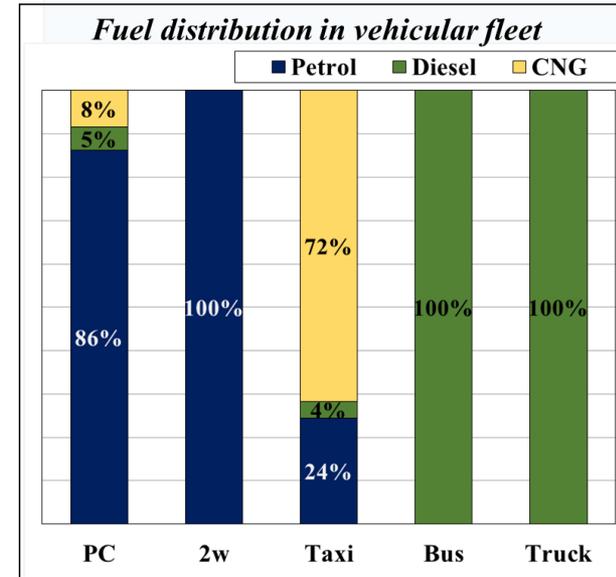


Resultado del Inventario de emisiones:

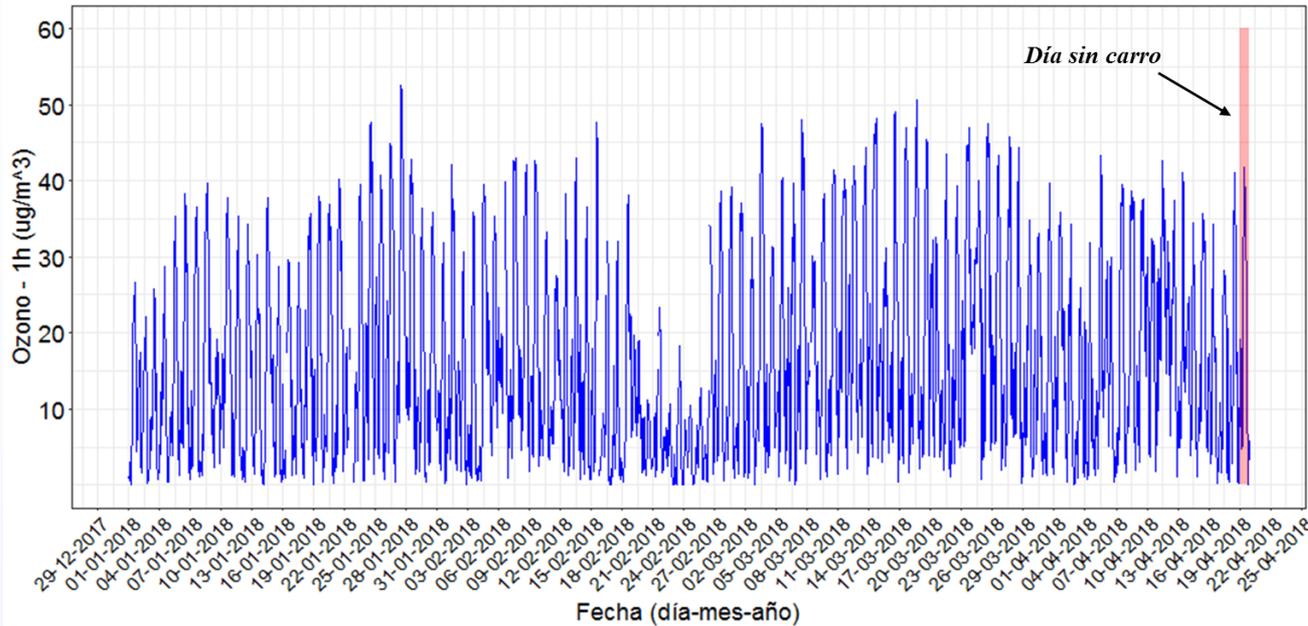
Contribución porcentual según tipo de combustible a las emisiones de contaminantes



PC: Passenger car
 2w: Motorcycle
 Truck: Vehículo pesado

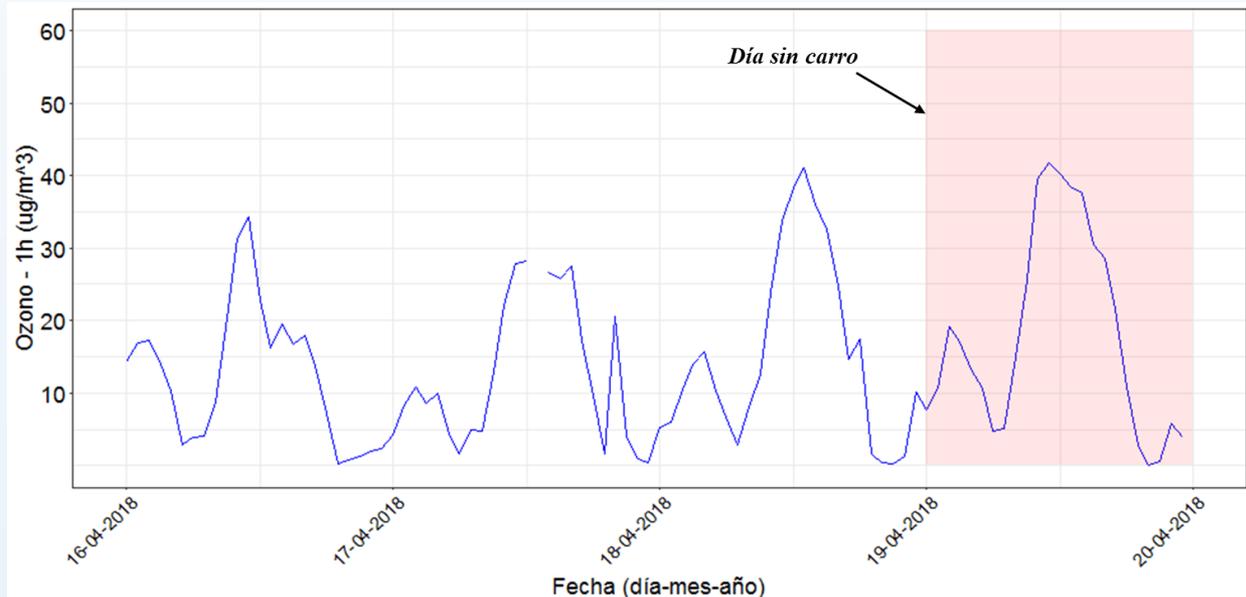


RESULTADOS MONITOREO DE OZONO TROPOSFÉRICO



Distribución temporal de concentraciones de O₃ horario enero a abril de 2018

Distribución temporal de concentraciones de O₃ horario semana del 16 al 20 de abril

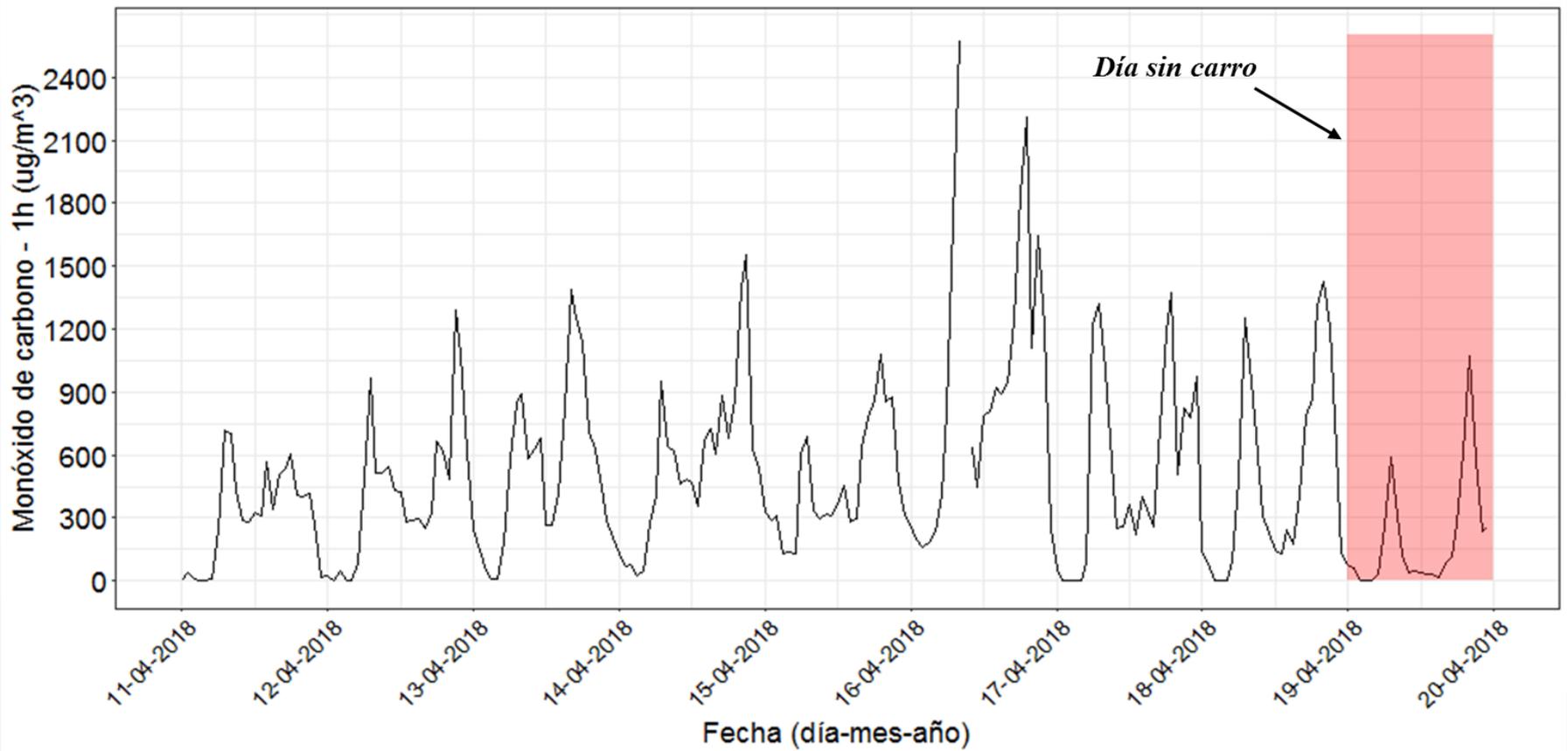


RESULTADOS MONITOREO DE OZONO TROPOSFÉRICO

Estadísticos descriptivos para concentraciones de O₃ (µg/m³)

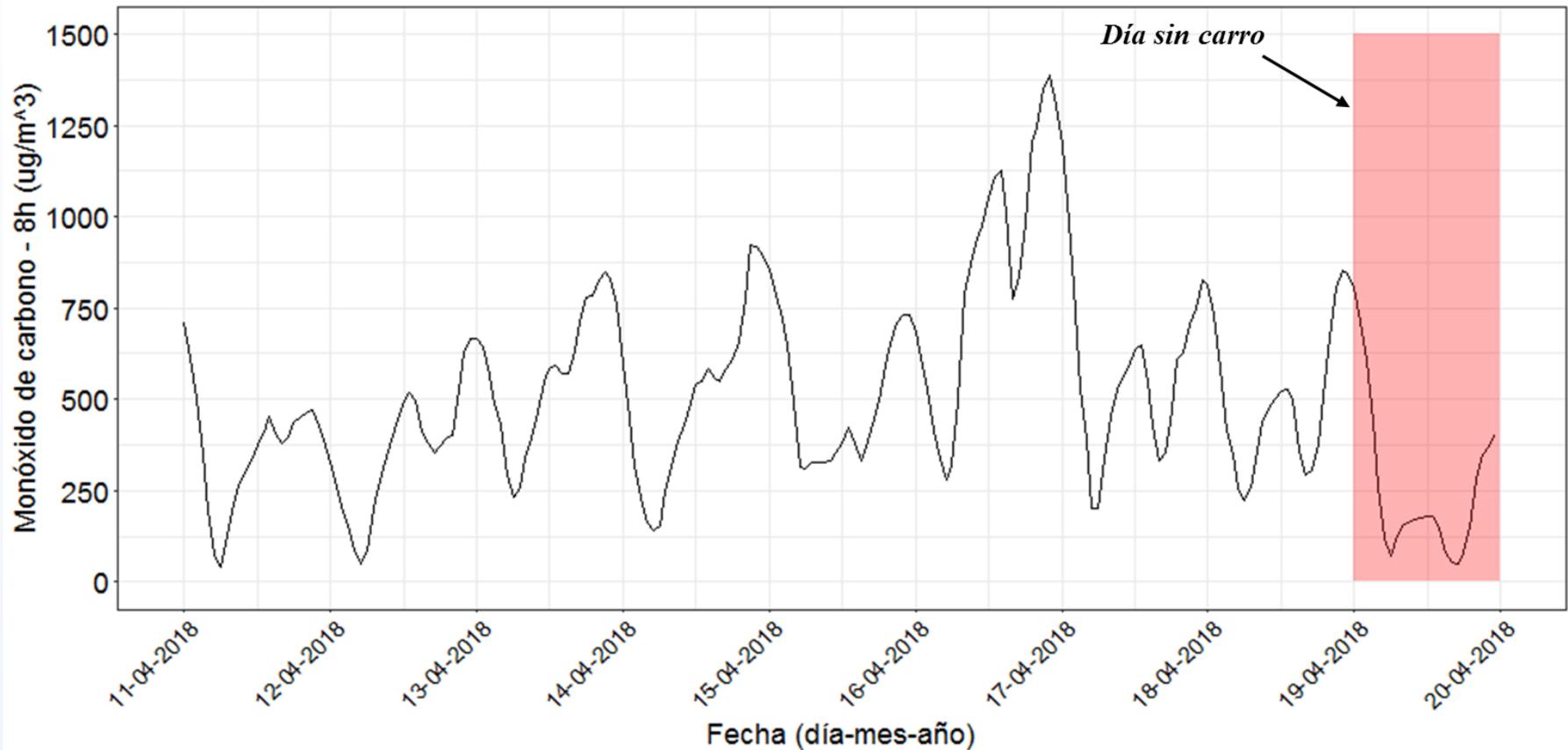
Estadístico*	Monitoreo durante el año 2018 (enero 1 – abril 18)	Día sin carro y moto (abril 19)
Promedio aritmético	16.07	17.95
Desv. Estándar	12.47	14.0
Rango (min. - máx)	0.0 – 52.58	0.05 – 41.72

RESULTADOS MONITOREO DE MONÓXIDO DE CARBONO



Distribución temporal de concentraciones de CO horario

RESULTADOS MONITOREO DE MONÓXIDO DE CARBONO



Distribución temporal de concentraciones de CO octohorario

RESULTADOS MONITOREO DE MONÓXIDO DE CARBONO

Estadístico*	Monitoreo durante el año 2018 (abril 11 – abril 18)	Día sin carro y moto (abril 19)
Promedio aritmético	543.3	203.3
Desv. Estándar	446.7	264.9
Rango (min. - máx)	0 – 2571.8	0 – 1068.9

Estadísticos descriptivos para concentraciones promedio de CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) utilizando toda la serie de datos

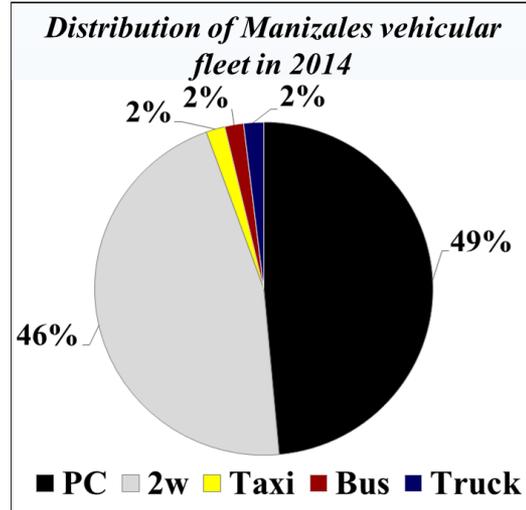
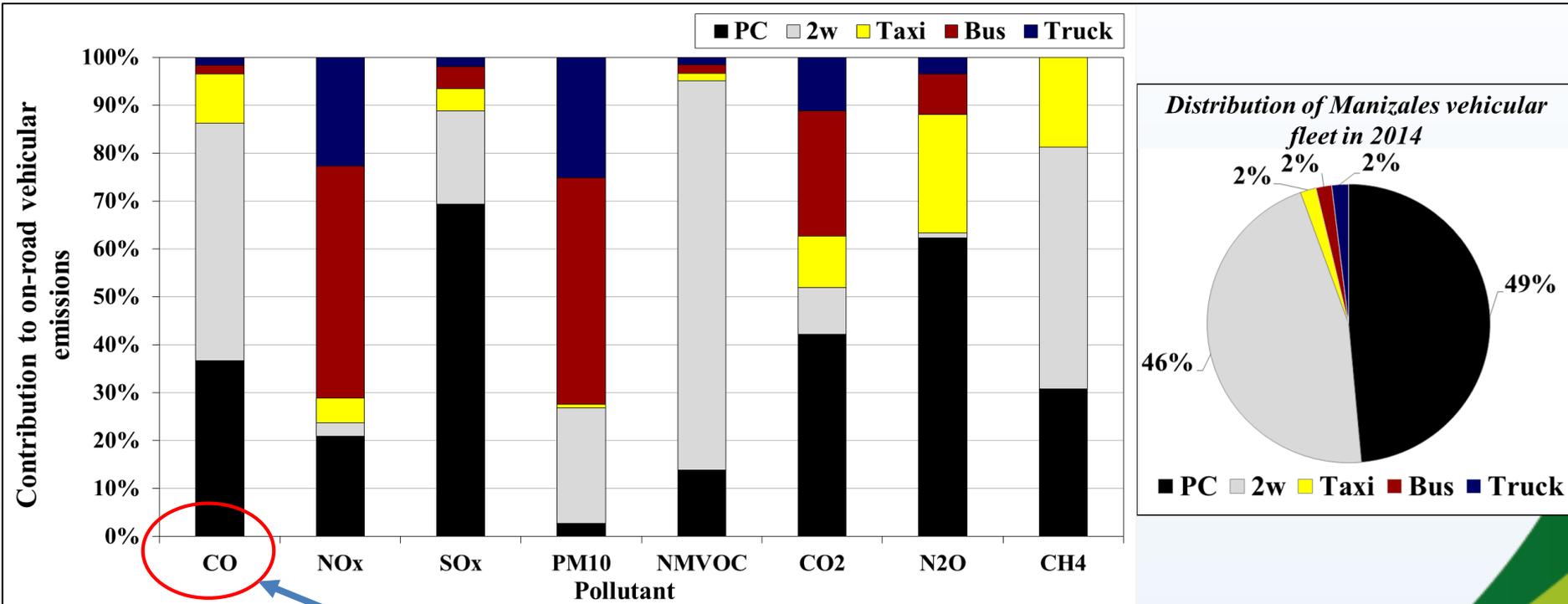
Estadísticos descriptivos para concentraciones promedio de CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para registros en horario de restricción vehicular (06:00am a 07:30pm)

Estadístico*	Monitoreo durante el año 2018 (abril 11 – abril 18)	Día sin carro y moto (abril 19)
Promedio aritmético	669.6	183.6
Desv. Estándar	413.3	279.1
Rango (min. - máx)	132.6 – 2571.8	17.39 – 611.0

Resultado del Inventario de emisiones:

Contribución porcentual de las categorías vehiculares a las emisiones de contaminantes

PC: Passenger car
2w: Motorcycle
Truck: Vehículo pesado

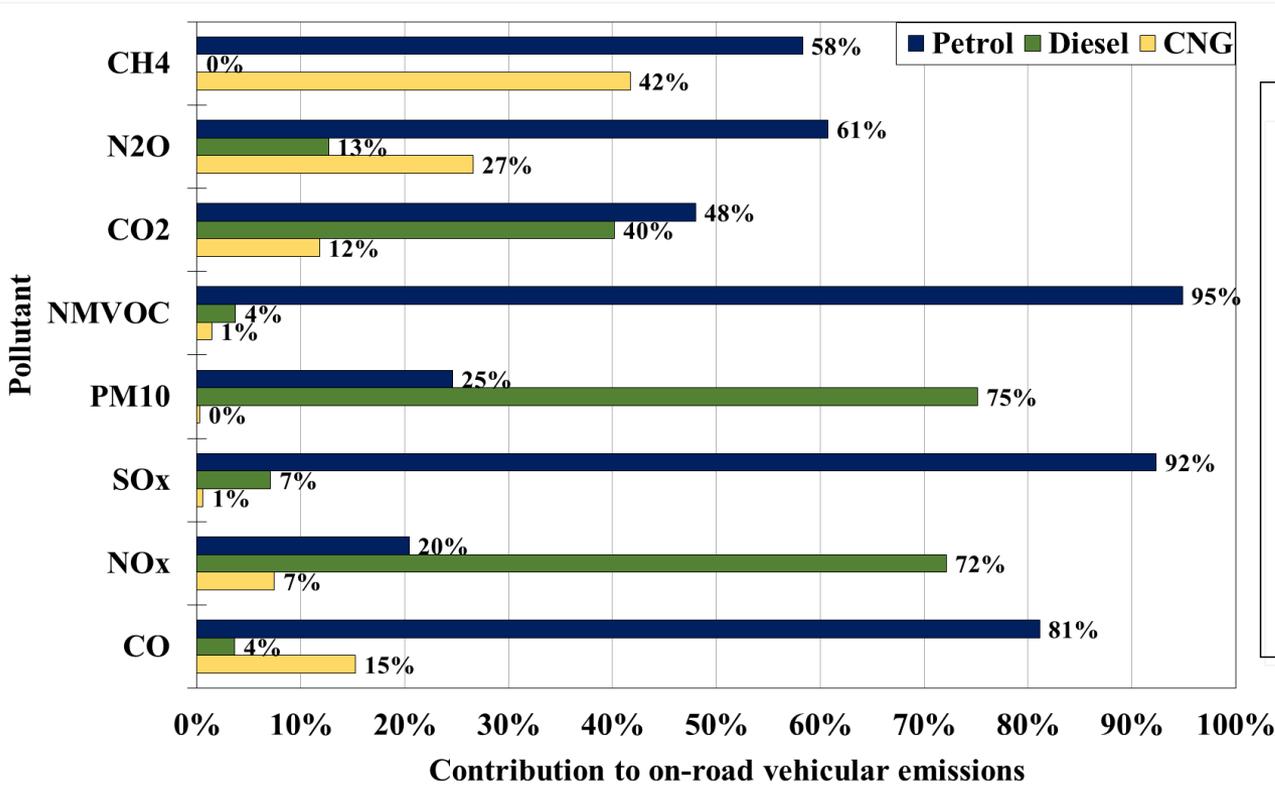


PC y 2w contribuyeron a las mayores emisiones de CO.
Componen el 95% de la flota.

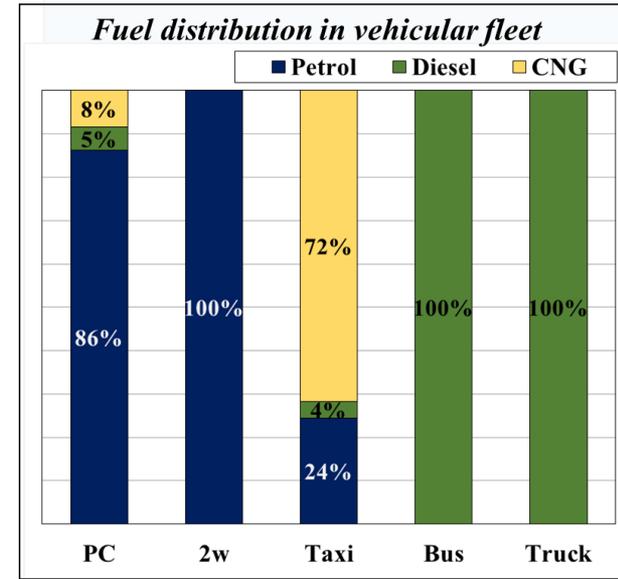
Gasolina como combustible principal

Resultado del Inventario de emisiones:

Contribución porcentual según tipo de combustible a las emisiones de contaminantes

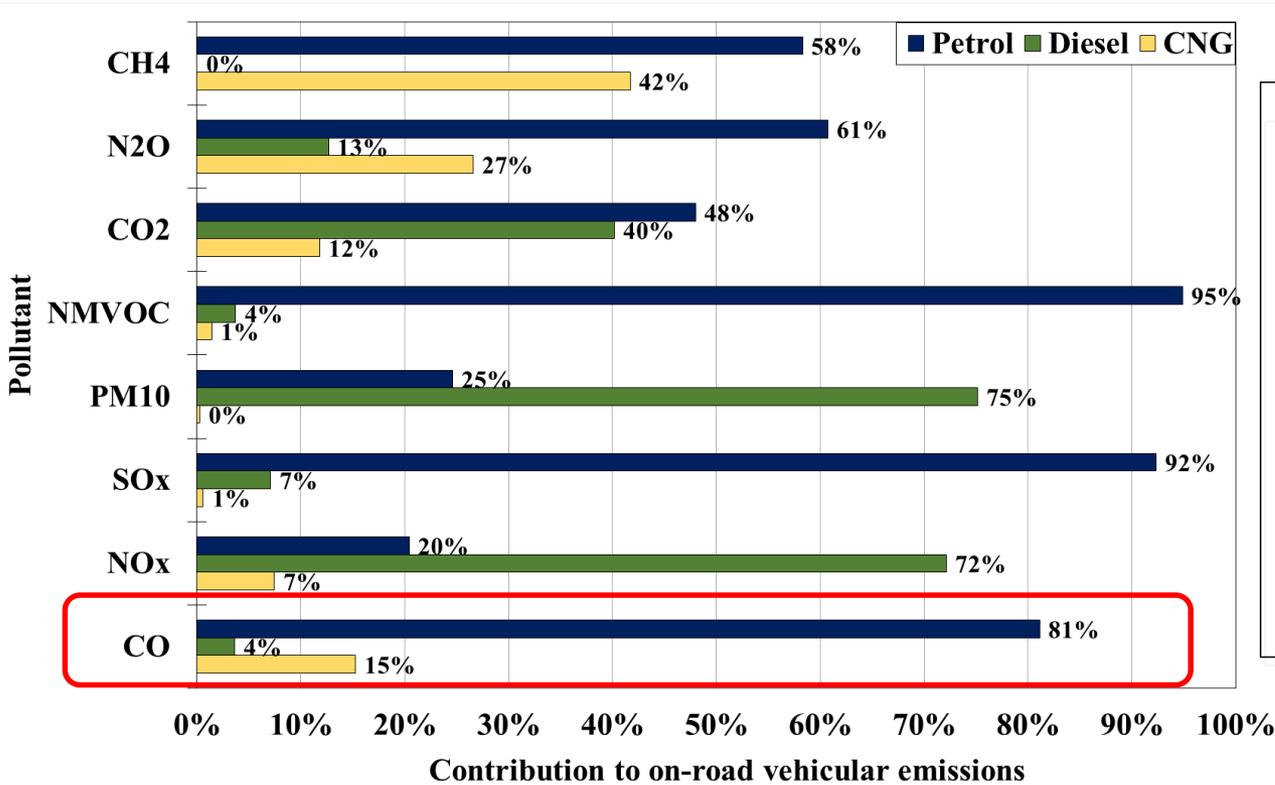


PC: Passenger car
 2w: Motorcycle
 Truck: Vehículo pesado

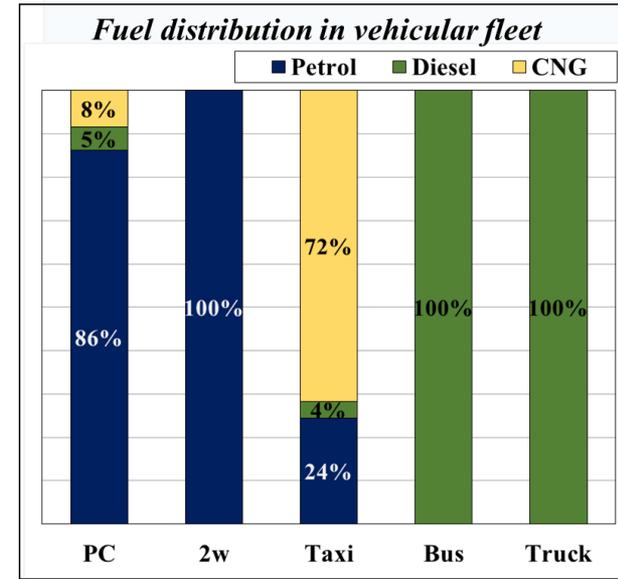


Resultado del Inventario de emisiones:

Contribución porcentual según tipo de combustible a las emisiones de contaminantes



PC: Passenger car
 2w: Motorcycle
 Truck: Vehículo pesado



CONCLUSIONES

1. Durante La jornada del día sin carro y moto, los niveles de PM_{10} en la ciudad no sufrieron un descenso. Los resultados sugieren la influencia que existe por parte de los vehículos que utilizan combustible diésel (ej. vehículos de servicio público y vehículos pesados).
2. Los mayores incrementos en la concentración de PM_{10} durante la jornada del día sin carro se obtuvieron en aquellas estaciones con influencia vehicular como es el caso de Liceo (+8%), Milán (+27%) y Gobernación (+44%).
3. La principal reducción en contaminación atmosférica se obtuvo para el contaminante monóxido de carbono (CO), alcanzando una reducción del 73% en concentración al analizar las 13.5 horas de duración de la jornada del día sin carro y moto

Es importante destacar que la jornada de día sin carro y moto tal como esta estructurada actualmente, permite crear conciencia acerca del uso de otros medios de transporte como la bicicleta, además de otros beneficios para la ciudadanía como la reducción de los niveles de ruido ambiental por efecto del tráfico vehicular, reducción en los índices de accidentalidad y reducción en multas por comparendos de tránsito.

El trabajo conjunto entre la academia y la Corporación Ambiental continúa

- Actualización del inventario de emisiones
- Estimación de otras fuentes de emisión en el inventario
- Ejercicios de modelización de calidad del aire para evaluar el impacto de las emisiones y la dinámica de dispersión y transformación de contaminantes
- Continuidad a los sistemas de monitoreo ambiental en el departamento

GRACIAS!

cmgonzalezd@unal.edu.co

