

## **DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DEL INVENTARIO DE EMISIONES PROVENIENTES DE FUENTES MÓVILES Y FIJAS DE BOGOTÁ, D.C.**

Nestor Y. Rojas<sup>1\*</sup>, Nelson Eduardo Peñaloza Pabón<sup>1</sup>, Jan Philipp Robra<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Grupo Calidad del Aire. Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, Carrera 45 No 26-85, Ed. 412 Of. 206. Bogotá D.C., Colombia*

<sup>2</sup>*Laboratorio de Polución de Aire y del Suelo (LPAS), Escuela Politécnica Federal (EPFL), 1015 – Lausanne, Suiza.*

\*Tel 57(1)3165000 Ext 14304, nyrojasr@unal.edu.co

### **RESUMEN**

Se elaboró la distribución espacial del actual inventario de emisiones provenientes de las fuentes móviles y fijas de Bogotá D.C, en una malla de 55 x 55 Km, con resolución de celdas de 1 x 1 Km. La distribución temporal se hizo con una resolución horaria a partir del inventario anual. Se empleó una combinación de herramientas que incluyeron Microsoft Excel<sup>®</sup>, ArcGIS<sup>®</sup> y el código fortran EMISENS, desarrollado en la EPFL (Lausanne, Suiza) por A. Clappier.

A partir de los resultados obtenidos en este estudio, se puede observar que las celdas en las que se generan las mayores descargas de contaminantes se encuentran superpuestas en los sectores de la ciudad con mayores concentraciones de contaminantes. Las mayores emisiones de fuentes móviles ocurren a las 08:00 y las de fuentes fijas, a las 12:00. El resultado de esta distribución será utilizado como información de entrada al modelo de calidad del aire de Bogotá.

El trabajo realizado se desea presentar como ponencia oral del X Congreso Internacional de la SMH – Energías Renovables.

## **1 Introducción**

En el año 2002, el entonces Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA), hoy en día Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), contrató el diseño y la implementación de un modelo de calidad de aire de Bogotá [1], el cual se basó en el desarrollo del modelo fotoquímico y de transporte TAPOM (Transport and Air Pollution Model) [2], diseñado por la EPFL (Lausanne, Suiza). En 2008, la SDA contrató una actualización del inventario de emisiones para la ciudad con base en la medición de emisiones de fuentes fijas de combustión y fuentes móviles, a condiciones de Bogotá. En 2009 se decidió reactivar el modelo de calidad del aire, incluyendo el inventario actualizado. Sin embargo, el inventario reportó las emisiones anuales totales, sin las distribuciones espacial y temporal de las emisiones que son requeridas por el modelo. En consecuencia, se propuso para este trabajo distribuir espacial y temporalmente el inventario de emisiones como paso preliminar a la alimentación del modelo de calidad del aire.

## **2 Metodología**

Para la distribución espacial, se definió una malla de modelación de 55 x 55 Km, con resolución de celdas de 1 x 1 Km sobre el perímetro urbano de Bogotá. Con el fin de modelar un día típico, se definió una resolución temporal de una hora y un periodo de 24 horas. Se utilizó una combinación de herramientas que incluyen Microsoft Excel®, ArcGIS®, el programa EMISENS desarrollado en la EPFL (Lausanne, Suiza) y Microsoft Visual Basic®.

En la distribución espacio-temporal de las emisiones generadas por las fuentes fijas, se extrapolaron los valores de los compuestos químicos emitidos por las fuentes de combustión inicialmente estimados, ya que en las bases de datos del inventario se encontraron empresas que no contaban con la información suficiente para calcular sus emisiones. De las 1478 fuentes incluidas originalmente en el inventario, 242 (16,37%) no contaban con información del consumo de combustible.

## **2.1 Inventario de emisiones generadas por las fuentes móviles**

El modelo EMISENS permite estimar las emisiones en caliente generadas por las fuentes móviles en el dominio a modelar y las distribuye en el espacio y en el tiempo. El modelo requiere 3 tipos de ficheros de entrada: el primero contiene información de la actividad de las fuentes móviles que circulan dentro del dominio a modelar; el segundo contiene los factores de emisión de cada uno de los contaminantes estudiados; finalmente, el tercer fichero incluye la desviación estándar de los dos primeros.

### **2.1.1 Actividad [Veh.km.h<sup>-1</sup>]**

Para construir este fichero de entrada se definieron las categorías de las fuentes móviles y se clasificaron las vías por las cuales circulan. Las categorías de vehículos se adaptaron del inventario de fuentes móviles de la SDA [4]: vehículos livianos (VP\_CC), Taxis (T), Transporte público colectivo (B\_MB), Camiones (C), Escolar y Turismo (ET), TransMilenio Articulados (TM\_Art), TransMilenio Alimentadores (TM\_alim) y Motos (M).

Partiendo de un archivo en ArcGIS® de la malla vial del Distrito Capital proporcionada por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), en el cual se encontraron dos categorías de vías – principales y secundarias –, así como aforos de flujos vehiculares de 24 horas hechos por la Secretaría de Movilidad para 24 puntos de la ciudad, se hizo una reclasificación en 4 subcategorías, de acuerdo con el flujo vehicular: Muy Alto flujo vehicular (PRINC\_MA), Alto flujo vehicular (PRINC\_A), Medio flujo vehicular (PRINC\_M) y Bajo flujo vehicular (PRINC\_B).

Las vías secundarias se clasificaron en 3 subcategorías: Vías con Flujo Vehicular Bajo (SEC\_B), Vías con Flujo Vehicular Medio (SEC\_M) y Vías con Flujo Vehicular Alto (SEC\_A). Al no contar con información medida sobre el flujo vehicular en las vías secundarias de la ciudad, se definió una carga vehicular característica para cada una de las localidades del Distrito Capital, empleando la clasificación del uso del suelo proporcionada

por la SDA. A cada uno de los usos del suelo se le atribuyó un índice de carga vehicular que va desde 0 – cuando no existe tráfico vehicular –, hasta 3 cuando existe alto flujo vehicular (industrial = 3, residencial = 2, comercial = 3, extracción de suelo = 1, oficial = 2, áreas verdes y humedales = 0, zona histórica = 2, agua = 0). Apoyados en la superficie de cada categoría y en la superficie total del uso del suelo del área urbana de Bogotá; el índice de carga vehicular para cada localidad fue calculada mediante la ecuación 1:

$$T_L = \frac{\sum T_i x A_{i,L}}{\sum A_{i,L}} \quad (1)$$

En donde,  $T_L$  es el índice de tráfico para la localidad L,  $T_i$  es el índice de tráfico para cada categoría de uso de suelo i, y  $A_{i,L}$  es el área del uso del suelo i en la localidad L.

Esta ponderación produjo un conjunto de índices que varían entre aproximadamente 1 y 2,5. De acuerdo con el índice generado para cada localidad, estas se agruparon y clasificaron de la siguiente forma:

- Localidades con índice de flujo vehicular de 1 a 1,5 se clasificaron como áreas con bajo flujo vehicular.
- Localidades con índice entre 1,5 y 2 como áreas con medio flujo vehicular.
- Localidades con índice entre 2 y 2,5 como áreas de alto flujo vehicular.

La tabla 1 presenta la clasificación de vías empleadas en este proyecto, con su longitud agregada por cada categoría. Se incluyen también las vías empleadas por la flota vehicular de TransMilenio S.A. y las vías intermunicipales (RUR).

Tabla 1 Clasificación de vías con su respectiva longitud

<b>Vías Principales</b>	<b>PRINC_B</b>	<b>PRINC_M</b>	<b>PRINC_A</b>	<b>PRINC_MA</b>
Longitud [Km]	35	319	226	46
<b>Vías Secundarias</b>	<b>SEC_B</b>	<b>SEC_M</b>	<b>SEC_A</b>	
Longitud [Km]	2.300	5.351	1.084	
<b>Otras Vías</b>	<b>RUR</b>	<b>TM_TRONC</b>	<b>TM ALIM</b>	
Longitud [Km]	283	78	422	

Una vez definidas las categorías de las fuentes móviles y las vías por donde circulan, se calculó la actividad para cada una de las categorías vehiculares en cada una de las subcategorías de vías, valores que se presentan en la tabla 2.

Tabla 2 Distancia horaria recorrida en cada subcategoría vial, por cada categoría vehicular [Veh.km.h<sup>-1</sup>]

	<b>VP_CC</b>	<b>T</b>	<b>B_MB</b>	<b>C</b>	<b>ET</b>	<b>M</b>	<b>TM_Art</b>	<b>TM_Alim</b>
<b>PRINC_B</b>	31.457,2	8.981,7	16.379,4	8.385,3	52,7	12.671,7	0,00	0,00
<b>PRINC_M</b>	97.549,1	27.852,3	29.699,3	6.053,8	132,9	24.278,8	0,00	0,00
<b>PRINC_A</b>	231.238,1	66.023,2	27.309,7	21.527,3	381,1	48.180,8	0,00	0,00
<b>PRINC_MA</b>	340.297,5	97.161,9	48.385,3	26.005,4	491,3	98.762,7	0,00	0,00
<b>SEC_B</b>	33.626,0	14.501,4	2.085,2	1.106,6	72,7	8.826,9	0,00	0,00
<b>SEC_M</b>	504.390,2	217.520,7	31.277,5	16.599,6	1.091,1	132.403,7	0,00	0,00
<b>SEC_A</b>	134.504,0	58.005,5	8.340,7	4.426,6	291,0	35.307,6	0,00	0,00
<b>TM_TRONC</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13.375	0,00
<b>TM ALIM</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.741,67
<b>RUR</b>	28.022	10.001	3.336	4.427	132	7.356	0,00	0,00

VP: Vehículos Particulares, CC: Camperos y Camionetas, T: Taxis, B: Buses, MB: Microbuses, C: Camiones, ET: Escolar y Turismo, M: Motos, TM\_Art: TransMilenio Articulados, TM\_Alim: TransMilenio Alimentadores.

## 2.1.2 Factores de emisión

Los factores de emisión empleados en este estudio se adaptaron a partir de los factores reportados en el inventario de emisiones de Bogotá [4] y se complementaron para las categorías vehiculares y contaminantes no incluidos empleando la metodología europea COPERT IV [5]. Los factores de emisión reportados en el inventario de emisiones se calcularon exclusivamente para cada categoría vehicular. De acuerdo con las especificaciones de EMISENS, las tasas de emisión por distancia recorrida se deben incluir en función del tipo de vía en las que operan las fuentes móviles, es decir de acuerdo con la velocidad promedio de las categorías de vías definidas en este proyecto.

Los factores de emisión para cada uno de los contaminantes estudiados, generados por las fuentes móviles en cada subcategoría vial se presentan en el apéndice I.

### 2.1.3 Desviación estándar

La tabla 3 presenta la desviación estándar de los ficheros de entrada reportados para la actividad vehicular y los factores de emisión.

*Tabla 3 Desviación Estándar de los ficheros de entrada, [%].*

Dist. Recorrida	30
NOx	47,1
CO	37,93
SO2	34,39
VOC's	35,22
PM	68,29

### 2.1.4 Distribución en el espacio y en el tiempo

Para elaborar la distribución en el tiempo, se construyeron archivos con información de las proporciones del total horario de las categorías vehiculares que circulan en cada una de las subcategorías viales. A su vez, para realizar la distribución en el espacio, se construyeron archivos con la longitud total de las vías que se encontraron en cada una de las celdas de la malla. Estos ficheros de entrada se elaboraron para cada una de las categorías de vías definidas en el estudio.

## 2.2 Inventario de emisiones generadas por las fuentes fijas

Se consolidaron los factores de emisión reportados por el inventario de emisiones de Bogotá [3], con el fin de calcular las emisiones globales generadas dentro del dominio a modelar y posteriormente, se distribuyeron en el espacio y en el tiempo.

### 2.2.1 Categorías industriales y factores de emisión

Las categorías industriales y los factores de emisión empleados para estas fuentes de combustión se tomaron de la información reportada en el inventario de emisiones de

fuentes fijas [3]. Los factores de emisión se complementaron empleando la metodología AP-42 de la U.S. EPA [6] e información consultada en el Departamento de Calidad Ambiental de la Universidad de Virginia [7] para los contaminantes no incluidos en el inventario. La tabla 4 presenta el consolidado de factores de emisión empleados en este estudio.

*Tabla 4 Factores de emisión por categoría industrial*

<b>Categ. Industrial</b>	<b>Unidad</b>	<b>CO</b>	<b>NOx</b>			<b>PM</b>			<b>SO<sub>x</sub></b>		
CG1	(g/m <sup>3</sup> )	1,344	6,5	+/-	5	0,6	+/-	0,5	0,02	+/-	0,015
CG2	(g/m <sup>3</sup> )	1,344	0,8	+/-	0,6	0,25	+/-	0,2	0,0005	+/-	0,0004
CG3	(g/m <sup>3</sup> )	1,334	1	+/-	0,9	0,05	+/-	0,02	0,005	+/-	0,005
HG	(g/m <sup>3</sup> )	1,334	1,2	+/-	1	0,2	+/-	0,19	0,07	+/-	0,07
CC1	(g/kg)	0,3	8	+/-	5	6	+/-	4	22	+/-	18
CC2	(g/kg)	0,3	5	+/-	2	10	+/-	8	12	+/-	4
HC	(g/kg)	0,3	5	+/-	3	12	+/-	8	12	+/-	10
HL	(g/kg)	0,3	5	+/-	3	12	+/-	8	12	+/-	10
GPL	(g/L)	1,008	1,8			0,096			0,018		
D	(g/L)	0,6	6,6			2,0406			28,26		
AU	(g/L)	0,288	3,72			1,2			0,12		
		UNIANDES									
Fuente:		EPA42									
		U. VIRGINIA									

CG1: Calderas a gas natural con capacidades mayores a 100 BHP y año de fabricación previo o igual a 1997, CG1: Calderas a gas natural con capacidades mayores a 100 BHP y año de fabricación posterior a 1997, CG1: Calderas a gas natural con capacidades inferiores a 100 BHP, HG: Hornos a gas natural, CC1: Calderas a carbón con capacidades mayores a 100 BHP, CC2: Calderas a carbón con capacidades menores o iguales a 100 BHP, HC: Hornos a carbón, HL: Hornos ladrilleros alimentados con carbón, GPL: Horno o Caldera Gas de Petróleo Licuado, D: Horno o Caldera Diesel, Gasolina, Crudo, AU: Caldera Aceite Usado.

## 2.2.2 Distribución espacio-temporal de las emisiones globales

Debido a que la información sobre el ciclo productivo no estaba incluida en el inventario de emisiones de Bogotá [3], fue necesario realizar una distribución aleatoria mediante un código en Microsoft Visual Basic<sup>®</sup>; empleando para tal fin la información del tiempo de operación consultada en las bases de datos del inventario, como sigue:

- De 1 a 12 horas de operación diaria; iniciando operación entre las 06:00 am a las 12:00 m

- De 12 a 16 horas de operación diaria; iniciando operación entre las 02:00 am a las 08:00 am
- De 16 a 20 horas de operación diaria; iniciando operación entre la 01:00 am a las 04:00 am
- De 20 a 22 horas de operación diaria; iniciando operación entre la 01:00 am a las 02:00 am
- De 22 a 24 horas de operación diaria; iniciando operación a la 01:00 am.

Una vez estimadas las emisiones horarias para cada una de las fuentes de emisión, se emplearon las coordenadas planas (X,Y) de las fuentes de emisión y se localizaron en la malla empleada para dividir en celdas el dominio a modelar usando ArcGIS®.

### 3 Resultados y discusión

#### 3.1 Fuentes móviles

La tabla 5 presenta los resultados de las emisiones anuales calculados por EMISENS y su comparación con estudios previos.

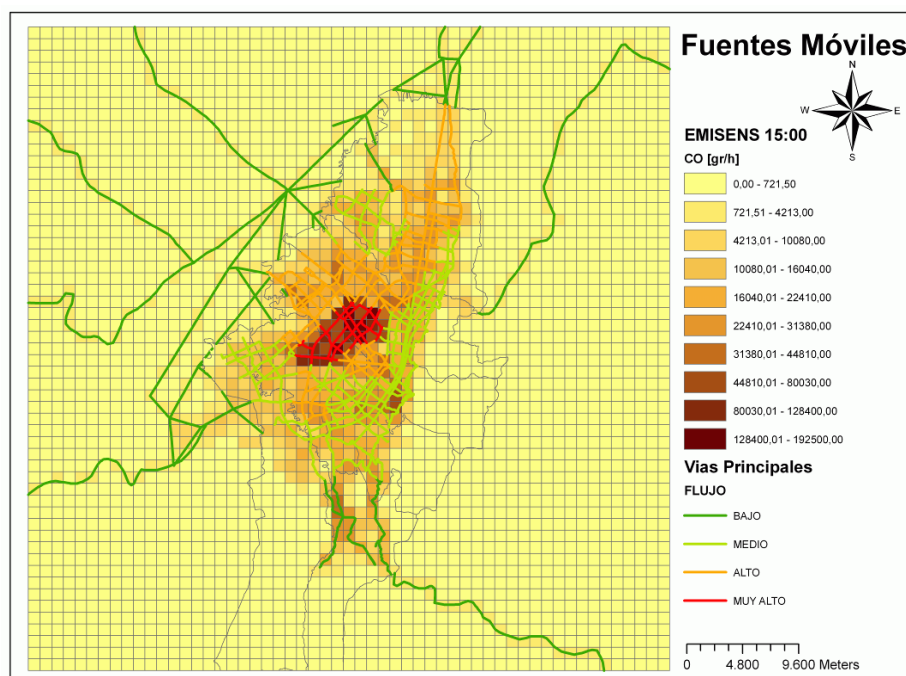
*Tabla 5 Comparación de resultados con estudios previos*

Valores [Ton/año]	CO	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	VOC	PM
Este estudio	706.932	57.658	13.009	108.011	1.594
E. Behrentz, (2008b)	450.000	30.000	NA	60.000	1.100
Bogotá 2003	306.162	13.651	NA	NA	1.643
Bogotá (2005a)	230.000	12.000	NA	25.000	NA
Bogotá (2005b)	900.000	55.000	NA	NA	2.200
Promedio	471.540	27.663	NA	42.500	1.648
Mínimo (Estudios Previos)	230.000	12.000	NA	25.000	1.100
Máximo (Estudios Previos)	900.000	55.000	NA	60.000	2.200

Analizando los resultados de las emisiones estimadas para los 5 contaminantes estudiados, se puede observar que los valores son mayores que los obtenidos para el inventario anual de emisiones actualizado [4]. Sin embargo, los resultados estimados en este proyecto son razonables teniendo en cuenta que las emisiones estimadas por EMISENS son las generadas por todas las categorías definidas; mientras que en el inventario de emisiones originalmente entregado no todas las categorías vehiculares contaban con factores de



emisión para todos los contaminantes. Por ejemplo, los valores de PM reportados como  $PM_{2.5}$  correspondían únicamente a emisiones producidas exclusivamente por los vehículos de carga pesada de la ciudad, sin incluir los vehículos livianos. Los valores de CO y PM se encuentran dentro del intervalo definido por los valores máximo y mínimo entre los estudios previos. Por otro lado, las emisiones obtenidas para  $SO_2$  y VOCs superan los valores máximos de los estudios previos en un porcentaje de 9,54% y 55,55%, respectivamente. La figura 1 muestra un mapa generado a partir de los resultados obtenidos en la distribución espacio-temporal de las emisiones de CO producidas a las 15:00 hora local. La mayor emisión de CO se presenta en el sector de la ciudad en donde se ubican las vías principales con mayor flujo vehicular (líneas rojas), es decir, en la zona industrial de Puente Aranda.



*Figura 1 Emisiones de CO para las 15:00 Hora Local*

### 3.2 Fuentes fijas

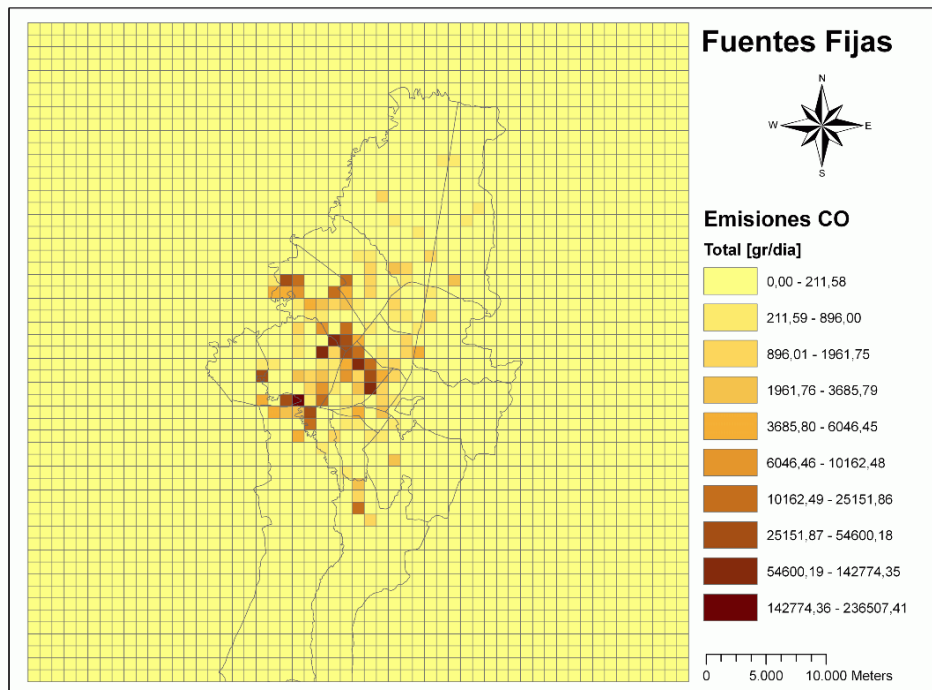
Los resultados de las emisiones totales anuales calculadas para fuentes fijas se comparan con los de estudios previos en la tabla 6.

*Tabla 6 Comparación de resultados con estudios previos*

<b>Emisiones [Ton/año]</b>	<b>CO</b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>PM</b>
Calculado	508	2.088	1.741	1.017
Extrapolado	607	2.497	2.082	1.216
E. Behrentz (2008a)	NA	2.600	2.200	1.400
Variación	NA	103	118	184
% Variación	NA	3,96	5,36	13,14

Los valores de las emisiones anuales estimadas en este estudio se encuentran por debajo de las emisiones reportadas en el inventario de emisiones (Tabla 6). La mayor variación se presenta en las emisiones de PM, debido a que las emisiones estimadas en este estudio superan a las del estudio previo en un valor de 184 Ton/año, equivalente al 13,14%.

La figura 2 muestra la distribución espacio-temporal de las emisiones totales diarias para CO.



*Figura 2. Emisiones diarias de CO, para fuentes fijas*

Las emisiones de CO son altas en las localidades de Puente Aranda, Fontibón y Kennedy; localidades que poseen la mayor cantidad de fuentes fijas de la ciudad.

#### **4 Conclusiones**

Las emisiones en caliente totales estimadas en este estudio se encuentran dentro de los valores mínimo y máximo de los resultados obtenidos en inventarios de emisiones realizados en la ciudad en años anteriores, mostrando una aproximación de cálculo confiable. Teniendo en cuenta que los ficheros de entrada se construyeron a partir de información secundaria, se recomienda encaminar esfuerzos en futuros proyectos para obtener información primaria aplicando metodologías *in situ*, con el fin de afinar los resultados.

Los resultados obtenidos en la distribución espacial de las emisiones generadas por las fuentes estudiadas en el proyecto fueron satisfactorios. Los sectores de la ciudad en donde se generan las mayores concentraciones de contaminantes coinciden con las localidades de la ciudad que conforman la zona industrial del Distrito Capital y las vías con mayor flujo de vehículos de carga pesada.

El CO (122,25 Ton/h) y los VOCs (19,03 Ton/h) son los contaminantes con mayores emisiones de fuentes móviles. Durante un día típico, los picos de emisión para los dos contaminantes se presentan a las 08:00 hora local. Para las fuentes fijas, las mayores emisiones de contaminantes se producen entre las 11:00 y las 12:00 de un día típico, siendo los óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>) y los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) los compuestos que se emiten en mayor cantidad, con valores de 0,307 y 0,305 Ton/hora, respectivamente.

#### **5 Agradecimientos**

Este proyecto fue ejecutado en el marco del convenio 195-08, suscrito por Ecopetrol S.A., la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá (SDA) y la Universidad Nacional de Colombia, entidades a las cuales los autores expresan sus agradecimientos.

## 6 Referencias

- [1] Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA), Universidad de los Andes, 2001: *Diseño e Implementación de un Modelo de Calidad de Aire para Bogotá*. Convenio No. 180. DAMA. Bogotá, Colombia.
- [2] A. Martilli, Y. Roulet, M. Junier, F. Kirchner, M. Rotach, A. Clappier, *Atmospheric Environment*, 37, 4217, (2003)
- [3] E. Behrentz. *Reporte final: Definición de elementos técnicos para la formulación de políticas distritales encaminadas al mejoramiento de la calidad del aire en Bogotá. Parte A: Inventario de emisiones provenientes de fuentes fijas*. Bogotá, Colombia: Centro de Investigación en Ingeniería Ambiental (CIIA), Universidad de los Andes. (2008)
- [4] E. Behrentz. *Reporte final: Definición de elementos técnicos para la formulación de políticas distritales encaminadas al mejoramiento de la calidad del aire en Bogotá. Parte B: Inventario de emisiones provenientes de fuentes móviles*. Bogotá, Colombia: Centro de Investigación en Ingeniería Ambiental (CIIA), Universidad de los Andes. (2008)
- [5] Laboratory of Applied Thermodynamics, Aristotle University of Thessaloniki. *COPERT IV*. [en línea], disponible en: <http://lat.eng.auth.gr/copert/>, recuperado: 07 de junio de 2010.
- [6] U.S. Environmental Protection Agency (USEPA). *Fifth Edition. Volume I, Chapter 1: External Combustion Sources*, [en línea], disponible en: <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch01/index.html>, recuperado: 4 de junio de 2010.
- [7] Department of Environmental Quality of the Commonwealth of Virginia.(DEQ)-*Memorandum - Interim Guidance on Alternative Fuel Permitting in Industrial Boilers*. Redmond, USA: Virginia. (2008).

## 7 Apéndice I: Factores de emisión para cada contaminante [gr km<sup>-1</sup> veh<sup>-1</sup>]

CO	PRINC_B	PRINC_M	PRINC_A	PRINC_MA	SEC_B	SEC_M	SEC_A	RUR	TM_TRONC	TM_ALIM
VP_CC	40,60	40,60	40,60	40,60	50,13	50,13	50,13	33,38	0,00	0,00
T	11,14	11,14	11,14	11,14	19,18	19,18	19,18	6,57	0,00	0,00
B_MB	13,45	13,45	13,45	13,45	11,60	11,60	11,60	8,50	0,00	0,00
C	5,09	5,09	5,09	5,09	3,99	3,99	3,99	2,63	0,00	0,00
ET	11,00	11,00	11,00	11,00	11,50	11,50	11,50	6,90	0,00	0,00
TM-Art	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,35	0,00
TM-Alim	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,40
M	16,42	16,42	16,42	16,42	22,49	22,49	22,49	13,68	0,00	0,00

NOx	PRINC_B	PRINC_M	PRINC_A	PRINC_MA	SEC_B	SEC_M	SEC_A	RUR	TM_TRONC	TM_ALIM
VP_CC	1,68	1,68	1,68	1,68	1,48	1,48	1,48	2,00	0,00	0,00
T	3,25	3,25	3,25	3,25	3,22	3,22	3,22	3,55	0,00	0,00
B_MB	8,80	8,80	8,80	8,80	8,76	8,76	8,76	8,83	0,00	0,00
C	10,55	10,55	10,55	10,55	10,55	10,55	10,55	10,65	0,00	0,00
ET	7,85	7,85	7,85	7,85	7,90	7,90	7,90	8,10	0,00	0,00
TM-Art	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,70	0,00
TM-Alim	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,50
M	0,22	0,22	0,22	0,22	0,19	0,19	0,19	0,30	0,00	0,00

PM	PRINC_B	PRINC_M	PRINC_A	PRINC_MA	SEC_B	SEC_M	SEC_A	RUR	TM_TRONC	TM_ALIM
VP_CC	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
T	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B_MB	0,54	0,54	0,54	0,54	0,49	0,49	0,49	0,44	0,00	0,00
C	0,64	0,64	0,64	0,64	0,56	0,56	0,56	0,50	0,00	0,00
ET	0,55	0,55	0,55	0,55	0,41	0,41	0,41	0,38	0,00	0,00
TM-Art	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,00
TM-Alim	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26
M	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,00	0,00

SO2	PRINC_B	PRINC_M	PRINC_A	PRINC_MA	SEC_B	SEC_M	SEC_A	RUR	TM_TRONC	TM_ALIM
VP_CC	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,00	0,00
T	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,00	0,00
B_MB	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,00	0,00
C	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,00	0,00
ET	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,00	0,00
TM-Art	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,23	0,00
TM-Alim	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,96
M	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,00	0,00

VOC	PRINC_B	PRINC_M	PRINC_A	PRINC_MA	SEC_B	SEC_M	SEC_A	RUR	TM_TRONC	TM_ALIM
VP_CC	5,07	5,07	5,07	5,07	6,76	6,76	6,76	4,07	0,00	0,00
T	2,73	2,73	2,73	2,73	3,72	3,72	3,72	2,03	0,00	0,00
B_MB	2,75	2,75	2,75	2,75	2,01	2,01	2,01	1,37	0,00	0,00
C	3,65	3,65	3,65	3,65	2,98	2,98	2,98	2,10	0,00	0,00
ET	2,52	2,52	2,52	2,52	4,00	4,00	4,00	1,55	0,00	0,00
TM-Art	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	0,00
TM-Alim	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14
M	4,94	4,94	4,94	4,94	4,41	4,41	4,41	5,22	0,00	0,00