

**INFORME FINAL DE ACTIVIDADES  
DEL CONTRATO INTERADMINISTRATIVO No. 538 DE 2004**

Por:

Carmen Elena Zapata Sánchez., Msc., Directora Administrativa  
Carlos Mario Sepúlveda López, Ingeniero Operativo  
William Alonso Giraldo Aristizabal, Ingeniero Operativo  
Hugo Alberto Santana Mazo, Tecnólogo Operativo  
Dora Cristina Barrientos Villegas, Asistente Técnica y Administrativa

Para

Ingeniera Andrea Viviana Marin Calderon  
Interventora, Convenio Interinstitucional No. 538 de 2004  
**ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE MEDELLÍN**  
**Facultad de Minas**  
Medellín, 15 de Julio de 2005

## CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCIÓN	7
2. OPERACIÓN DE ESTACIONES DE MONITOREO Y RESULTADOS ENERO – JULIO DE 2005	8
3. INFORME MENSUAL DE CONCENTRACIONES	26
4. INFORME DE ACTIVIDADES ACORDE CON EL CRONOGRAMA PRESENTADO EN EL INFORME DEL MES DE ABRIL DE 2005	30
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

## LISTA DE TABLAS

	Pagina
Tabla 1. Estaciones y Equipos enero a julio de 2005	8
Tabla 2. Concentración de PST y PM10 enero 01 a julio 11 de 2005 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a condiciones de referencia	14
Tabla 3. Categorización Atmosférica de PST enero 01 a julio 11 del 2005, en %	15
Tabla 4. Concentraciones Dióxido de Azufre y Óxidos de Nitrógeno ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a condiciones de referencia). Enero – Julio de 2005	19

## LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Concentración PST Aguinaga – Nacional - UPB Enero –Julio de 2005	16
Figura 2. Concentración PST Itagüí – Politécnico – Caldas Enero – Julio de 2005	17
Figura 3. Concentración PST Barbosa – U de M - Sabaneta Enero – Julio de 2005	17
Figura 4. Concentración PM <sub>10</sub> Aguinaga – Corantioquia – Guayabal Enero – Julio de 2005	18
Figura 5. Distribución de concentraciones SO <sub>2</sub> y NO <sub>2</sub> Enero – Julio de 2005	19
Figura 6. Concentración horaria de monóxido de carbono Enero a mayo de 2005	21
Figura 7. Concentración promedio mensual estaciones Barbosa y Girardota Liceo	23
Figura 8. Concentración promedio mensual estaciones U de M y UPB	23
Figura 9. Concentración promedio mensual estaciones U de A y U NAL	24
Figura 10. Concentración promedio mensual estaciones Itagüí y Politécnico	24
Figura 11. Concentración promedio mensual estaciones La estrella y Sabaneta	25

## LISTA DE FOTOS

	Pagina
Foto 1. Estación de Barbosa	9
Foto 2. Estación Copacabana	9
Foto 3. Estación Sabaneta	9
Foto 4. Estación Universidad Pontificia Bolivariana	9
Foto 5. Estación Universidad de Antioquia	10
Foto 6. Estación de Barbosa, adecuación de acceso a la terraza.	10
Foto 7. Estación Copacabana, adecuación de acceso a la terraza.	10
Foto 8. Estación de Barbosa, antes de la reforma	40
Foto 9. Estación de Barbosa, después de la reforma y nueva ubicación	40
Foto 10. Estación Sabaneta, antes de la adecuación.	40
Foto 11. Estación Sabaneta, después de la adecuación	40
Foto 12. Estación de Copacabana, antes de la reforma	41
Foto 13. Estación de Copacabana, después de la reforma y nueva ubicación	41
Foto 14. Estación Copacabana, adecuación de acceso a la terraza donde se encuentra el equipo de Hi-Vol.	41
Foto 15. Estación Barbosa, adecuación de acceso a la terraza donde se encuentra el equipo de Hi-Vol.	41
Foto 16. Estación de Universidad Pontificia Bolivariana, antes de la reforma	42
Foto 17. Estación, Universidad Pontificia Bolivariana, después de la adecuación	42
Foto 18. Estación de Universidad de Antioquia, antes de la reforma	42
Foto 17. Estación, Universidad de Antioquia, después de la adecuación	42

## LISTA DE ANEXOS

	Página
ANEXO 1. INFORME MENSUAL DE CONCENTRACIONES DE LOS MESES ENERO A JULIO DE 2005, REPORTE GRAFICO DEL MES DE JUNIO EN MEDIO DIGITAL Y ESCRITO, COPIA DE LA BITÁCORA DE LAS ESTACIONES	38
ANEXO 2. REFORMAS EN LAS ESTACIONES	39
ANEXO 3. BOLETÍN DE REDAIRE EDICIONES 16 Y 17 EN MEDIO DIGITAL	43
ANEXO 4. COPIA DE LOS PAGOS DE SEGURIDAD SOCIAL DEL RECURSO HUMANO	44
ANEXO 5. PROTOCOLOS Y FORMATOS PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	45

## 1. INTRODUCCIÓN

Este informe final corresponde a los resultados de las actividades y gestiones realizadas durante los meses de enero a julio del 2005, del Contrato Interinstitucional No. 538 de 2004 suscrito entre la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá; con el objeto de *“Evaluar los Niveles de Contaminación del Aire en las Zonas Urbanas del Valle de Aburrá mediante la Operación de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire en el Valle de Aburra”*.

Las bases de datos de las concentraciones del monitoreo fueron revisadas, procesadas y analizadas para elaborar las tablas y gráficas que se presentan en este documento y su interpretación, por el recurso humano contratado por la Universidad.

Faltan algunos datos de laboratorio correspondientes a los análisis que realizan la Universidad Pontificia Bolivariana de NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>, los de lluvia ácida que también están en proceso de análisis en la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Una vez que se tengan los datos de laboratorio se entregara una versión completa del informe final.

Finalmente, se presentan algunas conclusiones generales sobre el monitoreo de la calidad del aire para el primer semestre de 2005 y un analisis multianual de particulas suspendidas.

## 2. OPERACIÓN DE ESTACIONES DE MONITOREO Y RESULTADOS ENERO – JULIO DE 2005

### EQUIPOS DE MONITORIA

Entre enero y julio de 2005 operaron 15 equipos medidores de las partículas suspendidas totales (PST), 3 equipos medidores de partículas respirables menores de 10 micras (PM<sub>10</sub>), 5 equipos medidores de dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno (tres gases), 3 medidores automáticos de monóxido de carbono, dos equipos medidores de lluvia ácida en la estación UPB, instalado en mayo, y en la estación Universidad Nacional (Facultad de Minas), instalado en abril y un equipo medidor de ozono, que inició monitoreo al final del período, luego de una reparación y calibración. La tabla 1 presenta un resumen de las estaciones que operaron en este período con los contaminantes monitoreados en cada una de ellas.

**Tabla 1.** Estaciones y Equipos enero a julio de 2005

ESTACION	CODIGO	EQUIPO						
		H V	PM <sub>10</sub>	TGAS	CO	OZO	MET	LI Ac
Municipio de Barbosa, Hospital San Vicente de Paúl	BAR	XX						
Municipio de Girardota Liceo Manuel José Sierra	GILI	XX						
Municipio de Copacabana, Hospital Santa Margarita	COPA	XX						
Universidad de Antioquia	UDEA	XX						
Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas	UNAL	XX		XX				XX
Universidad Pontificia Bolivariana	UPB	XX		XX				XX
Universidad de Medellín	UDEM	XX						
Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid	POLI	XX		XX				
Municipio de Itagüí, Colegio El Rosario	ITAG	XX		XX				
Municipio de Envigado, Hospital Manuel Uribe Angel	ENVI	XX						
Municipio de Sabaneta, Alcaldía Municipal	SABA	XX						
Municipio de La Estrella, Estación de Policía	ESTR	XX						
Municipio de Caldas, Hospital San Vicente de Paúl	CALD	XX						
Corantioquia, Carrera 65 x Calle 44	CORA		XX					
Guayabal 1, Planta de Tratamiento San Fernando	GUA1	XX	XX				XX	
Guayabal 2, Planta de Tratamiento San Fernando	GUA2				XX	XX		
Centro de Medellín, Edificio Miguel de Aguinaga	AGUI	XX	XX	XX	XX			
Edificio Nuevo Centro La Alpujarra	AMVA				XX			

Abreviaturas: H.V. Muestreador de Alto Volumen para Partículas Suspendidas Totales; PM<sub>10</sub>: Muestreador de Alto Volumen para Partículas Menores de 10 micras; T. Gas: Muestreador de tres gases; CO: Medidor automático de Monóxido de carbono; OZO: Medidor automático de Ozono; Met: Estación Meteorológica; LI.Ac: Medidor de Lluvia ácida.

Es necesario resaltar que en este período se instalaron plataformas nuevas en las estaciones Barbosa (foto 1), Copacabana (foto 2), Sabaneta (foto 3), Universidad Pontificia Bolivariana (foto 4), Universidad de Antioquia (foto 5), además se mejoraron las condiciones de acceso, instalando escaleras, en las estaciones de Barbosa y Copacabana (fotos 6 y 7). Se hace la observación de que las plataformas de las

estaciones Estrella y Caldas esta en el proceso de compra por parte de la Universidad para su adquisición y posterior instalación como parte de este contrato.

**Foto 1.** Estación de Barbosa



**Foto 2.** Estación Copacabana



**Foto 3.** Estación Sabaneta



**Foto 4.** Estación Universidad Pontificia Bolivariana



**Foto 5.** Estación Universidad de Antioquia



**Foto 6.** Estación de Barbosa, adecuación de acceso a la terraza.



**Foto 7.** Estación Copacabana, adecuación de acceso a la terraza.





A continuación se presentan un cuadro resumen del estado de las estaciones. En las observaciones se anotaron las recomendaciones para la adecuación de cada una de ellas.

Estaciones	Equipos	Estado Actual		Porque no esta operando	Adecuaciones realizadas	Observaciones
		Operando	No Operando			
AMVA	Analizador de CO	X				
BARB	Hi-vol	X			Plataforma y escalera para la estación	Se instaló la plataforma y la escalera.
BELL	Hi-vol		X	Por problemas administrativos		Se suspendió el monitoreo el 29 de septiembre de 2004, se esta buscando un lugar cercano donde reubicarla.
CALD	Hi-vol	X			Plataforma para la estación	Esta en proceso de construcción y posteriormente se instalará
AGUI	Hi-vol	X				
	PM-10	X				
	3 gases	X				
	Analizador de CO	X				
COPA	Hi-vol	X			Plataforma y escalera para la estación	Se instaló la plataforma y la escalera.
CORA	PM-10	X				
ENVI	Hi-vol		X	Por solicitud de AMVA		Desde el 30 de mayo, se suspendió el monitoreo por decisión de AMVA
ESTR	Hi-vol	X			Plataforma para la estación	Esta en proceso de construcción y posteriormente se instalará
GI-LI	Hi-vol	X				
GUAY	Hi-vol	X				
	PM-10	X				
	Estación Meteorológica	X				
	Analizador de CO	X				
	Analizador de O <sub>3</sub>	X				
ITAG	Hi-vol	X				
	3 gases	X				

Estaciones	Equipos	Estado Actual		Porque no esta operando	Adecuaciones realizadas	Observaciones
		Operando	No Operando			
POLI	Hi-vol	X				
	3 gases	X				
SABA	Hi-vol	X			Plataforma para la estación	Se instaló la plataforma.
UDEA	Hi-vol	X			Plataforma para la estación	Se instaló la plataforma.
UDEM	Hi-vol	X				
UNAL	Hi-vol	X				
	3 gases	X				
UPB	Hi-vol	X			Plataforma para la estación	Se instaló la plataforma.
	3 gases	X				

## RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO

En la tabla 2 se presenta un resumen de los resultados de las concentraciones de PST y PM10 acumuladas entre enero y julio 11 del 2005.

**Tabla 2.** Concentración de PST y PM10 enero 01 a julio 11 de 2005  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a condiciones de referencia

	Partículas Suspensas Totales, PST															PM <sub>10</sub>		
	BARB	CALD	AGUI	COPA	ENVI	ESTR	GILI	GUA1	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB	AGUI	CORA	GUA1
Promedio Período [1]	91	82	102	70	66	72	58	100	102	108	94	90	75	119	71	61	56	65
Cantidad Datos [CD]	52	57	56	58	45	46	57	58	57	55	57	58	57	57	57	58	39	57
Desviación estándar	34	36	25	36	20	18	20	31	24	26	22	34	22	31	22	16	15	18
Valor máximo	208	194	170	223	117	117	133	198	176	162	146	197	129	213	144	108	92	121
Valor mínimo	38	28	57	35	36	32	31	48	52	51	42	42	35	43	35	31	32	30
NVSND	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NVSNA	22	23	33	9	3	3	3	30	37	37	28	24	8	47	4	43	22	46
NVSNA/CD [%]	42	40	59	16	7	7	5	52	65	67	49	41	14	82	7	74	56	81

1 Este promedio corresponde al geométrico para las partículas PST y al aritmético para las partículas PM10  
 NVSND: Número de Veces que Supera la Norma Diaria [400  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para PST y 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para PM 10 (EE UU)]  
 NVSNA: Número de Veces que Supera la Norma Anual [100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para PST y 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para PM 10 (EE UU)]

La tabla 2 muestra un número de muestras recolectadas en las estaciones de La Estrella y Envigado (PST), y en Corantioquia (PM<sub>10</sub>) por debajo de lo programado debido a factores externos a la operación de Redaire. En La Estrella se tuvo problemas esporádicos de ingreso al sitio de medición entre enero y marzo ya que se encuentra en la Estación de Policía. Se contó con la colaboración del Área Metropolitana del Valle de Aburrá para tener un permiso permanente de entrada. En Envigado se suspendieron los muestreos a partir del 31 de mayo por disposición de la interventoría de Área Metropolitana del Valle de Aburrá. En Corantioquia se suspendieron los monitoreos con el PM<sub>10</sub> entre el 02 de marzo y el 30 de abril por trabajos de construcción en la terraza donde está ubicado el equipo.

Las concentraciones de PST durante los seis meses indican que en los alrededores de la Universidad Nacional (Facultad de Minas), el Politécnico y el Edificio Miguel de Aguinaga se presentan las mayores concentraciones en el Valle de Aburrá, donde se supera levemente la norma anual de calidad del aire Colombiana de 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Decreto 02/1982). Los sitios menos contaminados por PST, según estos resultados, son los alrededores de Girardota (Liceo), Envigado, y la Universidad Pontificia Bolivariana. La concentración diaria más alta en este período se presentó en la estación Copacabana, con 223  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , en la Universidad Nacional, con 213  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y en Barbosa, con 208  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , cumpliendo así la norma diaria de calidad del aire vigente en Colombia.

En la estación de la Universidad Nacional de Colombia se siguen presentando concentraciones altas de partículas suspendidas totales porque se trata de una estación que se ha instalado para hacerle seguimiento al comportamiento de la contaminación por la circulación de los vehículos en un cruce altamente congestionado (Carrera 80 x Calle 65), donde el 82 % de las concentraciones diarias encontradas en el período analizado superaron la norma anual.

En la estación Caldas, de mediados de enero a mediados de abril, se presentaron trabajos de construcción en las calles de los alrededores del Hospital donde está ubicado el equipo medidor que aumentaron considerablemente las concentraciones, donde se llegó a tener un coeficiente NVSNA/CD de 83 %. Estos trabajos disminuyeron a partir de mediados de abril y se disminuyó dicho coeficiente hasta un 40 % en el acumulado hasta el 11 de julio.

En la estación Copacabana aún se están presentando los trabajos de construcción de la doble calzada Bello – Hatillo que a la fecha se realiza a la altura de este municipio. Es muy posible que estos trabajos hayan originado la concentración más alta en el período analizado, donde se presentaron las mayores concentraciones en febrero y marzo.

En la tabla 3 se presentan los resultados, en porcentaje, de cada una de las categorías atmosféricas definidas en el Índice de Calidad Ambiental, para los datos de las concentraciones diarias de las estaciones medidores de PST que operaron en los seis meses del 2005.

**Tabla 3.** Categorización Atmosférica de PST enero 01 a julio 11 del 2005, en %

Categoría Atmosférica	BARB	CALD	AGUI	COPA	ENVI	ESTR	GILI	GUA1	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB
Buena	58	60	41	84	93	93	95	48	35	33	51	59	86	18	93
Aceptable	42	40	59	16	7	7	5	52	65	67	49	41	14	82	7
Inadecuada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mala	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pésima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Crítica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

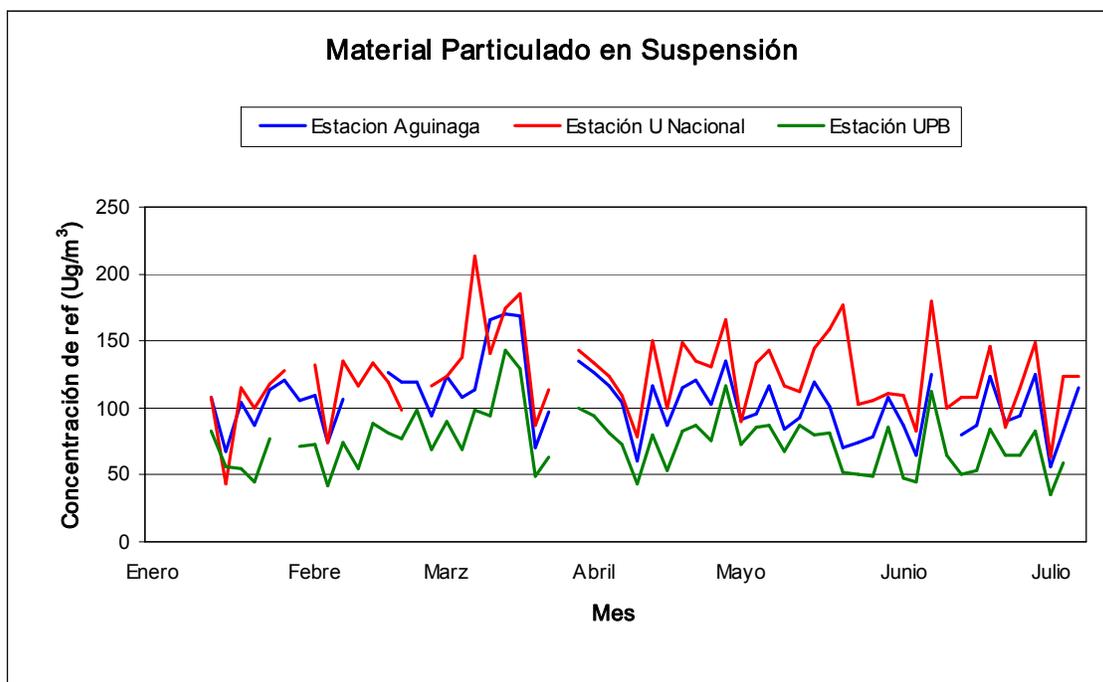
Según este Índice de Calidad ambiental, todas las estaciones se encuentran en una categoría atmosférica entre Buena y Aceptable en el 100 % de los datos y se puede concluir que el Valle de Aburrá no tiene problemas serios de contaminación de aire por PST.

El comportamiento de las concentraciones de PST en los cinco meses muestra valores máximos en febrero – marzo, tal como lo muestra las figuras 1, 2 y 3. Este comportamiento es muy similar a los años anteriores (Bedoya et al, mayo de 2004, mayo de 2005). Es muy

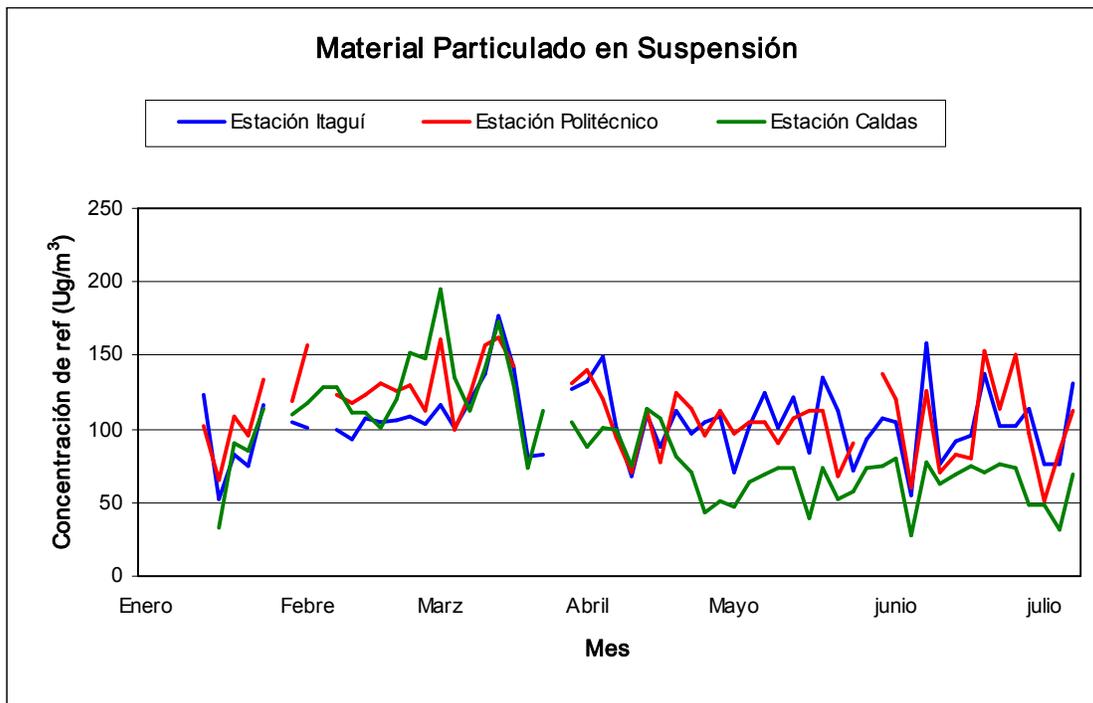
posible que la temporada vacacional de enero, donde disminuye el flujo vehicular, y la época de invierno que se presenta en abril y mayo tengan gran influencia en estos comportamientos.

Los resultados de material particulado respirable (PM<sub>10</sub>) muestran un promedio aritmético entre 56 y 65 µg/m<sup>3</sup> en los tres sitios de medición (Miguel de Aguinaga, Corantioquia y Guayabal). Estos datos siguen presentando la misma tendencia de los meses anteriores (Bedoya et al, mayo de 2004, mayo de 2005), donde se presentan valores máximos entre febrero y marzo, al igual que el comportamiento de las PST. La figura 4 ilustra este comportamiento, y la similitud que hay en los tres sitios. En estas estaciones se sigue presentando que el 74 %, 56 % y el 81 %, respectivamente, de las concentraciones diarias de los seis meses del 2005 se superó la norma anual de PM<sub>10</sub> establecida en Estados Unidos, 50 µg/m<sup>3</sup>.

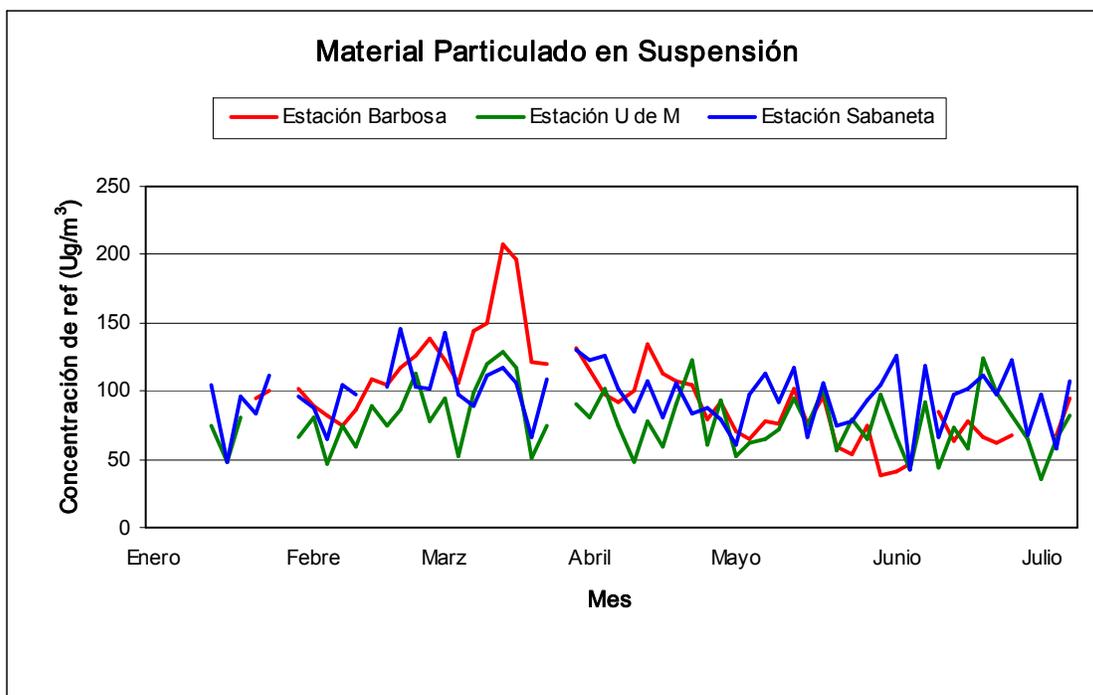
Las relaciones PM<sub>10</sub>/TSP encontradas en el período, en las estaciones Aguinaga y Guayabal, siguen dando entre 60 % y 65 %, respectivamente.



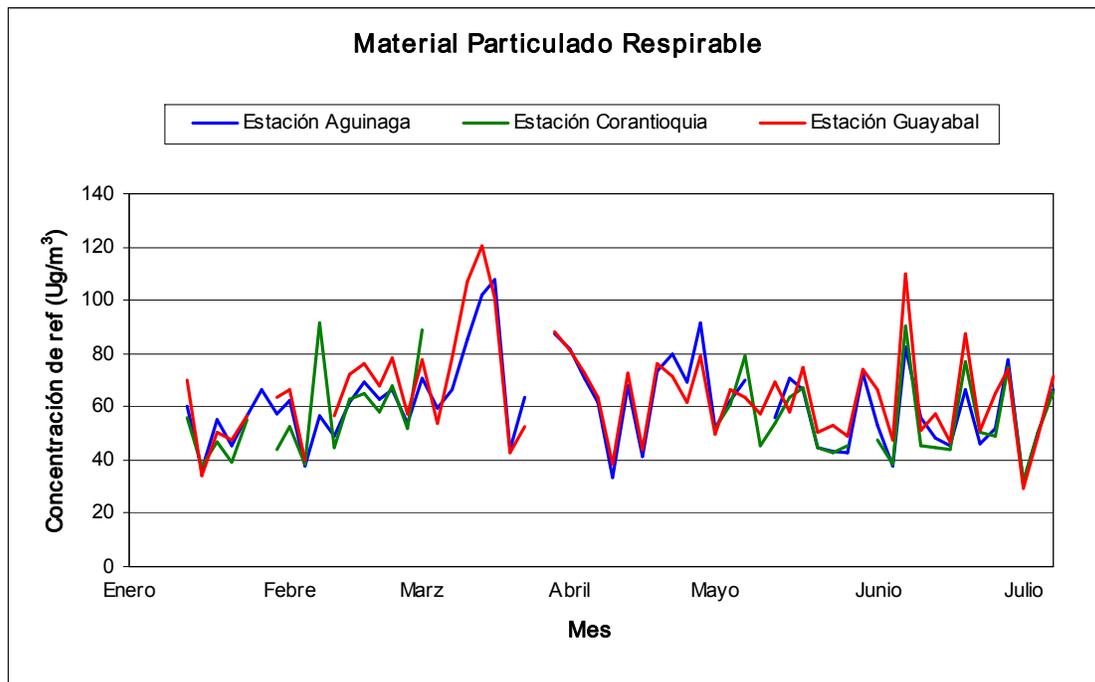
**Figura 1.** Concentración PST Aguinaga – Nacional - UPB Enero –Julio de 2005



**Figura 2.** Concentración PST Itagüí – Politécnico – Caldas Enero – Julio de 2005



**Figura 3.** Concentración PST Barbosa – U de M - Sabaneta Enero – Julio de 2005



**Figura 4.** Concentración PM<sub>10</sub> Aguinaga – Corantioquia – Guayabal Enero – Julio de 2005

## RESULTADOS DE DIOXIDO DE AZUFRE Y OXIDOS DE NITROGENO

En los seis meses del 2005 se operaron cinco equipos medidores de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>2</sub>). Se aclara que de estos contaminantes se está tomando muestras cada seis días, por decisión del Comité Coordinador de Redaire, desde mediados del 2004. La tabla 1 presenta un resumen de los resultados encontrados hasta el 24 de junio de 2005, fecha en que se ejecutó el 100% de análisis de muestras de SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> definido en el plan operativo.

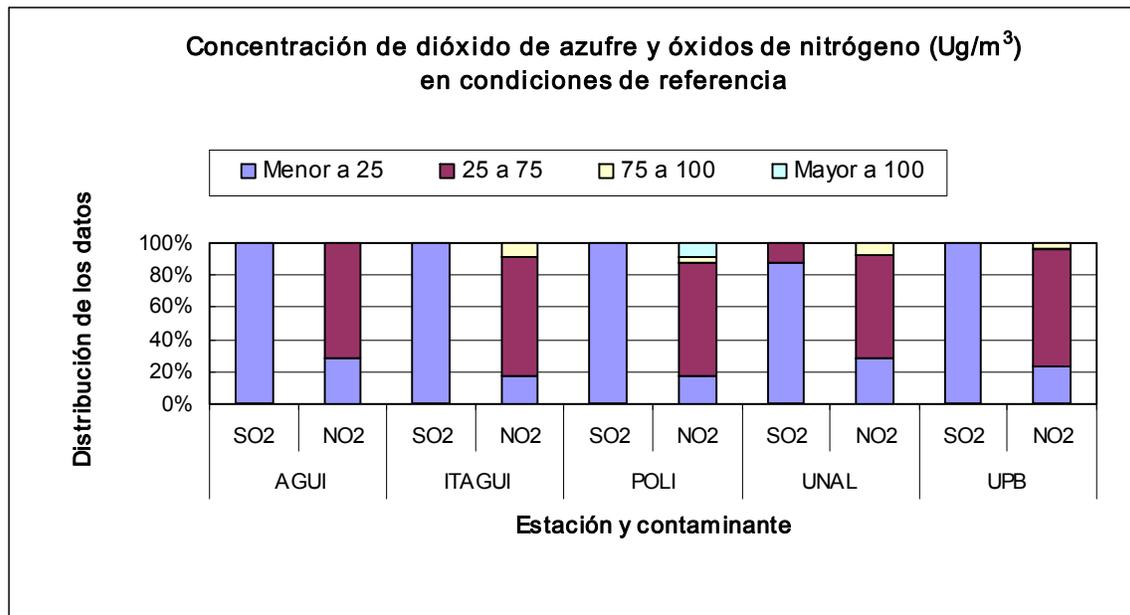
Estos resultados muestran unas concentraciones bajas de estos gases, en promedios aritméticos, aunque son superiores los óxidos de nitrógeno. Ninguno de estos resultados sobrepasa la norma diaria de los 400 µg/m<sup>3</sup> ni la norma anual de los 100 µg/m<sup>3</sup> (Decreto 02/1982). Según estos resultados muestran que en el Valle de Aburrá no se tienen problemas graves de contaminación de aire por dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno. Llama la atención que en las estaciones Aguinaga, Itagüí, Politécnico y UPB el 100% de las concentraciones de dióxido de azufre son inferiores a 25 µg/m<sup>3</sup>, mientras que en la U Nacional es del 88%, tal como lo muestra la figura 5.

**Tabla 4.** Concentraciones Dióxido de Azufre y Óxidos de Nitrógeno ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a condiciones de referencia). Enero – Julio de 2005

	AGUI		ITAGUI		POLI		UNAL		UPB	
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>								
Promedio Aritmético	8	30	8	41	7	50	9	44	7	41
Muestras Realizadas [1]	14	25	18	24	17	24	17	25	18	25
Muestras Realizadas [Detectables + No Detectables]	23	25	23	24	23	24	22	25	24	25
Muestras menores a 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [1]	14	7	18	4	17	4	15	7	18	6
Muestras menores a 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [%] [1]	100	28	100	17	100	17	88	28	100	24
Desviación estándar	9	13	8	21	8	27	9	25	8	20
Valor máximo	23	60	25	82	23	112	26	90	22	81
Valor mínimo	0	3	0	5	0	9	0	5	0	10

1 No incluye las muestras que son reportadas como N.D. (No Detectable) por el laboratorio de análisis de las muestras

Estos resultados muestran unas concentraciones bajas de estos gases, en promedios aritméticos, aunque son superiores los óxidos de nitrógeno. Ninguno de estos resultados sobrepasa la norma diaria de los  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ni la norma anual de los  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Decreto 02/1982). Según estos resultados comprueban que en el Valle de Aburrá no se tienen problemas graves de contaminación de aire por dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno. Llama la atención que en las estaciones Aguinaga, Itagüí, Politécnico y UPB el 100% de las concentraciones de dióxido de azufre son inferiores a  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mientras que en la U Nacional es del 88%, tal como lo muestra la figura 5.



**Figura 5.** Distribución de concentraciones SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> Enero – Julio de 2005

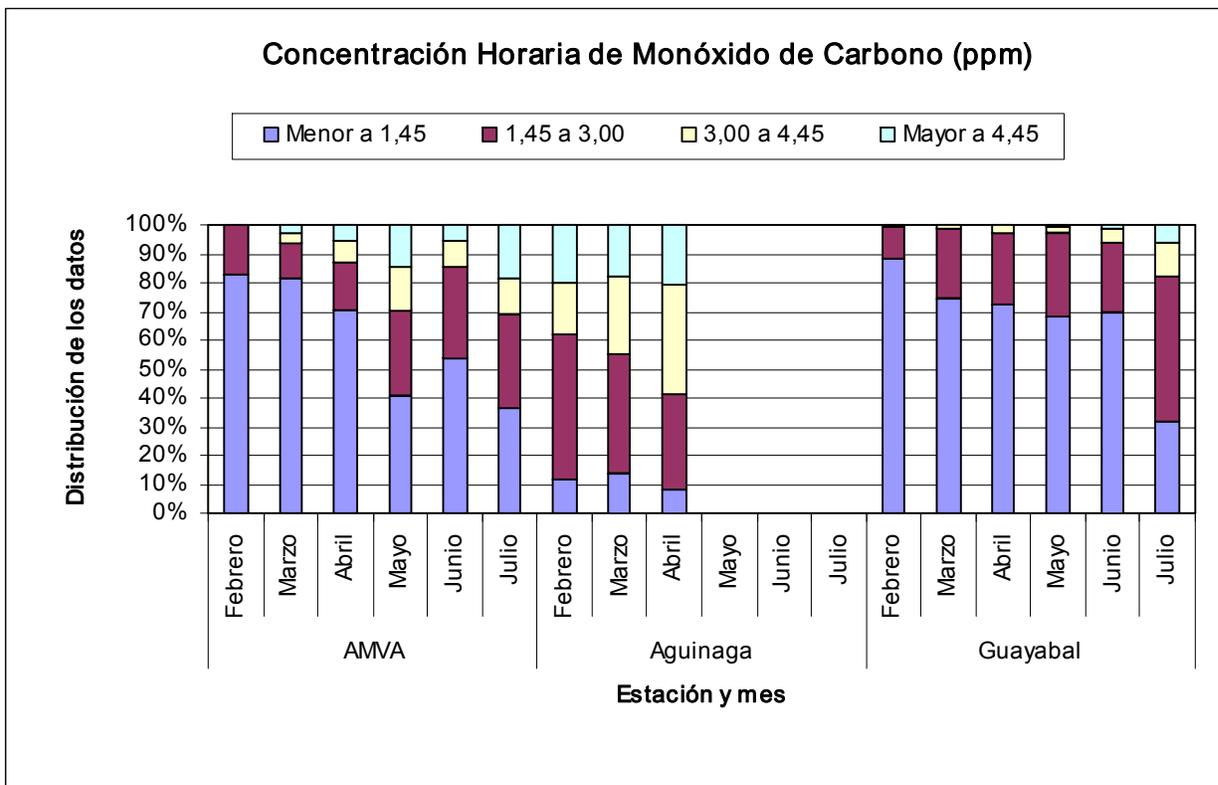
## RESULTADOS DE MONOXIDO DE CARBONO

Los resultados de monóxido de carbono de las tres estaciones son inferiores a la norma Colombiana octohoraria que se tiene definida para este contaminante, 13.1 ppm, (Decreto 02 de 1982). En la tabla 5 se presenta un resumen de los datos horarios de este contaminante. En las tres estaciones se han aumentado mes a mes las concentraciones horarias máximas, así como las concentraciones promedias. Es necesario aclarar que estos equipos iniciaron sus mediciones desde mediados de febrero, lo que explica la poca cantidad de datos. Además, el equipo medidor de la estación Miguel de Aguinaga está fuera de operación desde el 11 de abril por problemas técnicos del equipo e importación de repuestos por parte del representante nacional del equipo. A estos equipos se les realizó un mantenimiento y calibración multipunto entre el 24 y 29 de junio. A la fecha, están operando los tres equipos.

**Tabla 5.** Resumen de Concentraciones Horarias de Monóxido de Carbono (partes por millón) Enero – Julio de 2005

		Concentración máxima (ppm)	Concentración promedio (ppm)	Cantidad de datos
AMVA	Febrero	2,44	0,75	80
	Marzo	7,82	0,73	743
	Abril	11,11	1,14	716
	Mayo	14,48	2,46	741
	Junio	10,92	1,80	572
	Julio	18,0	2,95	272
Aguinaga	Febrero	6,33	2,96	69
	Marzo	7,63	3,03	730
	Abril	7,43	3,38	221
	Mayo			
	Junio			
	Julio			
Guayabal	Febrero	3,34	0,85	351
	Marzo	3,49	1,18	744
	Abril	4,72	1,18	720
	Mayo	5,43	1,20	744
	Junio	7,47	1,33	665
	Julio	7,42	2,12	272

La figura 6 muestra la distribución de las concentraciones promedias horarias de monóxido de carbono en las tres estaciones, para este período analizado. Se observa una tendencia generalizada al incremento en los niveles de CO con el tiempo. Es posible que las condiciones climáticas incidan en estos resultados.



**Figura 6.** Concentración horaria de monóxido de carbono Enero a mayo de 2005

En el anexo 1 se presenta en medio digital el informe mensual de concentraciones de enero a julio de 2005 y el reporte grafico de junio con valores acumulados de julio de 2004 a junio de 2005.

## RESULTADOS DE LLUVIA ACIDA

Los resultados de pH de las muestras semanales de las aguas lluvias recogidas en la estación Universidad Nacional (Facultad de Minas) han oscilado entre 5,74 y 3,76, lo que indica que en el sector se tienen problemas de lluvias ácidas. A las muestras se les ha realizado adicionalmente análisis de metales y otros compuestos, desafortunadamente no contamos con patrones de comparación para establecer algún grado de criticidad en estos resultados. En la estación de la Universidad Nacional se iniciaron la toma de muestras en el mes de abril y en la estación UPB a finales de mayo, pues esta Universidad estaba utilizando el equipo para unas prácticas.

## ANÁLISIS MULTIANUAL DE PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES

Las figuras 7 a la 11 muestra el comportamiento de las concentraciones promedio mensual de las PST en el primer semestre, desde el año 2001 hasta el 2005, con sus líneas de tendencia: Estas gráficas muestran un comportamiento en el primer semestre del 2005 muy similar al comportamiento encontrado en los años 2001, 2002, 2003 y 2004, en su primer semestre, donde se destacan unas concentraciones pico en el mes de marzo. Adicionalmente, este comportamiento es muy similar entre las estaciones ubicadas en los municipios que implementaron la medida del “pico y placa”, como el municipio de Medellín donde están ubicadas las estaciones de las cinco Universidades que pertenecen al Convenio de Redaire, comparadas con estaciones ubicadas en municipios que no han implementado la medida, tal es el caso de Barbosa y Girardota en el norte del Valle de Aburrá y Sabaneta, La estrella e Itagüí en el sur del Valle de Aburrá.

Esto permite concluir, aparentemente, que las medidas de “pico y placa” implementadas en el municipio de Medellín, desde el 01 de febrero de 2005, y otros municipios vecinos, no han reflejado disminución de las niveles de concentración de contaminantes. Contrariamente, la tabla 5 muestra que las concentraciones máximas horaria y promedio horaria de monóxido de carbono en las estaciones AMVA y Edificio Miguel de Aguinaga han aumentado paulatinamente desde febrero de 2005 hasta la fecha.

Respecto a las partículas respirables,  $PM_{10}$ ; desafortunadamente se tienen muy pocos datos promedios mensuales multianuales para realizar un análisis de estas (estos equipos fueron instalados en el segundo semestre del 2002 y 2003).

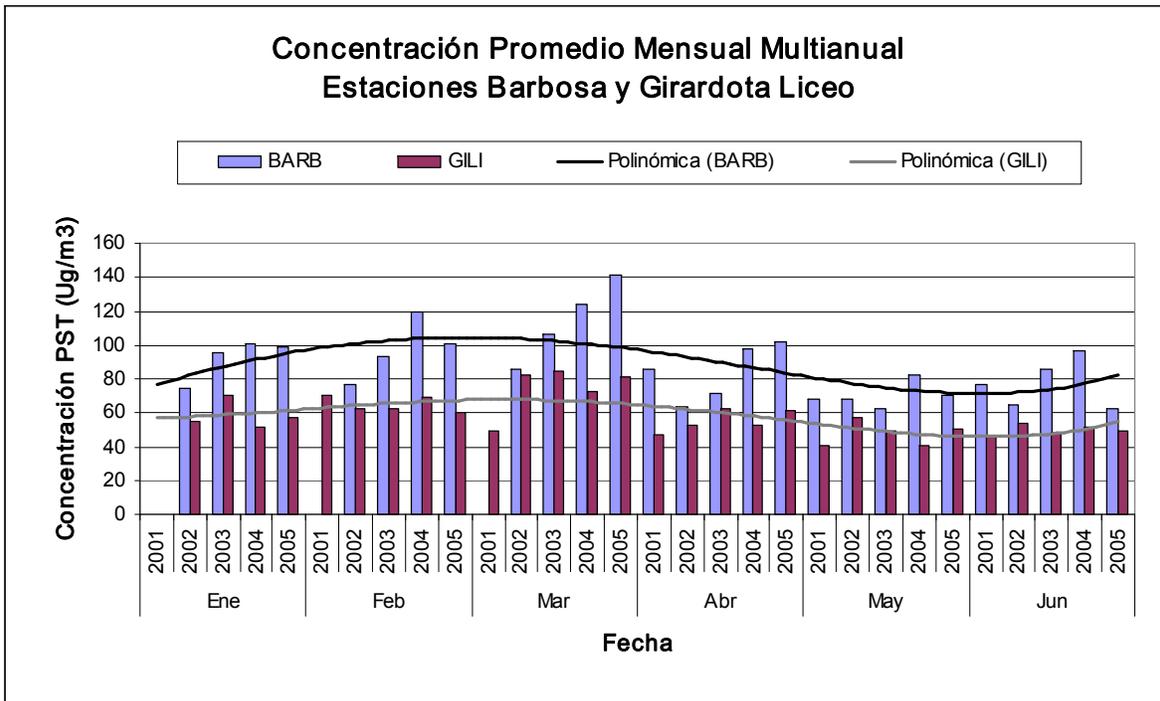


Figura 7. Concentración promedio mensual estaciones Barbosa y Girardota Liceo

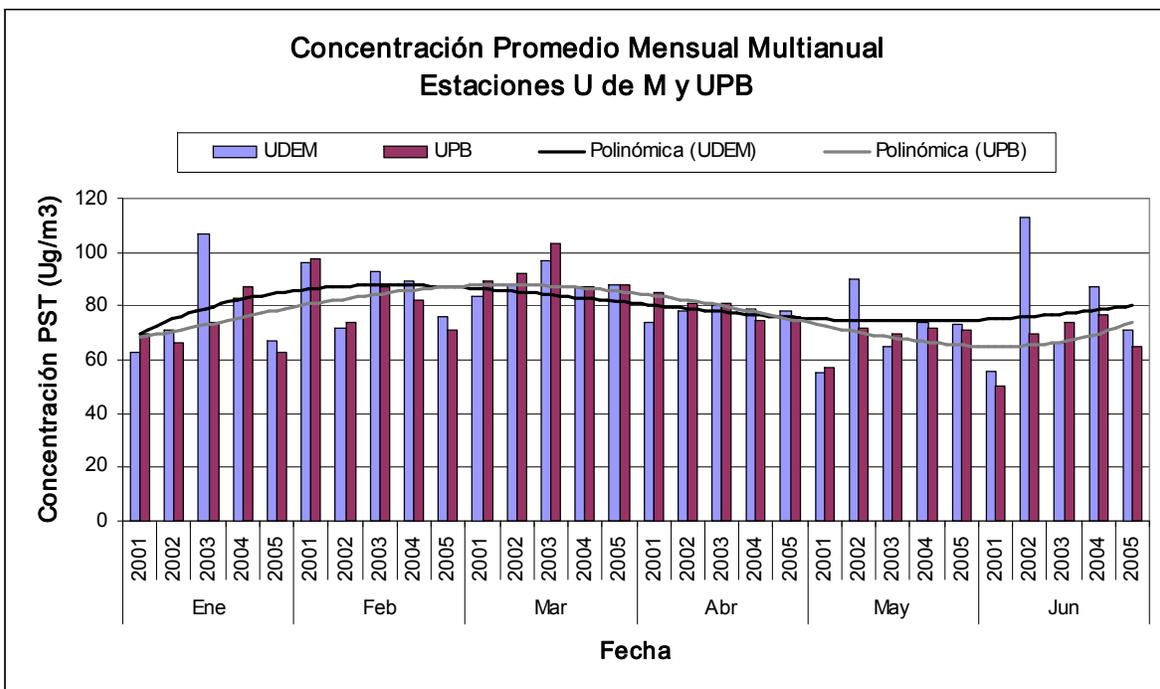
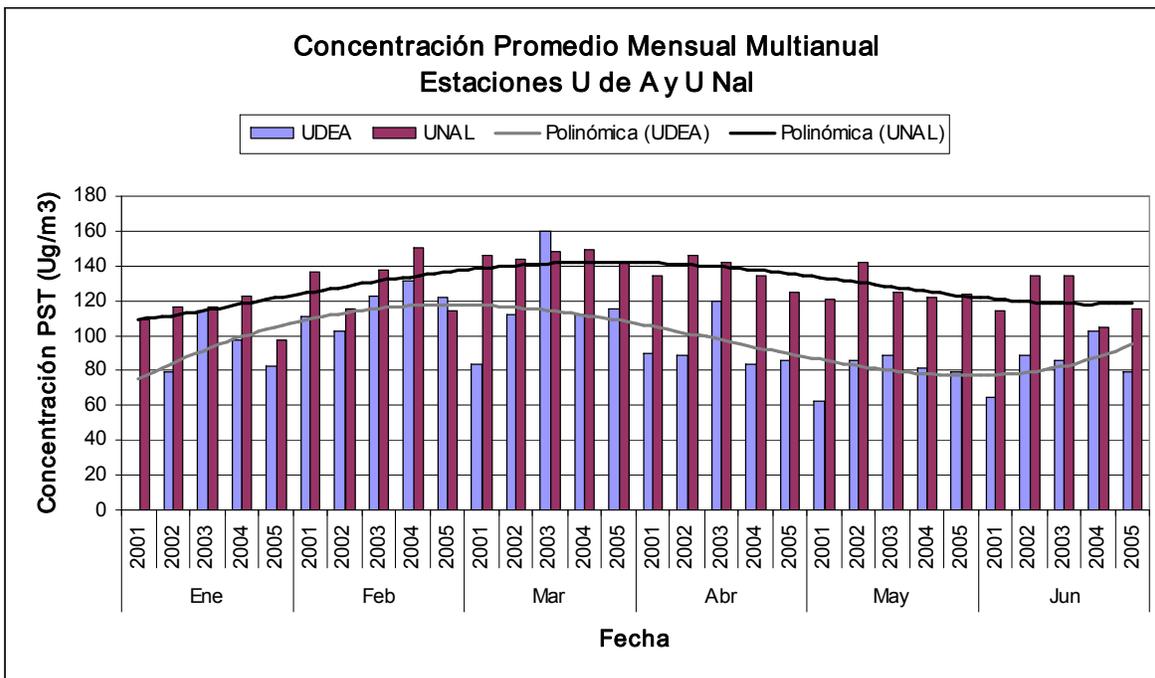
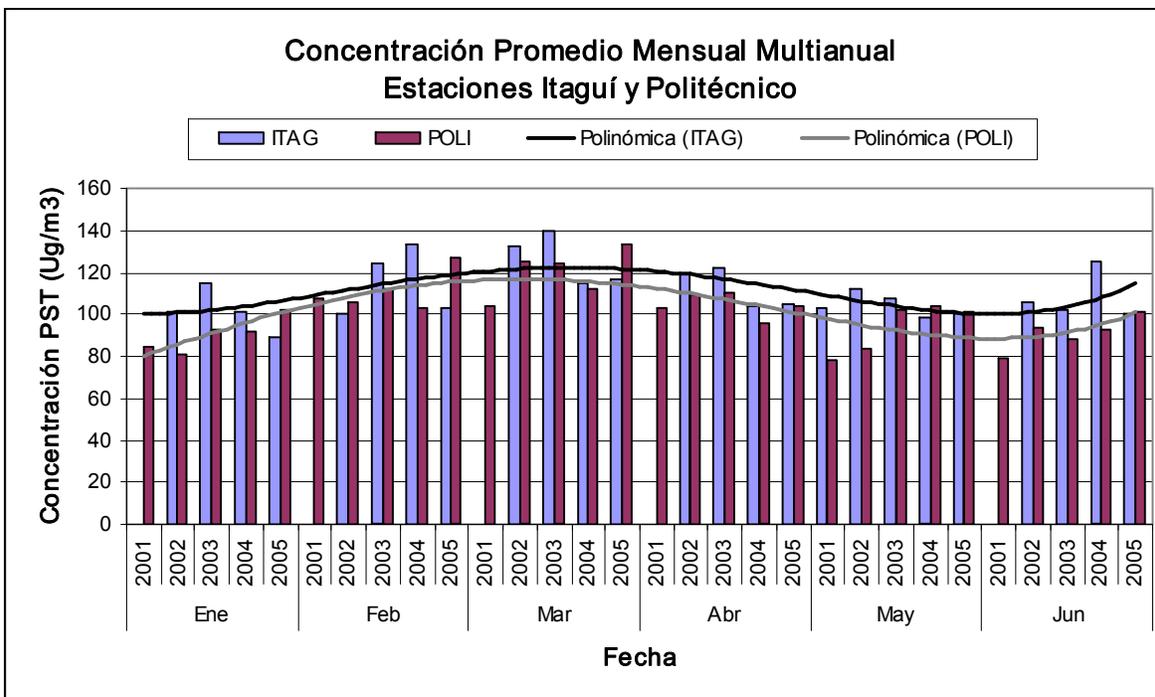


Figura 8. Concentración promedio mensual estaciones U de M y UPB



**Figura 9.** Concentración promedio mensual estaciones U de A y U NAL



**Figura 10.** Concentración promedio mensual estaciones Itagüí y Politécnico

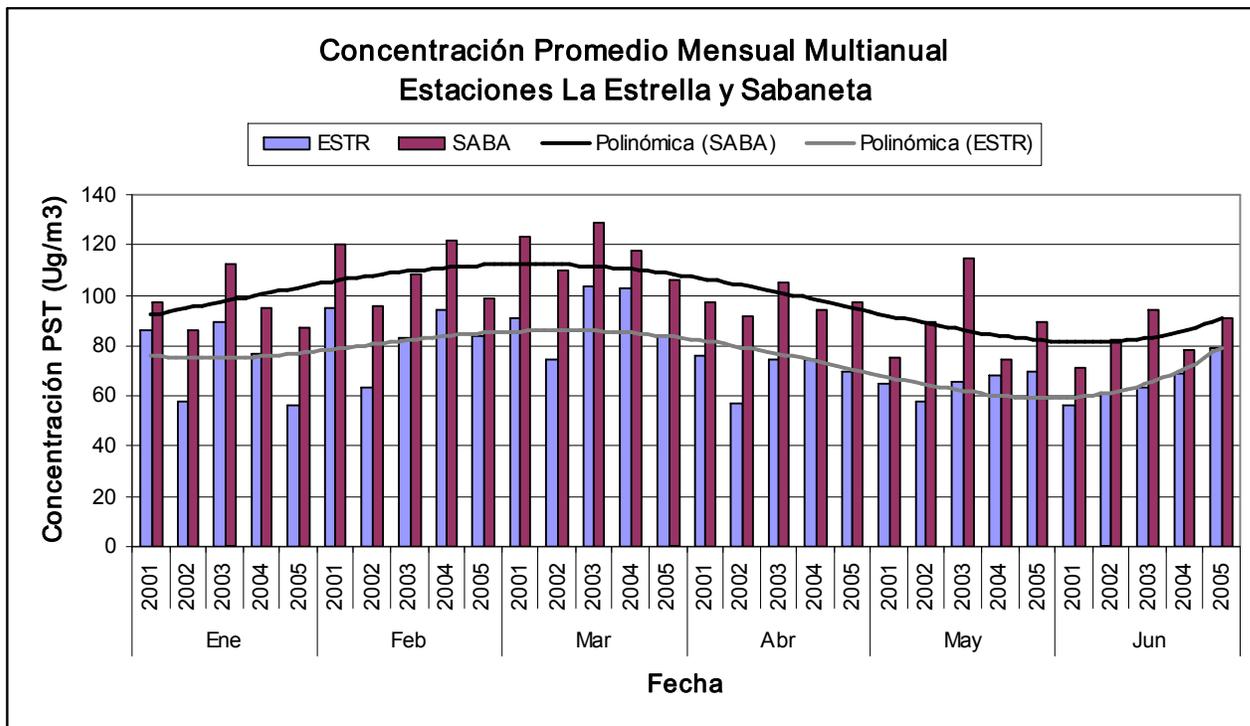


Figura 11. Concentración promedio mensual estaciones La estrella y Sabaneta

### 3. INFORME MENSUAL DE CONCENTRACIONES

#### INFORME MES DE JULIO DE 2005

Se reportan los datos de partículas suspendidas totales - PST y partículas menores de 10 micrones - PM10.

#### RED DE CALIDAD DEL AIRE DEL VALLE DE ABURRA

Concentración de material particulado PST en el 2005  
a condiciones de referencia [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]  
Resumen de promedios mensuales

FECHA	BARB	CALD	AGUI	COPA	ENVI	ESTR	GI-LI	GUAY	ITA	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB
Ene-05	99	79	100	66	63	56	57	88	89	102	87	83	67	97	63
Feb-05	101	123	106	98	77	84	60	105	103	127	99	122	76	114	71
Mar-05	141	126	123	105	77	84	81	114	117	133	106	115	88	142	88
Abr-05	102	80	106	64	60	70	61	103	105	104	97	86	78	125	76
May-05	70	62	93	53	57	70	50	92	100	101	89	79	73	124	71
Jun-05	62	64	95	57		79	49	107	100	101	91	79	71	115	65
Jul-05	80	47	81	55		56	45	77	91	78	85	60	57	99	46

#### ACUMULADO EN EL AÑO CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO PST

	BARB	CALD	AGUI	COPA	ENVI	ESTR	GI-LI	GUAY	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB
Promedio geométrico del año	91	82	102	70	66	72	58	100	102	108	94	90	75	119	71
Norma anual [Colombia]	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

### RED DE CALIDAD DEL AIRE DEL VALLE DE ABURRA

Se reportan los datos de partículas suspendidas totales - PST y partículas menores de 10 micrones - PM10.

### RED DE CALIDAD DEL AIRE DEL VALLE DE ABURRA

Concentración de material particulado PST en el 2005

a condiciones de referencia [Ug/m<sup>3</sup>]

Resumen de promedios mensuales

FECHA	BARB	CALD	AGUI	COPA	ENVI	ESTR	GILI	GUAY	ITA	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB
Ene-05	99	79	100	66	63	56	57	88	89	102	87	83	67	97	63
Feb-05	101	123	106	98	77	84	60	105	103	127	99	122	76	114	71
Mar-05	141	126	123	105	77	84	81	114	117	133	106	115	88	142	88
Abr-05	102	80	106	64	60	70	61	103	105	104	97	86	78	125	76
May-05	70	62	93	53	57	70	50	92	100	101	89	79	73	124	71
Jun-05	62	64	95	57		79	49	107	100	101	91	79	71	115	65
Jul-05	80	47	81	55		56	45	77	91	78	85	60	57	99	46

### ACUMULADO EN EL AÑO CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO PST

	BARB	CALD	AGUI	COPA	ENVI	ESTR	GILI	GUAY	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB
Promedio geométrico del año	91	82	102	70	66	72	58	100	102	108	94	90	75	119	71
Norma anual [Colombia]	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

## RED DE CALIDAD DEL AIRE DEL VALLE DE ABURRA

Concentración de material particulado  $PM_{10}$  en el 2005 a condiciones de referencia  
[ $\mu g/m^3$ ]  
Resumen de promedios mensuales

FECHA	AGUI	CORA	GUAY
Ene-05	54	47	54
Feb-05	58	59	64
Mar-05	76	89	80
Abr-05	67		66
May-05	58	55	61
Jun-05	57	56	66
Jul-05	49	49	50

## ACUMULADO EN EL AÑO CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO $PM_{10}$

	AGUI	CORA	GUAY
Promedio aritmético del año	61	56	65
Norma anual [EE UU]	50	50	50

Se reportan las concentraciones Dióxido de Azufre y Óxidos de Nitrógeno.

### RED DE CALIDAD DEL AIRE DEL VALLE DE ABURRÁ

Dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno en ambiente [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] en el 2005

A condiciones de referencia

Resumen de promedios mensuales

FECHA	AGUI		ITAGUI		POLI		UNAL		UPB	
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>								
Ene-05	5	34	8	42	7	46	7	38	6	61
Feb-05	12	28	10	37	7	48	11	27	7	26
Mar-05	21	27	23	30	22	35	23	53	21	38
Abr-05	1	32	6	47	2	58	2	39	3	41
May-05	N D	41	2	55	1	74	2	66	2	58

### ACUMULADO EN EL AÑO

	AGUI		ITAGUI		POLI		UNAL		UPB	
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>								
P Aritmético	10	33	10	44	8	56	9	47	8	44
Norma anual [Colombia]	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

(1) No incluye las muestras que son reportadas como N.D. (No Detectable) por el laboratorio de análisis de las muestras

#### 4. INFORME DE ACTIVIDADES ACORDE CON EL CRONOGRAMA PRESENTADO EN EL INFORME DEL MES DE ABRIL DE 2005

En relación al [cronograma](#) presentado se presentan las siguientes consideraciones:

- Adecuación y mejoras de estaciones (nuevas plataformas). Se efectuaron las gestiones necesarias para la compra y adecuación de las plataformas de las estaciones (todas). Ver anexo 2.
- Compra de insumos. Se hicieron las compras para los siguientes elementos: Motores masicos y volumétricos, tarjeta de condición señal de entrada para el analizador de Monóxido de Carbono de la estación Aguinaga, mezcla certificada y regulador para manejo de aire cero, sílica gel y frascos de vidrio, Filtros TSP, Filtros PM10 y Escobillas, entre otros.
- Contratación de la empresa Monitoreo Ambiental Ltda. para la Visita Técnica relacionada con los Equipos Automáticos, la compañía Divegraficas Ltda para la elaboración de la Cartilla y del señor William Alonso Giraldo Aristizabal para prestar el servicio de transporte.

Con respecto a la contratación de Monitoreo Ambiental Ltda. para la realización de la visita técnica, se presentaron las siguientes consideraciones:

Retraso en el comienzo de las actividades porque la persona contrata por Monitoreo Ambiental (Representante Nacional de los equipos) solo inició labores el día 24 de junio (viernes), con un retraso aproximado de más de un mes. En este día se trabajó muy poco ya que no tenía consigo los insumos (purafil, carbón activado), a pesar de haberse comprometido a traerlos. Finalmente, los enviaron y el contratista tuvo que ir al aeropuerto para recogerlos. Luego, se presentó el 28 de junio (martes) y no el lunes como se habían comprometido, por ende retrazó las labores. Trato de configurar los modems pero sin resultado ya que no tenían los controladores actualizados y se requería con una versión para Windows XP. El microcontrolador Motorola MC68HC11F1CFCN4 que trajeron no era el que se necesitaba porque la referencia debía terminar en 3 para que fuera a la misma frecuencia a la que trabaja el equipo. Tampoco trajo la tarjeta Input Board del equipo de CO que más tarde se recogió en la agencia de correos Servientrega.

El 29 de julio (miércoles) se cambio la tarjeta Input Board del equipo de CO; el purafil y el carbón activado del generador de aire cero, se revisó el Calibrador Multipunto hasta que quedo funcionando adecuadamente. Además, capacitó al personal operativo en la calibración con el Calibrador Multipunto probando en los tres equipos de CO y el de O<sub>3</sub>. También, recomendó calibrar cada 15 días el Analizador de O<sub>3</sub> y cambiar cada año el carbón activado y el purafil del generador de Aire Cero.

Como resultado de esta visita y analizados por el personal operativo se recomienda adquirir los siguientes repuestos listados a continuación con el fin de mantener un conjunto de repuestos mínimos que garanticen la operación continua de los equipos automáticos. Esta sugerencia debe tenerse en cuenta para contratos futuros de operación de la red ya que el representante nacional de los equipos requiere entre dos y tres meses para la importación de algunos de los repuestos.

Repuestos Equipos de CO	Cantidad
7361 IR Source	4
7336 Capillary	5
4510 Fuse – T, 3A, 250V (115V)	3
14009 Fuse – T, 1.25A, 250V (220V)	3
8606 Pump Rebuild Kit (KNF)	6
8907 Pump Rebuild Kit (ASF) 7368	6
7368 Solenoid	1
7414 Exit Mirrol	1
7413 Entrance Mirrol	1

Repuestos Equipo de O <sub>3</sub>	Cantidad
8540 Photometer Lamp	1
8573 Solenoid Valve	1
4127 Capillary - 15 mil	5
14679 Ozone Scrubber	1
8606 Pump Rebuild Kit	1
4509 Fuse (115V) T, 2A, 250V	2
14009 Fuse (220V) T, 1.25A, 250V	2
8645 Ozonator Lamp	1

- Elaboración de artículos para el Boletín de Redaire. La publicación de los Boletines No. 16 y 17 de Redaire se expone en medio digital en el anexo 3. se hace la observación que el boletín No. 17 se encuentra en proceso de edición e impresión por parte del centro de publicaciones de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. La distribución de los boletines se hará conjuntamente. Ya se ha hecho entrega de 20 boletines de la edición No. 16 al Área Metropolitana del Valle de Aburrá.
- Correspondientes a este contrato se realizaron los protocolos relacionados con el aseguramiento de la calidad para el muestreo de:
  - √ Partículas Suspendidas Totales (PST) utilizando el equipo muestreador de alto volumen Hi-Vol,

- ✓ Partículas Respirables (PM10) utilizando el equipo muestreador de alto volumen PM10 de flujo constante,
- ✓ Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) y Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) utilizando el equipo de tres gases,
- ✓ Procedimiento para la descarga de datos en analizadores de CO (48C).

Elaboración de formatos:

- ✓ Pesaje de filtros de: PM10 y PST,
- ✓ Pesaje de filtros testigos: PM10 y PST,
- ✓ Seguimiento del equipo de lluvia ácida,
- ✓ Verificación de flujo del equipo PM10,
- ✓ Verificación de flujo de Hi-Vol,
- ✓ Campo de 3Gases,
- ✓ Campo Hi-Vol,
- ✓ Campo PM10,
- ✓ Calibración de Analizador de CO (TEI)
- ✓ Calibración de Analizador de Ozono (TEI)

Es importante anotar que de acuerdo a estos documentos y formatos (ver anexo 4) se venido trabajando para el aseguramiento de la calidad de la Red de Vigilancia de la Calidad del Aire del Valle de Aburrá.

- Contratación de Calibración de Balanza. Se realizó la calibración de la balanza con la empresa Vansolix, esta factura esta pendiente de pago pues falta la entrega del documento de calibración.
- Todo lo demás se encuentra en proceso de compras y contratación para continuar con la el presupuesto del Plan Operativo.
- La Universidad esta cubriendo el impuesto del 4 x1000 con el rubro de administración.
- A pesar de que no se ha firmado un nuevo contrato a partir del 12 de julio, la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín va continuar durante 15 días con la toma de datos de material particulado y estaciones automáticas con el fin de no presentar discontinuidad en la información. Esperamos que en este tiempo se legalice el nuevo contrato.

**5. COPIA DE LOS DOCUMENTOS DE PAGO DE SEGURIDAD SOCIAL DE TODO EL RECURSO HUMANO UTILIZADO POR LA UNIVERSIDAD NACIONAL PARA LA EJECUCIÓN DE ESTE CONTRATO**

En el anexo 5 se encuentra copia de los pagos correspondientes al mes de junio de la seguridad social del recurso humano contratado por la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín para la ejecución de este contrato.

En los informes mensuales de enero a mayo se encuentran los respaldos de estos documentos para los meses anteriores.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados del promedio geométrico de PST durante el primer semestre del 2005 indican que en las estaciones Miguel de Aguinaga, Guayabal 1, Itagüí, Politécnico y Universidad Nacional (Facultad de Minas) se supera la norma ambiental de  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  establecido en la legislación Colombiana (Decreto 02/1982), pero con concentraciones muy cercanas a dicha norma ambiental. Las estaciones con promedios inferiores a la norma anual son Envigado, Girardota Liceo y Universidad Pontificia Bolivariana. En ninguna estación se ha superado la norma diaria de los  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Decreto 02/1982).

Los procesos de construcción han reflejado aumentos de las concentraciones de partículas en las estaciones Copacabana y Caldas. Se recomienda hacer un mayor control ambiental a estos tipos de obras, en especial se debe localizar monitores cerca de las obras para hacer seguimiento a su impacto ambiental en la calidad del aire.

De acuerdo con el Índice de Calidad ambiental, ICA, definido para el Valle de Aburrá, todas las estaciones se encuentran en una categoría atmosférica entre Buena y Aceptable en el 100 % de los datos. Según esta categorización atmosférica, se puede concluir que el Valle de Aburrá no tiene problemas serios de contaminación de aire por PST.

Los resultados de material particulado respirable ( $\text{PM}_{10}$ ) siguen presentando la misma tendencia de los meses anteriores, donde se supera la norma establecida en Estados Unidos,  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , en las estaciones Corantioquia (que suspendió monitoreos entre el 02 de marzo y el 30 de abril por trabajos de construcción en la terraza donde está ubicado el equipo), Guayabal y Miguel de Aguinaga. Es necesario que la ciudad intensifique la monitoría de este tipo de contaminantes y en especial que se desarrollen normas para su control.

Los resultados de dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) y óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) siguen mostrando unas concentraciones muy bajas de estos gases, en promedios aritméticos, aunque son superiores los óxidos de nitrógeno. Ninguno de estos resultados sobrepasa la norma diaria de los  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ni la norma anual de los  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Decreto 02/1982). Según estos resultados, podemos concluir que en el Valle de Aburrá no tenemos problemas graves de contaminación de aire por dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno. Pero se debe tener en cuenta que los óxidos de nitrógeno son precursores de Ozono y que se han detectado eventos de incumplimiento de estándares de calidad del aire con el Ozono.

Los resultados de monóxido de carbono en las tres estaciones no presentan niveles que superen la norma ambiental, aunque en el sector del Edificio Nuevo Centro La Alpujarra y el Edificio Miguel de Aguinaga se presentan algunas concentraciones entre 10 y 14 ppm en horas del medio día. Hace falta tener series de datos mas largas para definir si se trata de efectos climáticos o de cambios en los flujos vehiculares los que generan las variaciones de los resultados con el tiempo.

La implementación de la medida del pico y placa en Medellín y otros municipios del Valle de Aburrá, desde febrero de este año, no ha reflejado hasta ahora disminución en los niveles de contaminación de aire en las estaciones de Redaire.

Todas las mediciones de pH de las aguas lluvias recolectadas en el medidor de la Facultad de Minas, son inferiores a 5.6, lo que indica que en este sector tenemos presencia de lluvia ligeramente ácida, quizá debido al lavado de CO y CO<sub>2</sub> que se hace con la lluvia.

El comportamiento de las concentraciones promedio mensual de las PST en el primer semestre del 2005 muy similar al comportamiento encontrado en los años 2001, 2002, 2003 y 2004, en su primer semestre, donde se destacan unas concentraciones pico en el mes de marzo. Adicionalmente, este comportamiento es muy similar entre las estaciones ubicadas en los municipios que implementaron la medida del “pico y placa”, como el municipio de Medellín donde están ubicadas las estaciones de las cinco Universidades que pertenecen al Convenio de Redaire, comparadas con estaciones ubicadas en municipios que no han implementado la medida, tal es el caso de Barbosa y Girardota en el norte del Valle de Aburrá y Sabaneta, La estrella e Itagüí en el sur del Valle de Aburrá.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bedoya, J.; Giraldo, W.; Sepúlveda C.M., y Urrego, L.M. 2003a. **Operación de la Red y Resultados. Boletín REDAIRE.** No. 11. Medellín. Julio de 2003, pp 8-14.

Bedoya, J.; Giraldo, W. y Sepúlveda C.M. 2003b. **Operación de la Red y Resultados Cuatrimestre I 2003. Boletín REDAIRE.** No. 12. Medellín. Agosto de 2003, pp 5-12.

Bedoya, J.; Giraldo, W. y Sepúlveda C.M. 2003c. **Operación de la Red y Resultados Cuatrimestre II 2003. Boletín REDAIRE.** No. 13. Medellín. Noviembre de 2003, pp 5-16.

Bedoya, J.; Giraldo, W. y Sepúlveda C.M. 2004a. **Calidad del Aire en el Valle de Aburrá en el 2003. Boletín REDAIRE.** No. 14. Medellín. Febrero de 2004, pp 9-22.

Bedoya, J.; Giraldo, W. y Sepúlveda C.M. 2004b. **Calidad del Aire en el Valle de Aburrá en el Cuatrimestre I del 2004. Boletín REDAIRE.** No. 15. Medellín. Mayo de 2004, pp 9-21.

Bedoya, J.; y Sepúlveda C.M. 2005a. **Calidad del Aire en el Valle de Aburrá en el 2004. Boletín REDAIRE.** No. 16. Medellín. Mayo de 2005, pp 5-16.

Colombia, Ministerio de Salud. **Decreto 02. Normas sobre calidad del aire.** Bogotá. D.C. 1982.

EPA, United States Environmental Protection Agency. 1990. **Code of Federal Regulations, CFR. Book 40. Protection of Environment.** Parts 50. Appendix A. Washington. [www.epa.gov](http://www.epa.gov).

## ANEXOS

**ANEXO 1. INFORME MENSUAL DE CONCENTRACIONES DE LOS MESES ENERO A JULIO DE 2005, REPORTE GRAFICO DEL MES DE JUNIO EN MEDIO DIGITAL Y ESCRITO, COPIA DE LA BITÁCORA DE LAS ESTACIONES  
(CD:\Informe Final de Actividades\Informe\Anexo 1)**

## ANEXO 2. REFORMAS EN LAS ESTACIONES

**Foto 8.** Estación de Barbosa, antes de la reforma



**Foto 9.** Estación de Barbosa, después de la reforma y nueva ubicación



**Foto 10.** Estación Sabaneta, antes de la adecuación.



**Foto 11.** Estación Sabaneta, después de la adecuación



**Foto 12.** Estación de Copacabana, antes de la reforma



**Foto 13.** Estación de Copacabana, después de la reforma y nueva ubicación



**Foto 14.** Estación Copacabana, adecuación de acceso a la terraza donde se encuentra el equipo de Hi-Vol.



**Foto 15.** Estación Barbosa, adecuación de acceso a la terraza donde se encuentra el equipo de Hi-Vol.



**Foto 16.** Estación de Universidad Pontificia Bolivariana, antes de la reforma



**Foto 17.** Estación, Universidad Pontificia Bolivariana, después de la adecuación



**Foto 18.** Estación de Universidad de Antioquia, antes de la reforma



**Foto 19.** Estación, Universidad de Antioquia, después de la adecuación



**ANEXO 3. BOLETÍN DE REDAIRE EDICIONES 16 Y 17 EN MEDIO DIGITAL**

**ANEXO 4. COPIA DE LOS PAGOS DE SEGURIDAD SOCIAL DEL RECURSO HUMANO**

## ANEXO 5. PROTOCOLOS Y FORMATOS PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD