

EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN EN LAS ZONAS DEL VALLE DE ABURRÁ

PROYECTO MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL VALLE DE ABURRÁ

CONVENIO ESPECIAL DE COOPERACIÓN No. 289 DE 2006

INFORME FINAL

**Subdirección Ambiental, Área Metropolitana del Valle de Aburrá
Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín**



**Diciembre
2007**

Convenio Especial de Cooperación
No. 289 de 2006



POLITÉCNICO COLOMBIANO
JAIME ISAZA CADAVID

Diciembre 31 de 2007

CRÉDITOS

Convenio Especial de Cooperación No. 289 de 2006

UN PROYECTO DE:
ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ

Ricardo Smith Quintero. I.C. MSc. Ph.D.
Director

Maria del Pilar Restrepo Mesa. MSc.
Subdirectora Ambiental

INTERVENTORÍA

Andrea Viviana Marín Calderon, Esp.
Área Metropolitana del Valle de Aburrá

EJECUTADO POR:

Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín
Facultad de Minas
Escuela de Geociencias y Medio Ambiente

EQUIPO DE TRABAJO

Carmen Elena Zapata Sánchez., Msc., Directora
Julian Bedoya Velásquez, PhD, Asesor
Ricardo Quijano Hurtado, Msc., Asesor
Carlos Mario Sepúlveda López, Ingeniero Operativo
Gustavo Adolfo Paniagua Agudelo, Ingeniero Operativo
Hugo Alberto Santana Mazo, Ingeniero en Instrumentación y Control
Edison Quintero Mondragón, Estudiante en Práctica
Henry Thaisaku Tatsuo Takahashi G. Estudiante de Último Nivel
Dora Cristina Barrientos Villegas, Auxiliar Administrativa

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	22
1. MARCO TEÓRICO	23
1.1 EFECTOS EN LA SALUD DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS.	23
1.2 EL ÍNDICE DE CALIDAD ATMOSFÉRICA (AQI)	27
2. MARCO LEGAL	30
3. SITIOS DE MONITOREO Y EQUIPOS	32
4. RESULTADOS DEL MONITOREO POR CONTAMINANTE	34
4.1 RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO	34
4.1.1 Material particulado en suspensión.	34
4.1.2 Material Particulado Respirable (PM10).	46
4.2 RESULTADOS DE MONÓXIDO DE CARBONO	72
4.3 RESULTADOS DE OZONO	78
4.4 RESULTADOS DE DIÓXIDO DE AZUFRE Y DIÓXIDO DE NITRÓGENO	81
4.5 RESULTADOS DE LLUVIA ÁCIDA	83
4.6 METEOROLOGÍA	90
4.6.1 Velocidad del viento.	90
4.6.2 Dirección del Viento.	92
4.6.3 Temperatura.	95
4.6.4 Humedad Relativa.	96
4.6.5 Presión Barométrica.	97
4.6.6 Radiación Solar.	98
4.6.7 Precipitación.	98
5. ÍNDICE DE CALIDAD ATMOSFÉRICA (AQI) DE LAS ESTACIONES DE LA RED DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL VALLE DE ABURRÁ	101
5.1 ANÁLISIS POR ESTACIÓN DEL AQI DEL PERIODO DICIEMBRE 2006 A DICIEMBRE 2007	102
5.1.1 Estación Barbosa (BAR).	103
5.1.2 Estación Girardota (GILI).	103
5.1.3 Estación Girardota (GICC).	103
5.1.4 Estación Copacabana (COPA).	103
5.1.5 Estación Bello (BEL1).	104
5.1.6 Estación Bello (BEL2).	104
5.1.7 Estación Universidad de Antioquia (UDEA).	104
5.1.8 Estación Aguinaga (AGUI).	104
5.1.9 Estación San Antonio (SANA).	105
5.1.10 Estación Universidad Nacional (UNAL).	105
5.1.11 Estación Corantioquia (CORA).	106
5.1.12 Estación Universidad de Medellín (UDEM).	106
5.1.13 Estación Universidad Pontificia Bolivariana (UPB).	106

5.1.14 Estación Politécnico (POLI).	107
5.1.15 Estación Guayabal (GUA).	107
5.1.16 Estación Itagüí (ITAG).	108
5.1.17 Estación La Estrella (ESTR).	108
5.1.18 Estación Sabaneta (SABA).	109
5.1.19 Estación Caldas (CALD).	109
5.2 ANÁLISIS POR ESTACIÓN DEL AQI DEL PERIODO DE NOVIEMBRE DE 2007	109
5.2.1 Estación Barbosa (BAR).	109
5.2.2 Estación Girardota (GILI).	112
5.2.3 Estación Girardota (GICC).	112
5.2.4 Estación Copacabana (COPA).	112
5.2.5 Estación Bello (BEL1).	112
5.2.6 Estación Bello (BEL2).	112
5.2.7 Estación Universidad de Antioquia (UDEA).	113
5.2.8 Estación Aguinaga (AGUI).	113
5.2.9 Estación San Antonio (SANA).	113
5.2.10 Estación Universidad Nacional (UNAL).	113
5.2.11 Estación Corantioquia (CORA).	114
5.2.12 Estación Universidad de Medellín (UDEM).	114
5.2.13 Estación Universidad Pontificia Bolivariana (UPB).	114
5.2.14 Estación Politécnico (POLI).	114
5.2.15 Estación Guayabal (GUA).	115
5.2.16 Estación Itagüí (ITAG).	115
5.2.17 Estación Estrella (ESTR).	115
5.2.18 Estación Sabaneta (SABA).	116
5.2.19 Estación Caldas (CALD).	116
5.3 ANÁLISIS POR ESTACIÓN DEL AQI DEL PERIODO DICIEMBRE 2007	116
5.3.1 Estación Barbosa (BARB).	116
5.3.2 Estación Girardota (GILI).	119
5.3.3 Estación Girardota (GICC).	119
5.3.4 Estación Copacabana (COPA).	119
5.3.5 Estación Bello (BEL1).	119
5.3.6 Estación Bello (BEL2).	119
5.3.7 Estación Universidad de Antioquia (UDEA).	120
5.3.8 Estación Aguinaga (AGUI).	120
5.3.9 Estación San Antonio (SANA).	120
5.3.10 Estación Universidad Nacional (UNAL).	120
5.3.11 Estación Corantioquia (CORA).	121
5.3.12 Estación Universidad de Medellín (UDEM).	121
5.3.13 Estación Universidad Pontificia Bolivariana (UPB).	121
5.3.14 Estación Politécnico (POLI).	121
5.3.15 Estación Guayabal (GUA).	121
5.3.16 Estación Itagüí (ITAG).	122
5.3.17 Estación Estrella (ESTR).	122
5.3.18 Estación Sabaneta (SABA).	122

5.3.19 Estación Caldas (CALD).	123
6. ESTACIONES MÓVILES AUTOMÁTICAS PARA EL MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ	124
6.1 ESTACIÓN ÁREA METROPOLITANA	124
6.1.1 Análisis de datos de la Estación Automática Móvil de Área Metropolitana.	127
6.1.2 Variables meteorológicas en la Estación Automática Móvil.	165
6.2 ESTACIÓN UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA	180
6.2.1 Análisis de datos de la Estación Automática Móvil de la Universidad Pontificia Bolivariana.	180
6.2.2 Variables meteorológicas en la Estación Automática Móvil.	228
6.3 RESULTADOS GRÁFICOS CONSOLIDADOS DE LA ESTACIONES MÓVILES	243
6.3.1 Monóxido de Carbono.	243
6.3.2 Ozono.	244
6.3.3 Material Particulado menor a 10 micras (PM10).	244
6.3.4 Dióxido de azufre (SO ₂).	245
6.3.5 Dióxido de nitrógeno (NO ₂).	245
7 ANÁLISIS MULTIANUAL DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN EL VALLE DE ABURRÁ	247
7.1 MATERIAL PARTICULADO EN SUSPENSIÓN (PST)	247
7.2 MATERIAL PARTICULADO RESPIRABLE (PM10)	258
7.3 RESULTADOS DE DIÓXIDO DE AZUFRE Y ÓXIDOS DE NITRÓGENO	261
7.4 RESULTADOS DE MONÓXIDO DE CARBONO	265
7.5 RESULTADOS DE OZONO	265
8 PLAN DE MEDIOS	267
8.1 VALLAS	267
8.2 SEPARADOR	268
8.3 PLEGABLE	268
CONCLUSIONES	270
RECOMENDACIONES	275
BIBLIOGRAFÍA	277
ABREVIATURAS	279
ANEXO A. PROTOCOLO DE MUESTREO DE LLUVIA ÁCIDA	281
ANEXO B. INFORME DE CONCENTRACIONES	290
ANEXO C. DATOS DE METEOROLOGÍA	291
ANEXO D. TABLAS ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE (AQI)	292
ANEXO E. DATOS ESTACIONES AUTOMÁTICAS MÓVILES	318
ANEXO F. VIDEO INSTITUCIONAL	319

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Índice de Calidad del Aire (AQI) aplicado en el AMVA	28
Tabla 2. Categoría de Calidad para el AQI y sus Efectos en la Salud	29
Tabla 3. Niveles máximos permisibles para contaminantes criterio	30
Tabla 4. Normas de Calidad del Aire de la OMS	31
Tabla 5. Estaciones y equipos monitoreados a diciembre 31 de 2007	32
Tabla 6. Concentración de PST entre diciembre 15 de 2006 y diciembre 31 de 2007, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en condiciones de referencia	34
Tabla 7. Concentración de PM10 entre diciembre 15 de 2006 y diciembre 31 de 2007, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en condiciones de referencia	46
Tabla 8. Concentración horaria PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de de agosto a diciembre de 2007.	46
Tabla 9. Concentración diaria PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de agosto a diciembre de 2007.	47
Tabla 10. Relaciones PM10/PST entre diciembre 15 de 2006 y diciembre 31 de 2007	71
Tabla 11. Concentración de monóxido de carbono en las estaciones Aguinaga, Guayabal y Unal del 15 de diciembre de 2006 al 19 de diciembre de 2007	72
Tabla 12. Concentración de O_3 del 15 de diciembre de 2006 al 31 de diciembre de 2007 en la Estación Guayabal	79
Tabla 13. Concentración de dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en condiciones de referencia	81
Tabla 14. Resumen de valores estadísticos para las variables meteorológicos en la estación Guayabal	100
Tabla 15. Índice de Calidad Atmosférica diciembre de 2006 – diciembre de 2007 (días)	101
Tabla 16. Índice de Calidad Atmosférica diciembre de 2006 – diciembre de 2007 (%)	101
Tabla 17. Índices de contaminación atmosférica totales (AQI), calidad atmosférica asociada y contaminante que la condiciona (AQI/Calidad/Contaminante) noviembre de 2007.	110
Tabla 18. Índices de contaminación atmosférica totales (AQI), calidad atmosférica asociada y contaminante que la condiciona (AQI/Calidad/Contaminante) diciembre de 2007.	117
Tabla 19. Lugares donde estuvo ubicada la estación móvil automática de AMVA	127
Tabla 20. Concentración de CO en la estación móvil	128
Tabla 21. Concentración de O_3 de dic-06 a nov-07 en la Estación Móvil	136
Tabla 22. Concentración de PM10 de dic-06 a nov-07 en la estación móvil	145
Tabla 23. Concentración de SO_2 de jul a nov-07 en la estación automática móvil	153
Tabla 24. Concentración de NO_2 en la estación móvil	158
Tabla 25. Concentración de THC de dic-06 a nov-07 en la Estación Móvil	165

Tabla 26.	Lugares donde estuvo ubicada la estación móvil automática de UPB	180
Tabla 27.	Concentración de monóxido de carbono para 1 y 8 horas en Girardota	182
Tabla 28.	Concentración de Monóxido de Carbono para 1 y 8 horas en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín	183
Tabla 29.	Concentración de Monóxido de Carbono para 1 y 8 horas en el barrio Robledo	185
Tabla 30.	Concentración de Monóxido de Carbono para 1 y 8 horas en el barrio Santa Monica	186
Tabla 31.	Concentración de Monóxido de Carbono para 1 y 8 horas en la Casa de la Cultura “La Barquereña”	188
Tabla 32.	Concentración del Ozono horario y octohorario en Girardota	191
Tabla 33.	Concentración del Ozono horario y octohorario en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín.	192
Tabla 34.	Concentración del Ozono horario y octohorario en el barrio Robledo	194
Tabla 35.	Concentración del Ozono horario y octohorario en el barrio Santa Monica	195
Tabla 36.	Concentración del Ozono horario y octohorario en la Casa de la Cultura “La Barquereña”	197
Tabla 37.	Concentración Diaria de PM10	199
Tabla 38.	Concentración diaria de PM10 en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín	200
Tabla 39.	Concentración diaria de PM10 en el barrio Robledo	201
Tabla 40.	Concentración diaria de PM10 en el barrio Santa Mónica	202
Tabla 41.	Concentración diaria de PM10 en la Casa de la Cultura “La Barquereña”	203
Tabla 42.	Concentración trihoraria y diaria de Dióxido de Azufre en Girardota	207
Tabla 43.	Concentraciones de NO, NO ₂ y NO _x para 1 y 24 horas.	208
Tabla 44.	Concentraciones de NO, NO ₂ y NO _x para 1 y 24 horas en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín	211
Tabla 45.	Concentraciones de NO, NO ₂ y NO _x para 1 y 24 horas en Robledo	213
Tabla 46.	Concentraciones de NO, NO ₂ y NO _x para 1 y 24 horas.	216
Tabla 47.	Concentraciones de NO, NO ₂ y NO _x para 1 y 24 horas en la Casa de la Cultura “La Barquereña”	218
Tabla 48.	Índice de calidad del aire en la Aguacatala	220
Tabla 49.	Ocurrencias de cada contaminante en el sitio de Girardota	221
Tabla 50.	Clasificación de la calidad del aire en el sitio de Girardota	222
Tabla 51.	Ocurrencias de cada Contaminante en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín	223
Tabla 52.	Clasificación de la calidad del aire en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín	223
Tabla 53.	Ocurrencias de cada contaminante en Robledo	224
Tabla 54.	Clasificación de la calidad del aire en Robledo	225
Tabla 55.	Ocurrencias de cada contaminante en Santa Mónica	226
Tabla 56.	Clasificación de la calidad del aire según la EPA.	226

Tabla 57.	Ocurrencias de cada contaminante en la Casa de la Cultura “La Barquereña”	227
Tabla 58.	Clasificación de la calidad del aire en la Casa de la Cultura “La Barquereña”	227

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Concentración de PST diciembre 2006 diciembre 2007 estación Barbosa	35
Gráfica 2. Concentración de PST diciembre 2006 diciembre 2007 estación Girardota Liceo	35
Gráfica 3. Concentración de PST diciembre 2006 diciembre 2007 estación Copacabana	36
Gráfica 4. Concentración de PST diciembre 2006 diciembre 2007 estación Bello	37
Gráfica 5. Concentración de PST diciembre 2006 diciembre 2007 estación UdeA	37
Gráfica 6. Concentración de PST diciembre 2006 diciembre 2007 estación Miguel de Aguinaga	38
Gráfica 7. Concentración de PST diciembre 2006 diciembre 2007 Estación UNacional	39
Gráfica 8. Concentración de PST diciembre 2006 diciembre 2007 estación U de Medellín	40
Gráfica 9. Concentración de PST diciembre 2006 diciembre 2007 estación UPB	40
Gráfica 10. Concentración de PST diciembre 2006 diciembre 2007 estación Politécnico	41
Gráfica 11. Concentración de PST diciembre 2006 diciembre 2007 estación Guayabal	42
Gráfica 12. Concentración de PST diciembre 2006 diciembre 2007 estación Itagüí	43
Gráfica 13. Concentración de PST diciembre 2006 diciembre 2007 estación La Estrella	43
Gráfica 14. Concentración de PST diciembre 2006 diciembre 2007 estación Sabaneta	44
Gráfica 15. Concentración de PST diciembre 2006 diciembre 2007 estación Caldas	45
Gráfica 16. Tendencias de distribución de PST diciembre 2006 diciembre 2007	45
Gráfica 17. Concentración horaria de PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre, estación Girardota.	48
Gráfica 18. Concentración diaria de PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre, estación Girardota.	49
Gráfica 19. Concentración promedio mensual de PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre de 2007 estación Girardota.	49

Gráfica 20.	Concentración horaria de PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), agosto a diciembre 2007, estación Bello.	51
Gráfica 21.	Concentración diaria de PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007, estación Bello.	51
Gráfica 22.	Concentración promedio mensual de PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), agosto a diciembre 2007, estación Bello.	52
Gráfica 23.	Concentración diaria de PM10 diciembre 2006 diciembre 2007 Estación Miguel de Aguinaga	53
Gráfica 24.	Concentración horaria de PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007, estación San Antonio.	54
Gráfica 25.	Concentración diaria de PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007, estación San Antonio.	54
Gráfica 26.	Concentración promedio mensual de PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007 estación San Antonio.	55
Gráfica 27.	Concentración horaria PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007, estación Universidad Nacional.	56
Gráfica 28.	Concentración diaria PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007, estación Universidad Nacional.	56
Gráfica 29.	Concentración promedio mensual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007 estación Universidad Nacional.	57
Gráfica 30.	Concentración de PM10 diciembre 2006 diciembre 2007 Estación Corantioquia	58
Gráfica 31.	Concentración horaria PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre, estación Politécnico.	59
Gráfica 32.	Concentración diaria PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007, estación Politécnico.	59
Gráfica 33.	Concentración promedio mensual PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre de 2007 estación Politécnico.	60
Gráfica 34.	Concentración de PM10 diciembre 2006 diciembre 2007 Estación Guayabal	60
Gráfica 35.	Concentración horaria PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007, la estación Guayabal.	61
Gráfica 36.	Concentración diaria PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007, estación Guayabal.	62
Gráfica 37.	Concentración promedio mensual PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007 estación Guayabal.	62
Gráfica 38.	Concentración horaria PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007, estación Itagüí.	63
Gráfica 39.	Concentración diaria PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007 estación Itagüí.	63
Gráfica 40.	Concentración promedio mensual PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007 estación Itagüí.	64
Gráfica 41.	Concentración horaria PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007, estación Caldas.	65

Gráfica 42.	Concentración diaria de PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007 la estación Caldas.	65
Gráfica 43.	Concentración promedio mensual PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007 estación Caldas.	66
Gráfica 44.	Tendencias de distribución de PM10 diciembre 2006 diciembre 2007	66
Gráfica 45.	Tendencias de distribución de PM10 equipos automáticos	67
Gráfica 46.	Concentración diaria PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007, todas las estaciones automáticas.	67
Gráfica 47.	Concentración promedio mensual PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) todas las estaciones automáticas.	68
Gráfica 48.	Concentración diaria PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007 las estaciones Bello y Girardota.	68
Gráfica 49.	Concentración diaria PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007 estaciones Universidad Nacional y San Antonio.	69
Gráfica 50.	Concentración diaria PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007 estaciones Politécnico y Guayabal	69
Gráfica 51.	Concentración diaria PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007 estaciones Caldas e Itagüí.	70
Gráfica 52.	Día promedio de PM10 en cada una de las estaciones	71
Gráfica 53.	Concentración horaria y octohoraria de Monóxido de Carbono en la estación Aguinaga	73
Gráfica 54.	Concentración horaria y octohoraria de Monóxido de Carbono en la estación Guayabal	73
Gráfica 55.	Concentración horaria y octohoraria de Monóxido de Carbono de abril a dic-07 en la estación Unal	74
Gráfica 56.	Caja de bigotes de monóxido de carbono horario en la estación Aguinaga	75
Gráfica 57.	Caja de bigotes Monóxido de Carbono horario en la estación Guayabal	75
Gráfica 58.	Caja de bigotes Monóxido de Carbono horario en la estación Unal	76
Gráfica 59.	Concentración de un día promedio de Monóxido de Carbono horario en las estaciones Aguinaga, Guayabal y Unal	77
Gráfica 60.	Distribución de monóxido de carbono horario en las estaciones Aguinaga, Guayabal y Unal	77
Gráfica 61.	Episodios horarios de Ozono en la estación Guayabal	78
Gráfica 62.	Número de episodios horarios de Ozono mensuales en la Estación Guayabal	79
Gráfica 63.	Concentración horaria y octohoraria de Ozono en la estación Guayabal	80
Gráfica 64.	Caja de bigotes de Ozono horario en la estación Guayabal	80
Gráfica 65.	Concentración de un día promedio de Ozono horario.	81
Gráfica 66.	Distribución de concentraciones diarias de SO_2 y NO_2	82
Gráfica 67.	pH medido en las estaciones UNAL y UPB durante los años 2005 al 2007.	85
Gráfica 68.	Histograma de frecuencias absolutas para el pH	86

Gráfica 69.	Total de precipitación colectada en el lado húmedo para las estaciones UNAL y UPB en los años 2006 y 2007.	87
Gráfica 70.	Conductividad para las estaciones UNAL y UPB (año 2007).	88
Gráfica 71.	Sólidos Totales para las estaciones UNAL y UPB (año 2007).	89
Gráfica 72.	Sólidos Volátiles para las estaciones UNAL y UPB (año 2007).	89
Gráfica 73.	Comportamiento promedio en el año 2007 para la velocidad del viento.	91
Gráfica 74.	Distribución de Frecuencias para el año 2007 en la estación Guayabal	91
Gráfica 75.	Comportamiento promedio en el año 2007 para de la dirección del viento en la estación Guayabal	92
Gráfica 76.	Rosa de vientos para el año 2007 en la estación Guayabal	93
Gráfica 77.	Rosa de vientos mensual en la estación Guayabal	93
Gráfica 78.	Comportamiento promedio en el año 2007 para la temperatura ambiental para la estación Guayabal	96
Gráfica 79.	Comportamiento promedio en el año 2007 de la humedad relativa y la temperatura en la estación Guayabal.	97
Gráfica 80.	Comportamiento promedio en el año 2007 para la presión barométrica y la humedad relativa en la estación Guayabal.	98
Gráfica 81.	Comportamiento promedio en el año 2007 para la radiación solar y la temperatura en la estación Guayabal.	99
Gráfica 82.	Precipitaciones presentadas durante el año 2007	99
Gráfica 83.	AQI en porcentaje	102
Gráfica 84.	Caja de bigotes de CO horario estación móvil AMVA	128
Gráfica 85.	Máximos de CO horarias y octohorarias en cada sitio de monitoreo	129
Gráfica 86.	Concentración horaria y octohoraria de monóxido de carbono del 15-dic-06 al 30-abr-07 en la Facultad Nacional de Salud Pública	129
Gráfica 87.	Concentración horaria y octohoraria de monóxido de carbono del 30-abr-07 al 5-jun-07 en el municipio de Girardota (Enka)	130
Gráfica 88.	Concentración horaria y octohoraria de monóxido de carbono del 17-jul-07 al 26-ago-07 en la Universidad de Antioquia.	131
Gráfica 89.	Concentración horaria y octohoraria de monóxido de carbono del 27-ago al 27-sep-07 en el Politécnico Colombiano JIC	131
Gráfica 90.	Concentración horaria y octohoraria de monóxido de carbono del 28-sep-07 al 22-oct-07 en el Villa Hermosa	132
Gráfica 91.	Concentración horaria y octohoraria de monóxido de carbono del 22-oct-07 al 21-nov-07 en el La Estrella.	133
Gráfica 92.	Concentración horaria y octohoraria de monóxido de carbono del 22-nov-07 al 17-dic-07 en Itagüí Sena	133
Gráfica 93.	Concentración horaria y octohoraria de monóxido de carbono del 18 al 31-dic-07 en Unal	134
Gráfica 94.	Día promedio de Monóxido de Carbono en cada punto de muestreo	135
Gráfica 95.	Caja de bigotes de O ₃ horario Estación Móvil AMVA	136
Gráfica 96.	Episodios de O ₃ horarios y octohorarios por sitio de monitoreo.	137

Gráfica 97.	Concentración horaria y octohoraria de ozono del 15-dic-06 al 30-abr-07 en la Facultad Nacional de Salud Pública	138
Gráfica 98.	Concentración horaria y octohoraria de ozono del 30-abr-07 al 5-jun-07 en el municipio de Girardota (Enka)	138
Gráfica 99.	Concentración horaria y octohoraria de ozono del 4-jul-07 al 26-ago-07 en la Universidad de Antioquia	139
Gráfica 100.	Concentración horaria y octohoraria de ozono del 27-ago-07 al 27-sep-07 en el Politécnico Colombiano JIC	140
Gráfica 101.	Concentración horaria y octohoraria de ozono del 28-sep-07 al 22-oct-07 en Villa Hermosa	140
Gráfica 102.	Concentración horaria y octohoraria de ozono del 22-oct-07 al 21-nov-07 en La Estrella	141
Gráfica 103.	Concentración horaria y octohoraria de ozono del 22-nov al 17-dic-07 en Itagüí Sena	142
Gráfica 104.	Concentración horaria y octohoraria de ozono del 18 al 31-dic-07 en Unal	143
Gráfica 105.	Día promedio de Ozono en cada punto de muestreo	143
Gráfica 106.	Día promedio de Ozono, NO ₂ y radiación solar del 28-sep-07 al 22-oct-07 en Villa Hermosa	144
Gráfica 107.	Día promedio de Ozono, NO ₂ y radiación solar del 27-ago-07 al 27-sep-07 en el Politécnico Colombiano JIC	144
Gráfica 108.	Caja de bigotes de PM ₁₀ diario estación móvil AMVA	146
Gráfica 109.	Episodios de PM ₁₀ por sitio de monitoreo	146
Gráfica 110.	Concentración diaria de PM ₁₀ de dic-06 a abr-07 en la Facultad Nacional de Salud Pública	147
Gráfica 111.	Concentración diaria de PM ₁₀ de mayo 2007 en Girardota (Enka)	148
Gráfica 112.	Concentración diaria de PM ₁₀ del 27-ago-07 al 27-sep-07 en el Politécnico Colombiano JIC	149
Gráfica 113.	Concentración diaria de PM ₁₀ del 28-sep-07 al 22-oct-07 en Villa Hermosa	149
Gráfica 114.	Concentración diaria de PM ₁₀ del 22-oct-07 al 21-nov-07 en La Estrella	150
Gráfica 115.	Concentración diaria de PM ₁₀ del 21-nov al 17-dic-07 en Itagüí Sena	151
Gráfica 116.	Concentración diaria de PM ₁₀ del 18 al 31-dic-07 en Unal	151
Gráfica 117.	Día promedio de PM ₁₀ en cada punto de muestreo	152
Gráfica 118.	Caja de bigotes de SO ₂ diario estación móvil AMVA	153
Gráfica 119.	Concentración diaria de SO ₂ del 4-jul-07 al 26-ago-07 en la Universidad de Antioquia	154
Gráfica 120.	Concentración diaria de SO ₂ del 27-ago-07 al 27-sep-07 en el Politécnico Colombiano JIC	154
Gráfica 121.	Concentración diaria de SO ₂ del 28-sep al 22-oct-07 en Villa Hermosa	155
Gráfica 122.	Concentración diaria de SO ₂ del 22-oct al 21-nov-07 en La Estrella	155

Gráfica 123.	Concentración diaria de SO ₂ del 21-nov al 17-dic-07 en Itagüí Sena	156
Gráfica 124.	Concentración diaria de SO ₂ del 18 al 31-dic-07 en Unal	156
Gráfica 125.	Día promedio de SO ₂ en cada punto de muestreo	157
Gráfica 126.	Caja de bigotes de NO ₂ diario estación móvil AMVA	158
Gráfica 127.	Concentración diaria de NO ₂ del 4-jul-07 al 26-ago-07 en la Universidad de Antioquia	159
Gráfica 128.	Concentración diaria de NO ₂ del 27-ago-07 al 27-sep-07 en el Politécnico Colombiano JIC	159
Gráfica 129.	Concentración diaria de NO ₂ del 28-sep-07 al 22-oct-07 en Villa Hermosa	160
Gráfica 130.	Concentración diaria de NO ₂ del 22-oct-07 al 21-nov-07 en La Estrella	161
Gráfica 131.	Concentración diaria de NO ₂ del 21-nov-07 al 17-dic-07 en Itagüí Sena	161
Gráfica 132.	Concentración diaria de NO ₂ del 18 al 31 de diciembre del 2007 en Unal	162
Gráfica 133.	Día promedio de NO ₂ en cada punto de muestreo	162
Gráfica 134.	Índice de Calidad del Aire (AQI) en porcentaje (%) por punto de muestreo	163
Gráfica 135.	Día promedio de THC en cada punto de muestreo	165
Gráfica 136.	Rosa de viento en cada punto	167
Gráfica 137.	Día promedio de temperatura con radiación solar en UdeA	168
Gráfica 138.	Día promedio de temperatura con radiación solar en Poli	168
Gráfica 139.	Día promedio de temperatura con radiación solar en Villa Hermosa	169
Gráfica 140.	Día promedio de temperatura con radiación solar en La Estrella	169
Gráfica 141.	Día promedio de temperatura con radiación solar en Itagüí	170
Gráfica 142.	Día promedio de temperatura con radiación solar en Unal	170
Gráfica 143.	Día promedio de humedad relativa y temperatura en UdeA	171
Gráfica 144.	Día promedio de humedad relativa y temperatura en Poli	171
Gráfica 145.	Día promedio de humedad relativa y temperatura en Villa Hermosa	172
Gráfica 146.	Día promedio de humedad relativa y temperatura en La Estrella	172
Gráfica 147.	Día promedio de humedad relativa y temperatura en Itagüí	173
Gráfica 148.	Día promedio de humedad relativa y temperatura en Unal	173
Gráfica 149.	Día promedio de humedad relativa y presión barométrica en UdeA	174
Gráfica 150.	Día promedio de humedad relativa y presión barométrica en Poli	174
Gráfica 151.	Día promedio de humedad relativa y presión barométrica en Villa Hermosa	175
Gráfica 152.	Día promedio de humedad relativa y presión barométrica en La Estrella	175
Gráfica 153.	Día promedio de humedad relativa y presión barométrica en Itagüí	176
Gráfica 154.	Día Promedio de humedad relativa y presión barométrica en Unal	176
Gráfica 155.	Día promedio de velocidad y dirección en UdeA	177
Gráfica 156.	Día promedio de velocidad y dirección en Poli	177

Gráfica 157.	Día promedio de velocidad y dirección del viento en Villa Hermosa	178
Gráfica 158.	Día promedio de velocidad y dirección del viento en La Estrella	178
Gráfica 159.	Día promedio de velocidad y dirección del viento en Itagüí	179
Gráfica 160.	Día promedio de velocidad y dirección del viento en Unal	179
Gráfica 161.	Variación horaria de la concentración del Monóxido de Carbono en Aguacatala	181
Gráfica 162.	Variación horaria del promedio de la concentración del monóxido de carbono en Aguacatala	181
Gráfica 163.	Variación de la Concentración Horaria de CO en Girardota	182
Gráfica 164.	Variación del promedio Octohorario de CO en Girardota	183
Gráfica 165.	Variación de la concentración Horaria de CO en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín	184
Gráfica 166.	Variación del Promedio Octohorario de CO en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín	184
Gráfica 167.	Variación de la Concentración Horaria de CO en el barrio Robledo	185
Gráfica 168.	Variación del Promedio Octohorario de CO en el barrio Robledo	186
Gráfica 169.	Variación de la Concentración Horaria de CO en el barrio Santa Monica	187
Gráfica 170.	Variación del Promedio Octohorario de CO en el barrio Santa Monica	187
Gráfica 171.	Variación de la concentración Horaria de CO en la Casa de la Cultura "La Barquereña"	188
Gráfica 172.	Variación del Promedio Octohorario de CO en la Casa de la Cultura "La Barquereña"	189
Gráfica 173.	Promedio horario total de la concentración de ozono en Aguacatala	189
Gráfica 174.	Datos horarios de la concentración de ozono en el periodo de monitoreo en Aguacatala	190
Gráfica 175.	Episodios de contaminación por ozono en Aguacatala	190
Gráfica 176.	Variación de la concentración octohoraria de Ozono en Girardota	191
Gráfica 177.	Variación de la concentración horaria de Ozono en Girardota	192
Gráfica 178.	Variación de la concentración octohoraria de Ozono en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín	193
Gráfica 179.	Variación de la concentración horaria de Ozono en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín	193
Gráfica 180.	Variación de la concentración octohoraria de Ozono en el barrio Robledo	194
Gráfica 181.	Variación de la concentración horaria de Ozono en el barrio Robledo	195
Gráfica 182.	Variación de la concentración octohoraria de Ozono en el barrio Santa Monica	196
Gráfica 183.	Variación de la concentración horaria de Ozono en el barrio Santa Monica	196
Gráfica 184.	Variación de la concentración octohoraria de Ozono en la Casa de la Cultura "La Barquereña"	197

Gráfica 185.	Variación de la concentración horaria de Ozono en la Casa de la Cultura “La Barquereña”	198
Gráfica 186.	Variación horaria del promedio de la concentración de PM10 en Aguacatala	198
Gráfica 187.	Variación del promedio diario de la concentración de PM10 en Aguacatala	199
Gráfica 188.	Variación de la concentración diaria de PM10 en Girardota	200
Gráfica 189.	Variación de la concentración diaria de PM10 en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín	201
Gráfica 190.	Variación de la concentración diaria de PM10 en el barrio Robledo	202
Gráfica 191.	Variación de la concentración diaria de PM10 en el barrio Santa Mónica	203
Gráfica 192.	Variación de la concentración diaria de PM10 en la Casa de la Cultura “La Barquereña”	204
Gráfica 193.	Variación horaria del promedio de la concentración de óxidos de nitrógeno en la Aguacatala	204
Gráfica 194.	Variación horaria del promedio de la concentración de los óxidos de azufre en la Aguacatala	205
Gráfica 195.	Variación del promedio diario de la concentración de óxidos de nitrógeno en la Aguacatala	206
Gráfica 196.	Variación del promedio diario de la concentración de óxidos de azufre en la Aguacatala	206
Gráfica 197.	Número de episodios de NO _x por días en la Aguacatala	207
Gráfica 198.	Variación trihoraria de la concentración de los Óxido de Azufre en Girardota	208
Gráfica 199.	Variación horaria de la concentración del Dióxido de Nitrógeno en Girardota	209
Gráfica 200.	Variación diaria de la concentración del Dióxido de Nitrógeno en Girardota	209
Gráfica 201.	Variación horaria de la concentración de los Óxidos de Nitrógeno en Girardota	210
Gráfica 202.	Variación diaria de la concentración de los Óxidos de Nitrógeno en Girardota	210
Gráfica 203.	Variación horaria de la concentración del Dioxido de Nitrógeno en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín	211
Gráfica 204.	Variación diaria de la concentración del Dioxido de Nitrógeno en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín	212
Gráfica 205.	Variación Horaria de la Concentración de los Óxidos de Nitrógeno en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín	212
Gráfica 206.	Variación Diaria de la Concentración de los Óxidos de Nitrógeno en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín	213
Gráfica 207.	Variación horaria de la concentración del Dioxido de Nitrógeno en Robledo	214
Gráfica 208.	Variación diaria de la concentración del Dioxido de Nitrógeno en Robledo	214

Gráfica 209.	Variación horaria de la concentración de los Óxidos de Nitrógeno en Robledo	215
Gráfica 210.	Variación diaria de la concentración de los Óxidos de Nitrógeno en Robledo	215
Gráfica 211.	Variación horaria de la concentración del Dióxido de Nitrógeno en Santa Mónica	216
Gráfica 212.	Variación diaria de la concentración del Dióxido de Nitrógeno en Santa Mónica	217
Gráfica 213.	Variación horaria de la concentración de los Óxidos de Nitrógeno en Santa Mónica	217
Gráfica 214.	Variación horaria de la concentración del Dióxido de Nitrógeno en la Casa de la Cultura “La Barquereña”	218
Gráfica 215.	Variación diaria de la concentración del Dióxido de Nitrógeno en la Casa de la Cultura “La Barquereña”	219
Gráfica 216.	Variación Horaria de la Concentración de los Óxidos de Nitrógeno en la Casa de la Cultura “La Barquereña”	219
Gráfica 217.	Variación Diaria de la Concentración de los Óxidos de Nitrógeno en la Casa de la Cultura “La Barquereña”	220
Gráfica 218.	Porcentaje de calidad del aire por contaminante en la Aguacatala	221
Gráfica 219.	Porcentaje de la calidad del aire por contaminante en el lugar de Girardota	222
Gráfica 220.	Porcentaje de la calidad del aire por contaminante en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín	224
Gráfica 221.	Porcentaje de la calidad del aire por contaminante en Robledo	225
Gráfica 222.	Porcentaje de la calidad del aire por contaminante en Santa Mónica	226
Gráfica 223.	Porcentaje de la calidad del aire por contaminante en la Casa de la Cultura “La Barquereña”	228
Gráfica 224.	Rosas del viento en cada de la estación automática móvil UPB	229
Gráfica 225.	Promedio horarios de velocidad del viento en la Aguacatala	230
Gráfica 226.	Velocidad promedio horario del viento en Girardota	231
Gráfica 227.	Velocidad promedio horario del viento en Escuela de Carabineros Carlos Holguín	231
Gráfica 228.	Velocidad Promedio Horario del viento en Robledo	232
Gráfica 229.	Velocidad promedio horario del viento en Santa Mónica	232
Gráfica 230.	Velocidad promedio horario del viento en la Casa de la Cultura “La Barquereña”	233
Gráfica 231.	Promedio horario de radiación solar y temperatura en la Escuela de Carabineros Calos Holguín	234
Gráfica 232.	Temperatura y Radiación Solar Horarias en la Escuela de Carabineros Calos Holguín	234
Gráfica 233.	Promedio horario de radiación solar y temperatura en Robledo	235
Gráfica 234.	Temperatura y radiación solar horarias en Robledo	235
Gráfica 235.	Promedios de temperatura y humedad relativa en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín	236

Gráfica 236.	Temperatura y humedad relativa horaria en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín	236
Gráfica 237.	Promedios de temperatura y humedad relativa en Robledo	237
Gráfica 238.	Temperatura y humedad relativa horaria en Robledo	237
Gráfica 239.	Temperatura y humedad relativa durante el tiempo de Monitoreo en Santa Mónica	238
Gráfica 240.	Temperatura y humedad relativa durante el tiempo de monitoreo en la Casa de la Cultura de "Barranquera"	238
Gráfica 241.	Humedad relativa y presión barométrica promedio horarias en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín	239
Gráfica 242.	Humedad relativa y presión barométrica horarias en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín	239
Gráfica 243.	Humedad relativa y presión barométrica promedio horarias en Robledo	240
Gráfica 244.	Humedad relativa y presión barométrica horarias en Robledo	240
Gráfica 245.	Promedio horarias radiación solar y Ozono en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín	241
Gráfica 246.	Radiación solar y Ozono horarios en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín	241
Gráfica 247.	Promedio horarias radiación solar y Ozono en Robledo	242
Gráfica 248.	Radiación solar y Ozono horarios en Robledo	242
Gráfica 249.	Concentración promedio horario de CO estaciones automáticas	243
Gráfica 250.	Concentración promedio horario de O ₃ estaciones automáticas	244
Gráfica 251.	Concentración promedio horario de PM ₁₀ estaciones automáticas	245
Gráfica 252.	Concentración promedio horario de SO ₂ estaciones automáticas	246
Gráfica 253.	Concentración promedio horario de NO ₂ estaciones automáticas	246
Gráfica 254.	Material particulado en suspensión estación Barbosa 2001 - 2007	248
Gráfica 255.	Material particulado en suspensión estación Girardota 2001 - 2007	248
Gráfica 256.	Material particulado en suspensión estación Copacabana 2004 - 2007	249
Gráfica 257.	Material particulado en suspensión estación Bello 2001 - 2007	249
Gráfica 258.	Material particulado en suspensión estación Universidad de Antioquia 2001 - 2007	251
Gráfica 259.	Material particulado en suspensión estación Universidad Nacional 2001 - 2007	251
Gráfica 260.	Material particulado en suspensión estación Miguel de Aguinaga 2003 - 2007	252
Gráfica 261.	Material particulado en suspensión estación Universidad Pontificia Bolivariana 2001 - 2007	252
Gráfica 262.	Material particulado en suspensión estación Universidad de Medellín 2001 - 2007	253
Gráfica 263.	Material particulado en suspensión estación Politécnico 2001 - 2007	255
Gráfica 264.	Material particulado en suspensión estación Guayabal 2002 - 2007	255

Gráfica 265.	Material particulado en suspensión estación Itagüí 2001 - 2007	256
Gráfica 266.	Material particulado en suspensión estación Sabaneta 2001 - 2007	256
Gráfica 267.	Material particulado en suspensión estación La Estrella 2001 - 2007	257
Gráfica 268.	Material particulado en suspensión estación 2004 - 2007	257
Gráfica 269.	Material particulado respirable estación Miguel de Aguinaga 2003 - 2007	259
Gráfica 270.	Material particulado respirable estación Corantioquia 2002 - 2007	259
Gráfica 271.	Material particulado respirable estación Guayabal 2002 - 2007	260
Gráfica 272.	Distribución de concentraciones SO_2 - NO_2 estación Girardota	261
Gráfica 273.	Distribución de concentraciones SO_2 - NO_2 estación Bello	262
Gráfica 274.	Distribución de concentraciones SO_2 - NO_2 estación U de A	262
Gráfica 275.	Distribución de concentraciones SO_2 - NO_2 estación Miguel de Aguinaga	263
Gráfica 276.	Distribución de concentraciones SO_2 - NO_2 estación U Nacional	263
Gráfica 277.	Distribución de concentraciones SO_2 - NO_2 estación UPB	264
Gráfica 278.	Distribución de concentraciones SO_2 - NO_2 estación Politécnico	264
Gráfica 279.	Distribución de concentraciones SO_2 - NO_2 estación Itagüí	265
Gráfica 280.	Concentración de un día promedio de monóxido de carbono horario en las estaciones Aguinaga, Guayabal y Unal	266
Gráfica 281.	Concentración de un día promedio de Ozono horario.	266

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación geográfica de las estaciones de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá	33
Figura 2. Ubicación geográfica de los colectores de lluvia ácida	84
Figura 3. Mapa de ubicación de los sitios medidos con la estación móvil automática	126
Figura 4. Separador relacionado con el Convenio.	268
Figura 5. Plegable alusivo al Convenio 289 del 2006	268

LISTA DE FOTOS

	Pág.
Foto 1. Fuentes fijas cercanas a la estación de Girardota	48
Foto 2. Construcciones cercanas a la estación Bello; BEL2	50
Foto 3. Construcciones cercanas a la estación San Antonio	53
Foto 4. Construcciones cercanas a la estación Politécnico	58
Foto 5. Registro fotográfico de los lugares donde estuvo ubicada la estación móvil de AMVA.	124
Foto 6. Registro Fotográfico de la Valla ubicada en Autopista Norte con la 75 antes de la Terminal del Norte Barrio Caribe	267
Foto 7. Registro Fotográfico de la Valla ubicada en Carretera las Palmas Curva de la Barraca subiendo	267
Foto 8. Registro Fotográfico de la Valla ubicada en Carrera 43 No. 50-49 entrada a Itagüí sobre la Autopista Sur, Estación el Venado S-N.	267

INTRODUCCIÓN

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá, AMVA, inició desde noviembre del 2000 la monitoría de calidad del aire en el área urbana del valle de Aburrá. Esta red de monitoría ha tenido el apoyo del Comité Coordinador de REDAIRE, grupo conformado por las Autoridades Ambientales y algunas Universidades de la ciudad. Las mediciones se iniciaron con equipos manuales de PST, PM10 y tres Gases, con los que se inició la primera etapa de REDAIRE, entre 1993 y 1996 y en los últimos años la red de monitoreo se ha modernizado adquiriendo equipos de medición automática, gracias a la gestión y esfuerzo del AMVA, convirtiéndose así en una de las redes de monitoreo mas completa y mas moderna de la región y del país.

La información que produce la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire en el Valle de Aburrá, permite evaluar el estado de la calidad del aire respecto a los contaminantes criterios y variables meteorológicas, con la finalidad de mantener informada a la población y control de la contaminación para la protección de la salud de la población y el mejoramiento del medio ambiente, conocimiento que orienta la gestión de la autoridad ambiental.

En el marco del Convenio Especial de Cooperación No. 289 de 2006 suscrito entre el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y la Universidades: Nacional de Colombia, Sede Medellín, Pontificia Bolivariana, de Medellín y el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid se desarrolla el Proyecto de “Evaluación de los Niveles de Contaminación en el Valle de Aburrá”. El valor total para el proyecto “Red de Monitoreo de la Calidad del Aire en el Valle de Aburrá” fue de: \$634.542.230, de los cuales el Área Metropolitana del Valle de Aburrá aportó: \$577.542.230 y la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín: \$58.000.000, adicionalmente a este valor de la contrapartida se contribuyo con un equipo que no fue cuantificado.

El objetivo principal del estudio es 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 y usando herramientas de modelación.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 EFECTOS EN LA SALUD DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS.

La actividad humana esta alterando la compleja mezcla de gases que forman la atmósfera. En el nivel de la troposfera, parte inferior de la atmósfera en la se desarrollan las actividades humanas, el 99% de su composición es nitrógeno, oxígeno y gases nobles. El resto son los denominados gases trazas (dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, dióxido de carbono, monóxido de carbono, hidrocarburos etc.) y es en estos donde se manifiesta una alteración de sus respectivas concentraciones habituales, que son las causantes de toda una serie de fenómenos locales y globales aún no muy claras pero muy preocupantes¹

- **Material particulado**

En el hombre, ataca principalmente el sistema respiratorio el cual dispone de mecanismos de defensa que en la mayor parte de las veces brinda una protección adecuada. Dependiendo de sus características y de la cantidad pueden generar enfermedades respiratorias.

“Cuando las concentraciones son bajas la mayor parte del tiempo, los efectos no aparecen en forma aguda sino crónica, dando lugar a enfermedades diagnosticadas por los médicos como rinitis, laringitis, laringotraqueitis, traqueitis, bronquitis, asma, alveolitis, neumoconiosis, cáncer, intoxicaciones crónicas, dermatitis, etc.”².

- **Dióxido de azufre**

El dióxido de azufre es un gas incoloro, de olor acre, soluble en agua, reactivo e irritante para el sistema respiratorio y puede conducir, con una exposición de larga duración, al incremento de enfermedades de las vías respiratorias como la bronquitis. En períodos cortos de exposición puede producir cambios en la función pulmonar en asmáticos (OMS, 2004).

El dióxido de azufre proviene en gran parte de la combustión de combustibles fósiles sobre todo del carbón sulfurado y en menor parte de los gases de escape de los vehículos que funcionan con diesel. La quema de leña es otra fuente antropogénica de éste contaminante. Los volcanes son una fuente natural del dióxido de azufre.

¹ RODRÍGUEZ, Ramón y RODRÍGUEZ Ignacio Muñoz. Manual de Gestión del Medio Ambiente. Madrid: MAPFRE S.A., 1994

² Asociación de Ingenieros Sanitarios de Antioquia. Contaminación del aire por material particulado Dispersión y Monitoría. Medellín: Octubre de 1993

El dióxido de azufre es una sustancia que contribuye en la formación de la lluvia ácida. La oxidación del SO_2 genera SO_3 que rápidamente experimenta la hidratación para formar ácido sulfúrico. El monitoreo a largo plazo con métodos pasivos permite hacer un seguimiento de la contaminación en sistemas ecológicos sensibles.

En ciudades de países en desarrollo, las concentraciones medias anuales de dióxido de azufre en el aire ambiental pueden variar de niveles muy bajos a $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Las concentraciones pico medidas como promedios de diez minutos pueden ser mayores de $2.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en condiciones de poca dispersión atmosférica como las inversiones o cuando determinadas condiciones atmosféricas llevan las emisiones al nivel del suelo. El SO_2 también puede alcanzar altas concentraciones en algunos ambientes interiores a través del uso de combustibles que contienen azufre, como el carbón usado para la calefacción y la cocina (OMS, 2004).

- **Dióxido de nitrógeno**

El dióxido de nitrógeno es un gas tóxico, relativamente insoluble en agua. Éste gas puede inhalarse en grandes cantidades y penetrar a las vías respiratorias inferiores del pulmón, lo que puede generar respuestas biológicas. Al igual que el SO_2 , los individuos que padecen de asma son más susceptibles de desarrollar una respuesta de constricción bronquial. Se ha comprobado que el dióxido de nitrógeno es unas cuatro veces más tóxico que el monóxido de nitrógeno; presenta toxicidad cruzada con el ozono y de ahí su importancia toxicológica al formar nitratos de peracilo (Capó Martí, 2002).

Su origen puede ser natural, ya que se forma en las tempestades y erupciones volcánicas. Las fuentes antropogénicas son el tráfico motorizado, principalmente por la combustión en motores diesel, así como los fuegos domésticos y procesos industriales de combustión.

El dióxido de nitrógeno juega un papel importante como precursor en la formación de ozono y oxidantes, que son también tóxicos en especial para las plantas. El NO_2 es un contaminante tanto primario como secundario. Los vehículos automotores emiten NO y NO_2 . En la atmósfera, el NO se oxida y se transforma a dióxido lentamente en reacción con el oxígeno, pero rápidamente en reacción con el O_3 . Esto explica las bajas concentraciones de O_3 que generalmente se observan cerca de las fuentes de óxido de nitrógeno.

Las concentraciones ambientales de NO_2 en el aire son variables. Las concentraciones naturales de fondo en el aire ambiental pueden ubicarse en el rango de menos de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a más de $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Las concentraciones anuales medias en el aire ambiental urbano pueden variar entre 20 y $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con concentraciones máximas de 75 a $1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ por hora. Las concentraciones de NO_2 en interiores pueden alcanzar concentraciones promedio de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durante varios días, con concentraciones máximas de $2.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ por hora en los casos en que hay dispositivos de calefacción de gas con poca ventilación (OMS, 2004).

- **Ozono**

El ozono es una forma alotrópica del oxígeno en condiciones normales, es un gas relativamente insoluble en agua, de color azulado y de olor picante. Es un gas tóxico irritante para los ojos y las vías respiratorias y que tiene un efecto fitotóxico importante. En contraste con el SO_2 y el NO_2 , hay muy poca diferencia en la respuesta de la función pulmonar entre los asmáticos y los individuos sanos. No obstante, todavía no se ha llegado a comprender la gran variabilidad de las respuestas individuales (OMS, 2004).

Es un contaminante secundario que se forma en la atmósfera a partir de la reacción de los óxidos de nitrógeno con la luz solar y por oxidación de los hidrocarburos. Puede ser originado por descargas eléctricas, radiaciones X, radiaciones UVA, arcos voltaicos (Capó Martí, 2002).

Es un constituyente normal del aire, cuya concentración aumenta con la altura, puesto que en las capas altas de la atmósfera es formado más intensamente por la acción de los rayos ultravioleta sobre el oxígeno. Cerca del suelo, su concentración es muy variable, pero podemos señalar que en ambientes limpios varía entre 40 y 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que en ambientes muy contaminados puede tomar dos caminos: o desaparecer por reaccionar con los hidrocarburos o alcanza proporciones peligrosas formando la niebla oxidante, con concentraciones que llega hasta 1.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Capó Martí, 2002).

- **Compuestos orgánicos volátiles (benceno, tolueno, xilenos).**

Los hidrocarburos juegan un papel importante en los procesos fotoquímicos en la atmósfera y contribuyen en la formación de ozono. Los BTX, son compuestos aromáticos que son adicionados a la gasolina para aumentar su octanaje y son generados por la combustión de dicho combustible. Los compuestos aromáticos presentan propiedades tóxicas y anestésicas.

El benceno es un componente que tiene un significado toxicológico para el hombre por sus efectos cancerígenos, puede generar efectos en la salud como leucemia en trabajadores expuestos. La concentración ambiental promedio varía de 5 a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (OMS, 2004).

El tolueno, agente utilizado a menudo como disolvente, es un elemento volátil que tiene efectos en el sistema nervioso central de trabajadores y es causante de malos olores. La concentración ambiental promedio varía de 5 a 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (OMS, 2004).

Los xilenos, en particular el m-xileno, es un elemento activo fotoquímicamente en la formación de ozono, se ha comprobado los efectos en el sistema nervioso central en humanos voluntarios, neurotoxicidad en ratas y malos olores. Concentración ambiental promedio entre 1 a 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (OMS, 2004).

- **Lluvia Ácida**

Dentro de las consecuencias causadas por la lluvia ácida, se debe tener en cuenta que la contaminación generada por el hombre es una de las principales fuentes en la producción de este tipo de precipitaciones. Los óxidos de azufre y nitrógeno derivados de la quema de combustibles fósiles se mezclan con el agua en la atmósfera y producen la lluvia ácida; los efectos de ésta pueden percibirse sobre la salud humana, los ecosistemas terrestres, la fauna, la flora, los cultivos, las aguas subterráneas y las construcciones.

- **Efecto de la lluvia ácida en la salud humana.**

Los compuestos que causan un efecto negativo en la salud del hombre con la acidificación de las aguas son: el cobre, el cadmio, el aluminio y el plomo. Con respecto a cada uno de estos metales es posible encontrar enfermedades, como: diarrea infantil por la disolución del cobre, con el cual se construyen todas las cañerías. También, acumulación del cadmio y el aluminio en la corteza renal y en la sangre, causando graves daños al cerebro y al sistema óseo. Finalmente, daños a nivel cerebral por el plomo presente en muchas cañerías. En altas concentraciones estos metales pueden causar demencia senil y muerte. Además, el efecto directo de la lluvia ácida sobre el bienestar humano se encuentra en la inclusión de todos estos compuestos en la cadena alimenticia.

- **Efecto de la lluvia ácida en los ecosistemas terrestres y acuáticos.**

La lluvia ácida, causa la descomposición del suelo y la remoción de los nutrientes; los árboles pierden su color y sus hojas la capa de grasa protectora, la cual es corroída por el depósito seco de dióxido de azufre (SO_2).

En los ecosistemas acuáticos, entre más acidez tenga la lluvia, más especies de plantas y animales declinan o desaparecen, debido a que las interacciones entre los organismos vivos y la química de sus habitantes acuáticos son extremadamente complejas.

- **Efecto de la lluvia ácida en la flora y fauna.**

Las plantas que se ven más afectadas con la lluvia ácida, son aquellas que toman directamente el agua a través de sus hojas (ejemplo: musgos y líquenes). De igual forma, se puede ver alterada la capa cerosa protectora de las hojas, lo cual baja la resistencia a las enfermedades.

En el caso de los pájaros pequeños que viven cerca de aguas acidificadas se ve afectada su reproducción, debido a que sus huevos presentan paredes muy delgadas causadas por el efecto del aluminio ingerido a través de los insectos de los cuales se alimentan. Dichos insectos precisamente se desarrollan en aguas acidificadas.

Por otra parte, los animales herbívoros se ven afectados, ya que al acidificarse los suelos, las plantas que aquellos ingieren, acumulan una mayor cantidad de metales pesados (aluminio, cadmio, entre otros.)

- **Efecto de la lluvia ácida en los cultivos.**

El efecto de la lluvia ácida sobre los cultivos es posible verlo en la reducción de las semillas de las plantas. También, cuando el pH de la lluvia es muy bajo (inferior a 4) se generan graves lesiones en el follaje de los cultivos afectando el crecimiento de vegetales como: el frijol, la soya, la cebolla, la espinaca y la lechuga.

- **Efecto de la lluvia ácida en las aguas subterráneas.**

La acidificación de las aguas se presenta en tres etapas:

En primer lugar, se disminuye la capacidad de los suelos de neutralizar las precipitaciones, al mismo tiempo aumentan los niveles de sulfato, calcio y potasio, en las aguas subterráneas. En esta etapa, el agua se torna corrosiva y ataca las cañerías. Luego, la acción neutralizante del suelo decae aún más y el efecto de almacenamiento de las aguas subterráneas comienza a disminuir. Se nota en esta etapa un aumento en el poder corrosivo sobre metales y concreto. Finalmente, la capacidad neutralizante del suelo desaparece y los valores de pH descienden con un aumento en las concentraciones de metales en las aguas de los pozos, tornándose aún más corrosivos.

- **Efecto de la lluvia ácida en las construcciones.**

La lluvia ácida causa en las construcciones, estatuas y monumentos de piedra erosión. Los materiales de construcción como acero, pintura, plásticos, cemento, acero galvanizado, piedra caliza, piedra arenisca y mármol también están expuestos a sufrir daños. Los efectos de los diversos contaminantes todavía no se pueden separar unos de otros de manera confiable. Sin embargo el principal agente corrosivo individual de los materiales de construcción es el dióxido de azufre (SO_2).

1.2 EL ÍNDICE DE CALIDAD ATMOSFÉRICA (AQI)

El índice de calidad atmosférica (AQI) aplicado para el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, sirve para presentar el estado en que se encuentra una atmósfera previamente monitoreada. El AQI se caracteriza por su relación directa con los niveles de concentración del contaminante y los efectos en la salud.

Este indicador fue desarrollado por la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos U.S. EPA, en su última revisión (2002) incluye seis contaminantes Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Azufre (SO_2), Dióxido de nitrógeno (NO_2), Partículas menores de 10 micras (PM_{10}), partículas menores de 2.5 ($\text{PM}_{2.5}$) micras y Ozono. El Área Metropolitana del Valle de Aburrá además de incluir éstos contaminantes adicionó las partículas suspendidas totales (PST).

El AQI convierte la concentración media de uno o varios contaminantes a una escala que va de cero (0) a quinientos (500). Los intervalos que describen los niveles de calidad del aire, en términos de adaptación del AQI, son los presentados en la tabla 1.

Tabla 1. Índice de Calidad del Aire (AQI) aplicado en el AMVA

PST ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 24 Horas	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 24 Horas	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 24 Horas	CO (ppm) 8 Horas	SO2 (ppb) 24 Horas	O3* (ppb) 8 horas	O3 (ppb) 1 Hora	NO2 (ppb) 1Hora	RANGO AQI	CALIDAD
0-75.4	0-54	0-15.4	0-4.4	0-34	0-64	--	0-650	0-50	Buena
75.5-260.4	55-154	15.5-65.4	4.5-9.4	35-144	65-84	--	--	51-100	Moderada
260.5-315.4	155-254	65.5-100.4	9.5-12.4	145-224	85-104	125-164	--	101-150	No saludable para grupos sensibles
315.5-375.4	255-354	100.5-150.4	12.5-15.4	225-304	105-124	165-204	--	151-200	Poco saludable
375.5-625.4	355-424	150.5-250.4	15.5-30.4	305-604	125-374	205-404	650-1240	201-300	Muy poco saludable
--	--	--	--	--	--	(155-404)	--	--	
625.5-875.4	425-504	250.5-350.4	30.5-40.4	605-804	--	405-504	1250-1640	301-400	Peligrosa
875.5-1001	505-604	350.5-500.4	40.5-50.4	805-1004	--	505-604	1650-2040	401-500	Peligrosa

Fuente: Área Metropolitana del Valle de Aburrá y Universidad Pontificia Bolivariana - Contrato 158 del 2005

Para cada contaminante se calcula un índice parcial de calidad, y el índice total es el valor máximo de todos los índices parciales. Para calcular el valor del índice parcial correspondiente a una concentración medida, se hace uso de la siguiente ecuación:

$$Ip = \frac{I_{hi} - I_{lo}}{BP_{hi} - BP_{lo}} * (C_p - BP_{lo}) + I_{lo} \quad \text{Ec. (1).}$$

Donde:

Ip	Índice parcial para el contaminante p
Cp	Concentración medida para el contaminante p
BPHi	Punto de corte mayor o igual a Cp
BPLo	Punto de corte menor o igual a Cp
IHi	Valor del PSI correspondiente a BPHi
ILo	Valor del PSI correspondiente a BPLo

Las categorías atmosféricas relacionadas con el valor del índice se presentan en la tabla 2, las cuales identifican la calidad del aire debida a uno o varios contaminantes en la atmósfera y los efectos que presenta en la población.

La medición de CO y O₃ se hace en forma continua (hora a hora), con equipos automáticos.

La medición de PST y PM10, se hace con equipos manuales, cada tres días, además se adicionaron a la red equipos automáticos para muestrear PM10 en forma continua.

Las mediciones de SO₂ y NO₂ se hacen cada 6 días, con un medidor tres gases manual.

A pesar que en el Índice de Calidad Atmosférica se encuentra incluido el NO_2 , en el presente informe este contaminante no se tiene en cuenta para su cálculo debido que las muestras de este contaminante son tomadas durante 24 horas con equipos manuales. El modelo para el cálculo utilizado, el cual es modificado de la EPA, requiere del monitoreo horario de NO_2 , como es caso de la estación móvil de AMVA, que si cuenta con este equipo automático para medir este contaminante.

Con el objetivo de informar y proteger a los ciudadanos urbanos el AQI es una ventaja como herramienta política y administrativa para el diseño de estrategias de disminución de la contaminación y para la toma de medidas de intervención.

Tabla 2. Categoría de Calidad para el AQI y sus Efectos en la Salud

Categoría	Índice	Efecto general
Buena.	0-50	Ninguna
Moderada	51-100	Las personas extraordinariamente sensitivas deben considerar limitar los esfuerzos prolongados al aire libre.
No saludable para grupos sensibles	101-150	Los niños y adultos activos, y las personas con enfermedades respiratorias, tales como el asma, deben limitar los esfuerzos prolongados al aire libre.
No saludable	151-200	Los niños y adultos activos, y las personas con enfermedades respiratorias, tales como el asma, deben evitar el esfuerzo prolongado al aire libre; todos los demás, especialmente los niños, deben limitar el esfuerzo prolongado al aire libre.
Muy saludable poco	201-300	Los niños y adultos activos, y las personas con enfermedades respiratorias tales como el asma, deben evitar cualquier esfuerzo al aire libre; todos los demás, especialmente los niños, deben limitar los esfuerzos al aire libre.
Peligrosa	AQI sobre 300	Los valores "peligrosos" es muy probable que la población entera sea afectada.

Fuente: Área Metropolitana del Valle de Aburrá y Universidad Pontificia Bolivariana - Contrato 158 del 2005

A pesar que en el Índice de Calidad Atmosférica se encuentra incluido el NO_2 , en el presente informe este contaminante no se tiene en cuenta para su cálculo debido que las muestras de este contaminantes son tomadas durante 24 horas en el AMVA, y el modelo para el cálculo utilizado, el cual es modificado de la EPA, requiere del monitoreo horario de NO_2 . Lo anterior no se aplica al SO_2 , el cual representa la concentración representativa de las 24 horas, el cual es consistente con lo exigido por el modelo.

Con el objetivo de informar y proteger a los ciudadanos urbanos el AQI es una ventaja como herramienta política y administrativa para el diseño de estrategias de disminución de la contaminación y para la toma de medidas de intervención.

2. MARCO LEGAL

A partir del 05 de julio de 2006 empezó a aplicarse en el país la Resolución 601 del 04 de abril de 2006, expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Esta Resolución establece las normas de calidad del aire, o niveles de inmisión, en todo el territorio nacional, en condiciones de referencia. En la tabla 3 se presentan los niveles máximos permisibles para los contaminantes criterios, definidos en dicha Resolución.

Tabla 3. Niveles máximos permisibles para contaminantes criterio

Contaminante	Unidad	Límite máximo permisible	Tiempo de exposición
PST	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	100	Anual
		300	24 horas
PM ₁₀	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	70	Anual
		150	24 horas
SO ₂	ppm ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.031 (80)	Anual
		0.096 (250)	24 horas
		0.287 (750)	3 horas
NO ₂	ppm ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.053 (100)	Anual
		0.080 (150)	24 horas
		0.106 (200)	1 hora
O ₃	ppm ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.041 (80)	8 horas
		0.061 (120)	1 hora
CO	ppm (mg/m^3)	8.8 (10)	8 horas
		35.0 (40)	1 hora

Nota: La norma anual para PST se calculará con el promedio geométrico de los datos, mientras que la norma anual para PM₁₀ se calculará con el promedio aritmético.

Fuente: Resolución 0601 de 04 de abril de 2006. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. República de Colombia.

La Organización Mundial de la Salud, OMS, tiene definidas unas normas de calidad del aire tomando como base un examen de las pruebas científicas acumuladas. Estas normas pueden ser aplicables en todas las regiones de la OMS. La tabla 4 muestra un resumen de estas normas ambientales.

Tabla 4. Normas de Calidad del Aire de la OMS

Contaminante	Unidad	Límite máximo permisible	Tiempo de exposición
PM ₁₀	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	20	Anual
		50	24 horas
PM _{2.5}	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	10	Anual
		25	24 horas
SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	20	24 horas
		500	10 minutos
NO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	40	Anual
		200	1 hora
O ₃	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	100	8 horas

Fuente: Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización mundial 2005. Organización Mundial de la Salud.

3. SITIOS DE MONITOREO Y EQUIPOS

Entre diciembre 15 de 2006 y diciembre 31 de 2007 se operaron 15 equipos medidores de las partículas suspendidas totales (PST), 6 medidores de dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno (tres gases), 3 equipos medidores manuales de partículas menores de 10 micras (PM10), 3 medidores automáticos de monóxido de carbono (CO), 2 medidores de lluvia ácida, un equipo medidor de ozono (O₃) y 8 medidores automáticos de PM10, que iniciaron operación en agosto de 2007. La tabla 5 presenta un resumen de las estaciones que se operaron en este período, con los contaminantes monitoreados en cada una de ellas. La tabla no incluye la estación automática adquirida por AMVA.

Tabla 5. Estaciones y equipos monitoreados a diciembre 31 de 2007

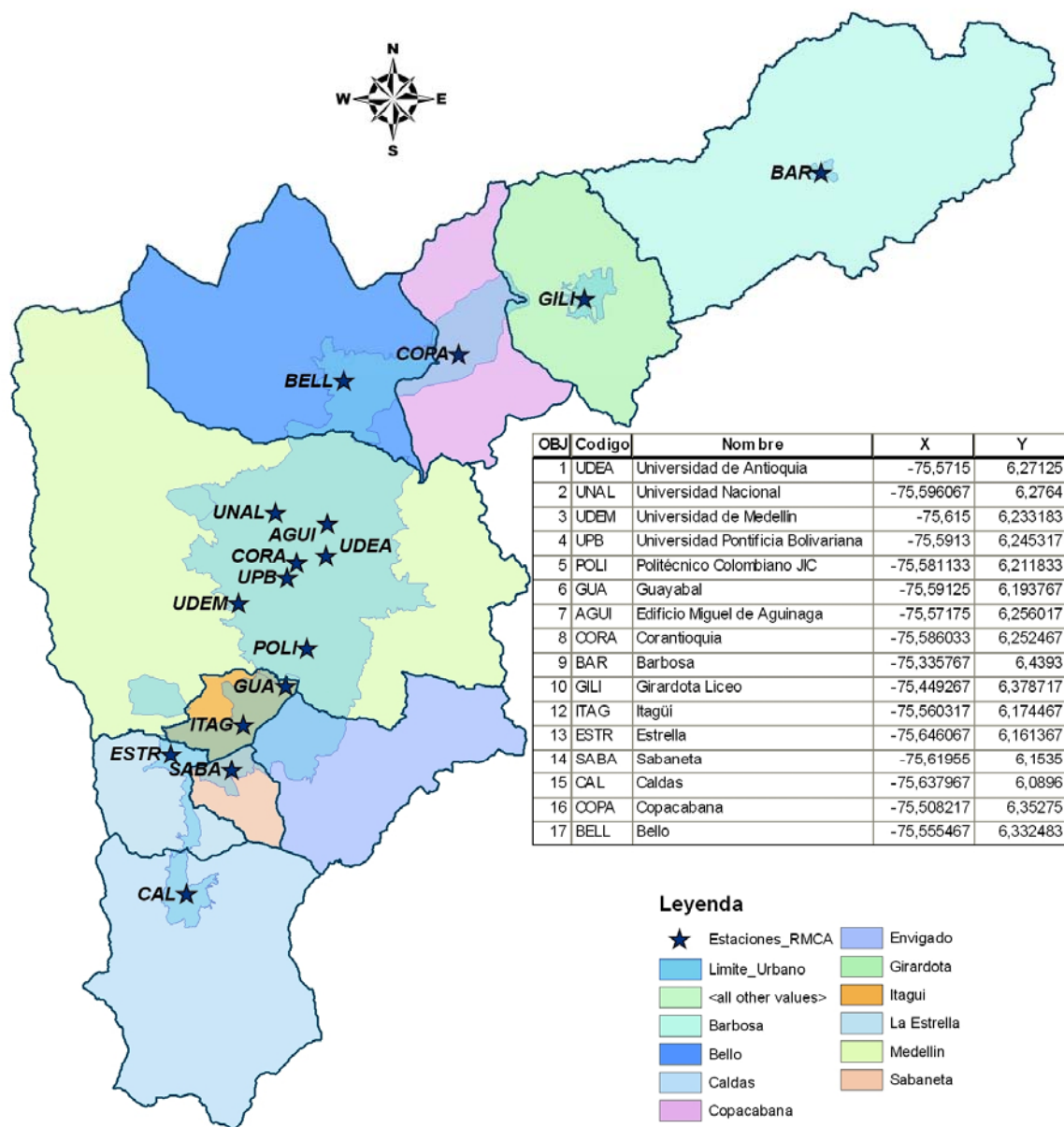
ESTACIÓN	CÓDIGO	EQUIPO						
		H V	PM10	T GAS	CO	O ₃	MET	LI Ac
Municipio de Barbosa, Hospital San Vicente de Paúl	BAR							
Municipio de Girardota Liceo Manuel José Sierra	GILI							
Municipio de Girardota Colegio Colombia	GICC		EA					
Municipio de Copacabana, Hospital Santa Margarita	COPA							
Municipio de Bello, Biblioteca Marco Fidel Suárez	BEL1							
Municipio de Bello, EPM subestación eléctrica	BEL2		EA					
Universidad de Antioquia	UDEA							
Universidad Nacional de Colombia, Fac Minas, Bloque M1	UNAL		EA					
Universidad Nacional de Colombia, Fac Minas, Bloque M5	UNAL							
Universidad Pontificia Bolivariana	UPB							
Universidad de Medellín	UDEM							
Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid	POLI		EA					
Municipio de Itagüí, Colegio El Rosario	ITAG		EA					
Municipio de Sabaneta, Alcaldía Municipal	SABA							
Municipio de La Estrella, Estación de Policía	ESTR							
Municipio de Caldas, Plaza de mercado municipal	CALD		EA					
Corantioquia, Carrera 65 x Calle 44	CORA							
Guayabal, Planta de Tratamiento San Fernando (1)	GUA		EA					
Centro de Medellín, Edificio Miguel de Aguinaga	AGUI							
Centro de Medellín, Éxito San Antonio	SANA		EA					

(1) En esta estación se tiene PM10 manual y PM10 automático.

Met: Estación Meteorológica. LI.Ac: Medidor de Lluvia ácida. EA: Equipo Automático.

En la figura 1 se presenta la ubicación geográfica de las estaciones de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

Figura 1. Ubicación geográfica de las estaciones de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá



4. RESULTADOS DEL MONITOREO POR CONTAMINANTE

4.1 RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO

4.1.1 Material particulado en suspensión. En la tabla 6 se presenta un resumen de las concentraciones de material particulado en suspensión (PST) obtenidas entre diciembre 15 de 2006 y diciembre 31 de 2007.

Tabla 6. Concentración de PST entre diciembre 15 de 2006 y diciembre 31 de 2007, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en condiciones de referencia

	Estación														
	BARB	BEL1	CALD	AGUI	COPA	ESTR	GILI	GUA	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB
Promedio geométrico	73	83	93	124	81	75	65	104	103	109	91	109	84	141	84
Cantidad Datos [CD]	116	112	119	114	120	98	115	122	125	121	113	110	113	113	119
Desviación estándar	39	34	26	43	31	20	24	26	27	29	26	49	25	45	24
Valor máximo	214	213	157	300	188	140	134	181	184	204	152	263	158	308	159
Valor mínimo	25	26	32	34	30	36	19	39	40	45	36	30	29	61	36
NVSND [1]	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NVSNA [2]	26	31	57	82	33	14	13	74	79	80	50	70	33	97	36
NVSNA (%)	22	28	48	72	28	14	11	61	63	66	44	64	29	86	30

1 NVSND: Número de Veces que se Supera la Norma Diaria Colombiana [$300 \mu\text{g}/\text{m}^3$]

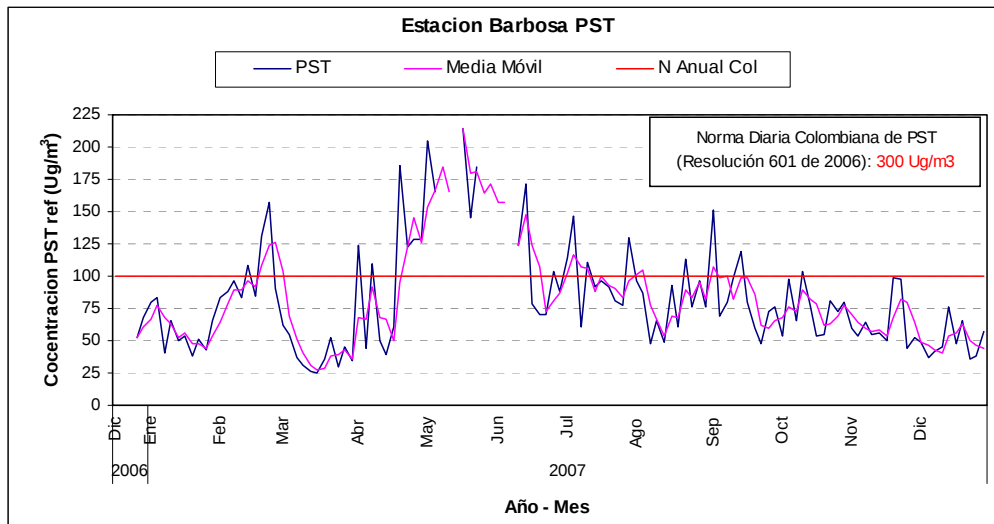
2 NVSNA: Número de Veces que se Supera la Norma Anual Colombiana [$100 \mu\text{g}/\text{m}^3$]

Las gráficas 1 a 15 muestran la variación de las concentraciones diarias de PST y su media móvil entre diciembre 15 de 2006 y diciembre 31 de 2007 en todas las estaciones que se operaron en este periodo.

- **Estación Barbosa (BAR).**

En esta estación las concentraciones diarias estuvieron entre $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $214 \mu\text{g}/\text{m}^3$: El promedio geométrico fue de $73 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que es inferior a la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definida en la Resolución 601 de 2006 del MAVDT. Únicamente el 22% de las concentraciones diarias superaron la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La gráfica 1 muestra que las máximas concentraciones se presentan de febrero a marzo y en mayo, donde se registraron concentraciones entre $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, las cuales coinciden con trabajos de construcción de la vía Hatillo – Barbosa – La Pradera. Es notoria la disminución de las concentraciones a partir de junio.

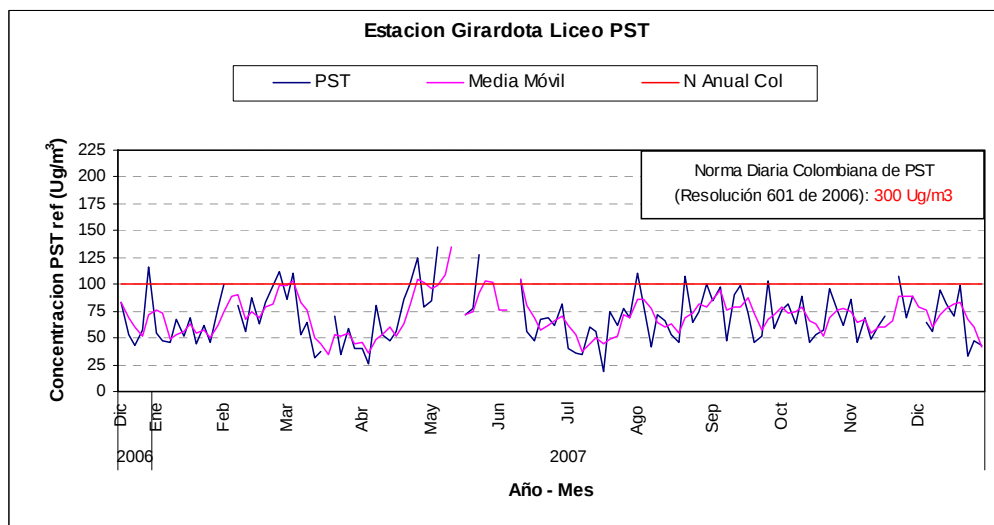
Gráfica 1. Concentración de PST diciembre 2006 diciembre 2007 estación Barbosa



- Estación Girardota Liceo (GILI).

En esta estación las concentraciones diarias estuvieron entre $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $134 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El promedio geométrico fue de $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (el promedio geométrico más bajos de todas las estaciones de PST), que es inferior a la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definida en la Resolución 601 de 2006 del MAVDT. Únicamente el 11% de las concentraciones diarias superaron la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La gráfica 2 muestra que las máximas concentraciones se presentan en mayo, donde se superan los $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

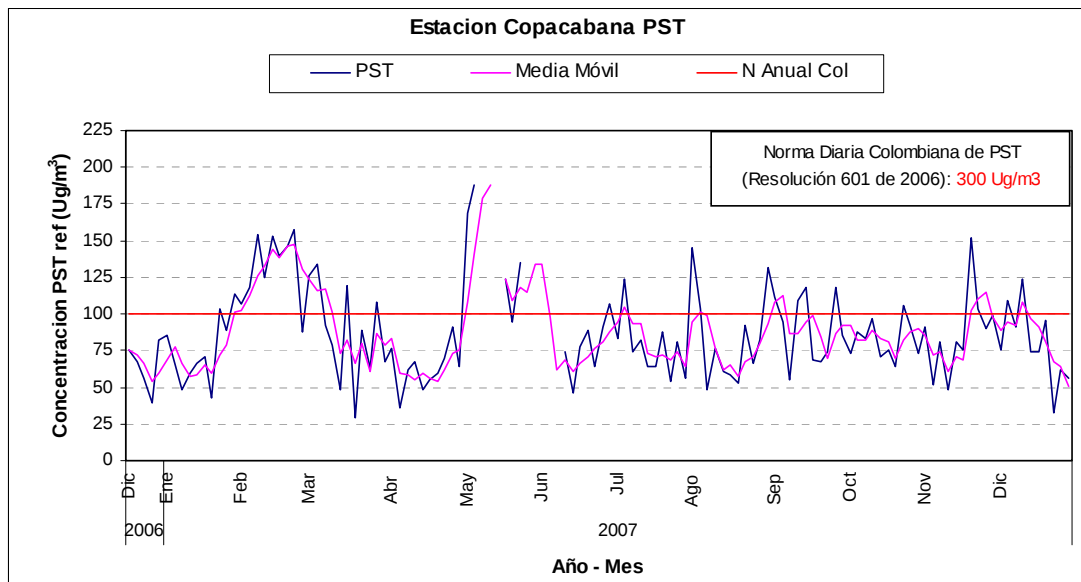
Gráfica 2. Concentración de PST diciembre 2006 diciembre 2007 estación Girardota Liceo



- **Estación Copacabana (COPA).**

En esta estación las concentraciones diarias estuvieron entre $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $188 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El promedio geométrico fue de $81 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que es inferior a la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definida en la Resolución 601 de 2006 del MAVDT. Únicamente el 28% de las concentraciones diarias superaron la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La gráfica 3 muestra que las máximas concentraciones se presentan en febrero - marzo y en mayo, donde se registraron concentraciones entre $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $175 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Gráfica 3. Concentración de PST diciembre 2006 diciembre 2007 estación Copacabana



- **Estación Bello (BEL1).**

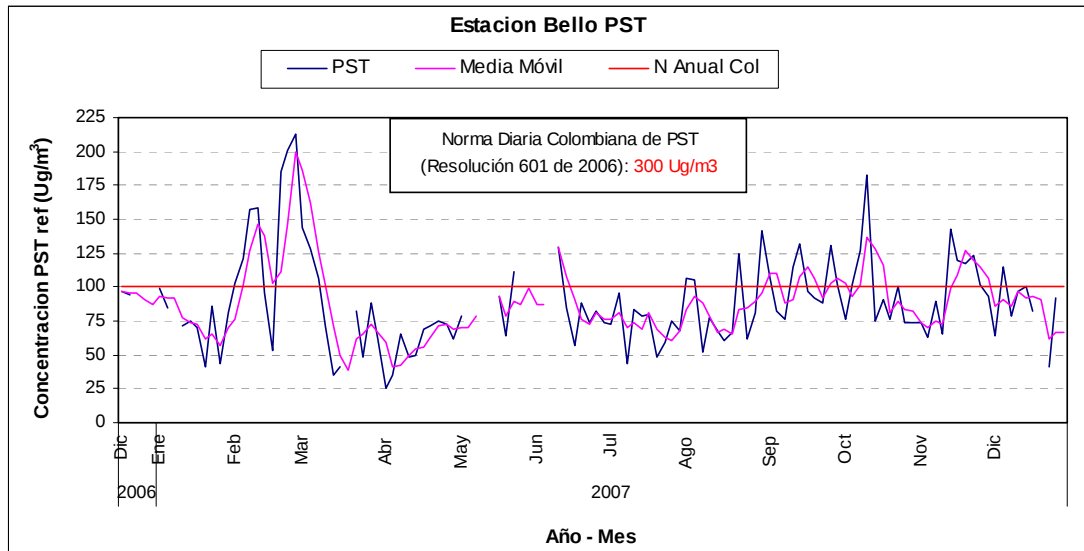
En esta estación las concentraciones diarias estuvieron entre $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $213 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El promedio geométrico fue de $83 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que es inferior a la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definida en la Resolución 601 de MAVDT del 2006. Únicamente el 28% de las concentraciones diarias superaron la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La gráfica 4 muestra que las máximas concentraciones se presentan de febrero a marzo, donde se registraron concentraciones entre $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y en octubre.

- **Estación Universidad de Antioquia (UDEA).**

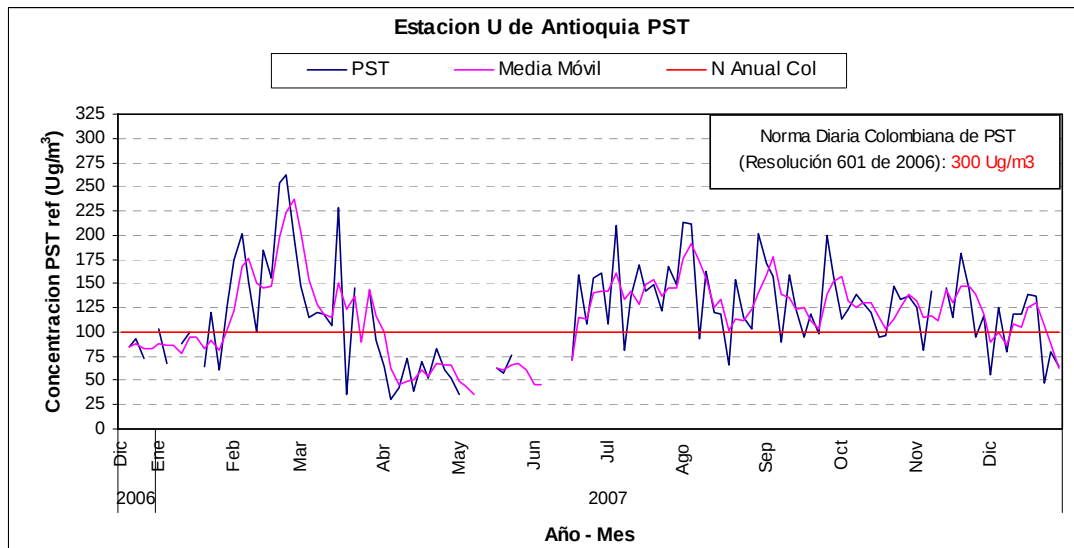
En esta estación las concentraciones diarias estuvieron entre $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $263 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El promedio geométrico fue de $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que es superior a la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definida en la Resolución 601 de 2006 del MAVDT. En esta estación, el 65% de las concentraciones diarias superaron la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La gráfica 5 muestra que las máximas concentraciones se presentan de febrero a marzo, donde se registraron concentraciones entre $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y entre julio y octubre,

donde se registraron concentraciones entre $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $275 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Esta estación tiene gran influencia del alto flujo vehicular que se presenta en los alrededores de la universidad.

Gráfica 4. Concentración de PST diciembre 2006 diciembre 2007 estación Bello



Gráfica 5. Concentración de PST diciembre 2006 diciembre 2007 estación UdeA

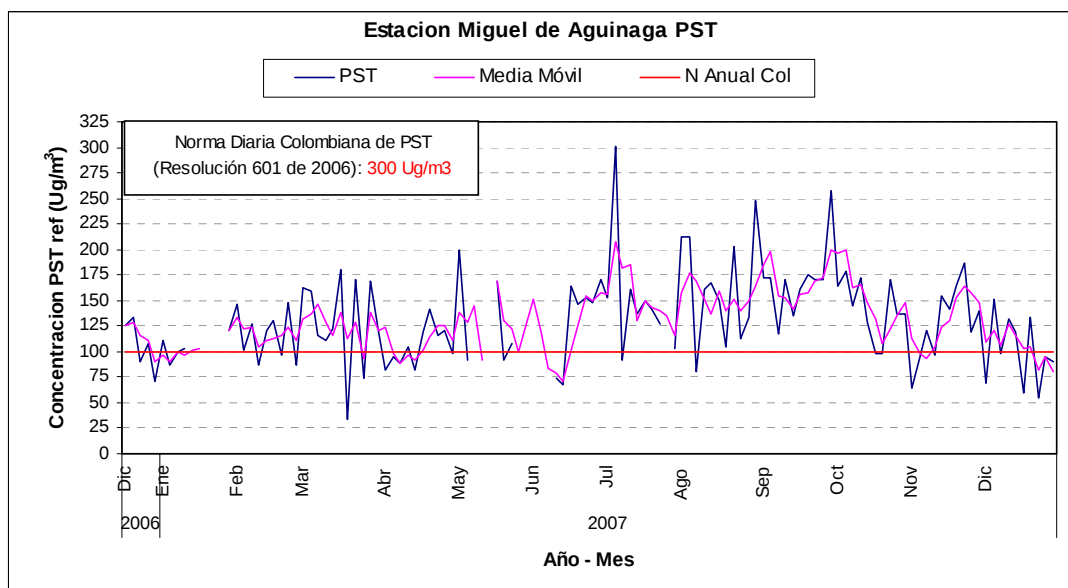


- **Estación Miguel de Aguinaga (AGUI).**

En esta estación las concentraciones diarias estuvieron entre $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$: El promedio geométrico fue de $124 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que es superior a la norma anual de 100

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ definida en la Resolución 601 del 2006 de MAVDT. En esta estación, el 72% de las concentraciones diarias superaron la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La gráfica 6 muestra que las máximas concentraciones se presentan de febrero a marzo, donde se registraron concentraciones entre $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $175 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y entre julio y octubre, donde se registraron concentraciones entre $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$, época que coincidió con los trabajos de construcción y remodelación de la carrera Carabobo, en cercanías del Edificio Miguel de Aguinaga.

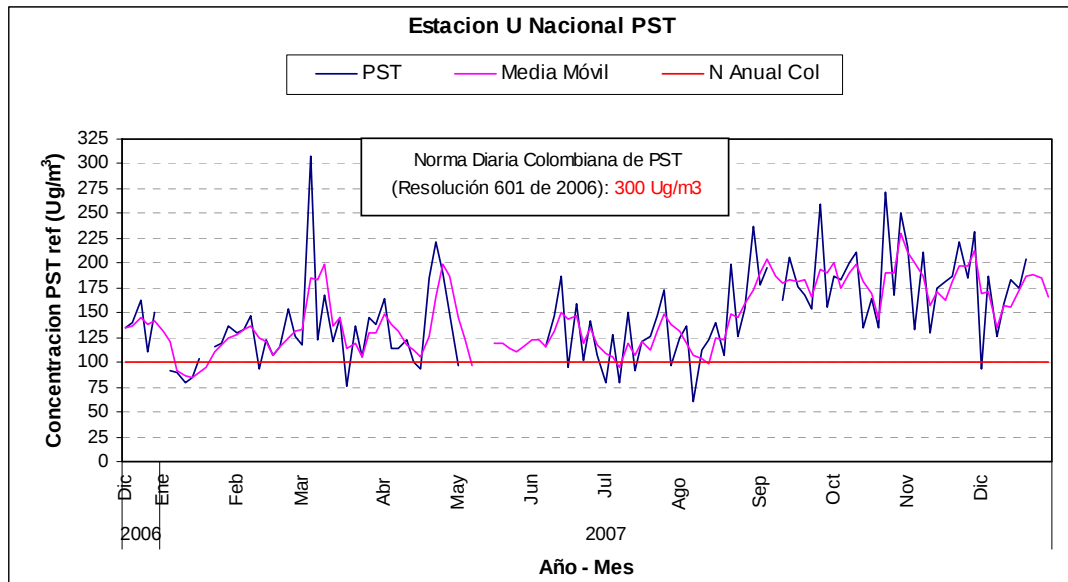
Gráfica 6. Concentración de PST diciembre 2006 diciembre 2007 estación Miguel de Aguinaga



- **Estación Universidad Nacional (UNAL).**

En esta estación las concentraciones diarias estuvieron entre $61 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $308 \mu\text{g}/\text{m}^3$, superando la norma diaria de $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definida en la Resolución 601 de 2006 del MAVDT. El promedio geométrico fue de $141 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que es superior a la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definida en la Resolución 601 de 2006 del MAVDT. En esta estación, el 86% de las concentraciones diarias superaron la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La gráfica 7 muestra que las máximas concentraciones se presentan de febrero a marzo, donde se registraron concentraciones entre $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $308 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y entre agosto y diciembre, donde se registraron concentraciones entre $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$, época que coincide con los inicios de los trabajos de construcción del nuevo ÉXITO, en las antiguas instalaciones de COLPISOS, distante unos 50 metros del equipo medidor. Esta estación tiene gran influencia del alto flujo vehicular que se presenta en la vía de salida al mar. La cercanía del equipo medidor a esta vía hace que esta estación se considere de seguimiento de contaminación de partículas de fuentes vehiculares.

Gráfica 7. Concentración de PST diciembre 2006 diciembre 2007 Estación UNacional



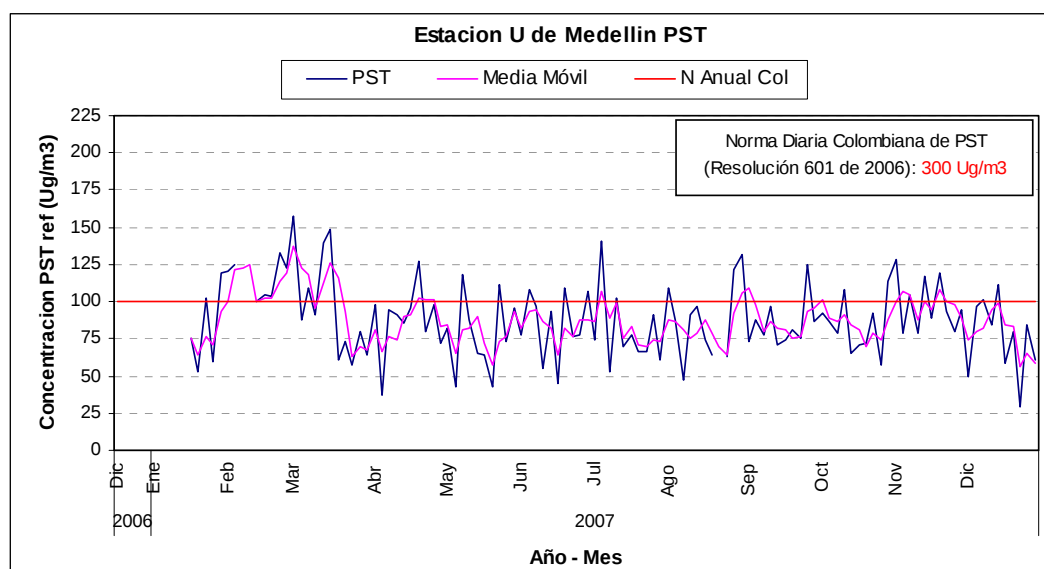
- **Estación Universidad de Medellín (UDEM).**

En esta estación las concentraciones diarias estuvieron entre $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $158 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El promedio geométrico fue de $84 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que es inferior a la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definida en la Resolución 601 de 2006 del MAVDT. En esta estación, el 30% de las concentraciones diarias superaron la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La gráfica 8 muestra que las máximas concentraciones se presentan de febrero a marzo, donde se registraron concentraciones entre $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, coincidiendo con los trabajos de construcción de Metroplus, en cercanías a la Universidad.

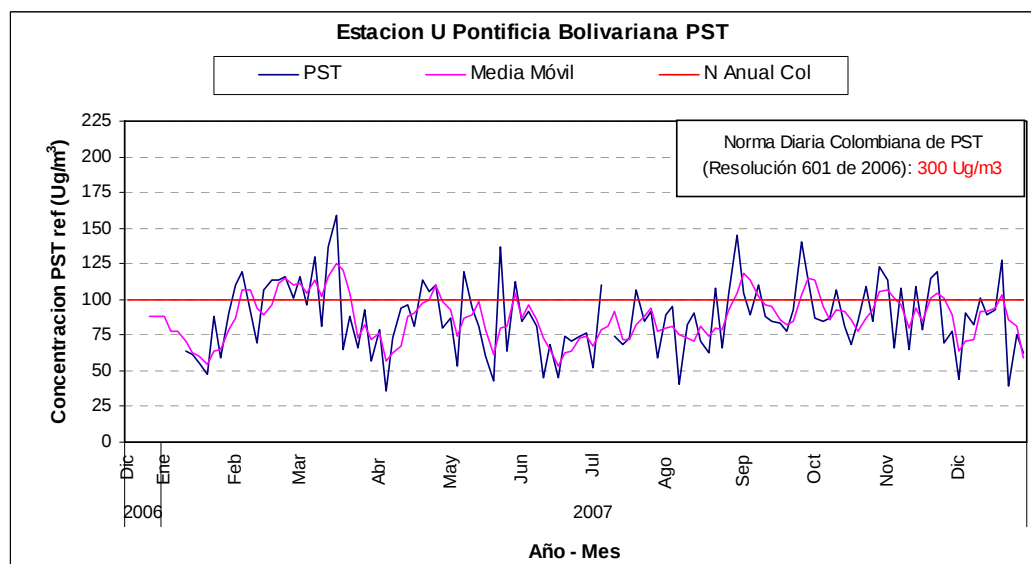
- **Estación Universidad Pontificia Bolivariana (UPB).**

En esta estación las concentraciones diarias estuvieron entre $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $159 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El promedio geométrico fue de $84 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que es inferior a la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definida en la Resolución 601 de 2006 del MAVDT. En esta estación, el 30% de las concentraciones diarias superaron la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La gráfica 9 que esta estación tiene un comportamiento muy constante durante el año. Las máximas concentraciones se presentan de febrero a marzo, donde se registraron concentraciones entre $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y un leve aumento entre agosto y noviembre, donde se registran concentraciones entre $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Esta estación tiene gran influencia del alto flujo vehicular que se presenta en los alrededores de la universidad.

Gráfica 8. Concentración de PST diciembre 2006 diciembre 2007 estación U de Medellín



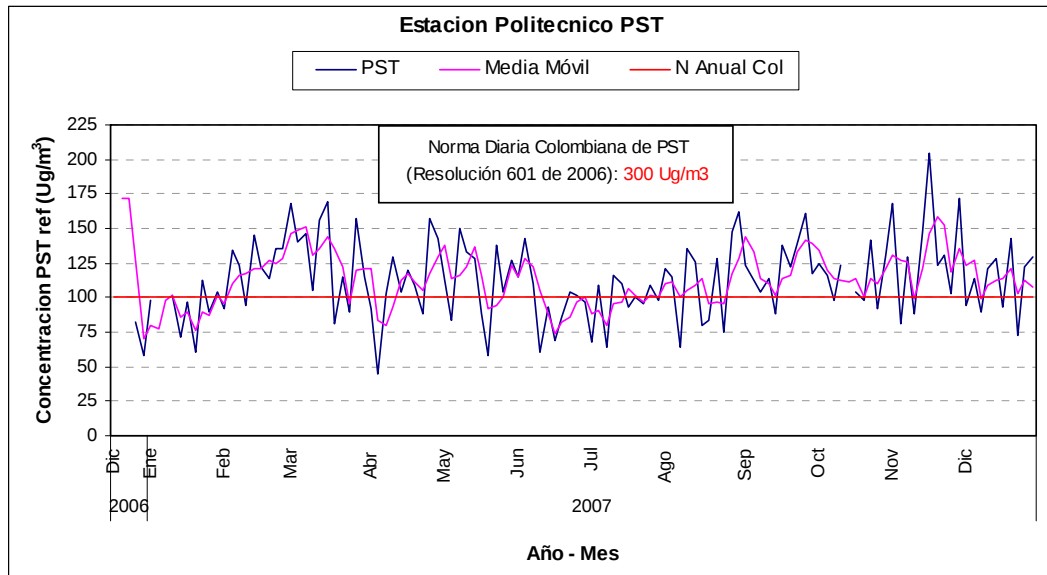
Gráfica 9. Concentración de PST diciembre 2006 diciembre 2007 estación UPB



- **Estación Politécnico (POLI).**

En esta estación las concentraciones diarias estuvieron entre $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $204 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El promedio geométrico fue de $109 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que es superior a la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definida en la Resolución 601 de 2006 del MAVDT. En esta estación, el 66% de las concentraciones diarias superaron la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La gráfica 10 muestra que las máximas concentraciones se presentan de febrero a marzo, donde se registraron concentraciones entre $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $175 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y entre agosto y diciembre, donde se registraron concentraciones entre $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Esta estación tiene gran influencia del alto flujo vehicular que se presenta en los alrededores de la universidad.

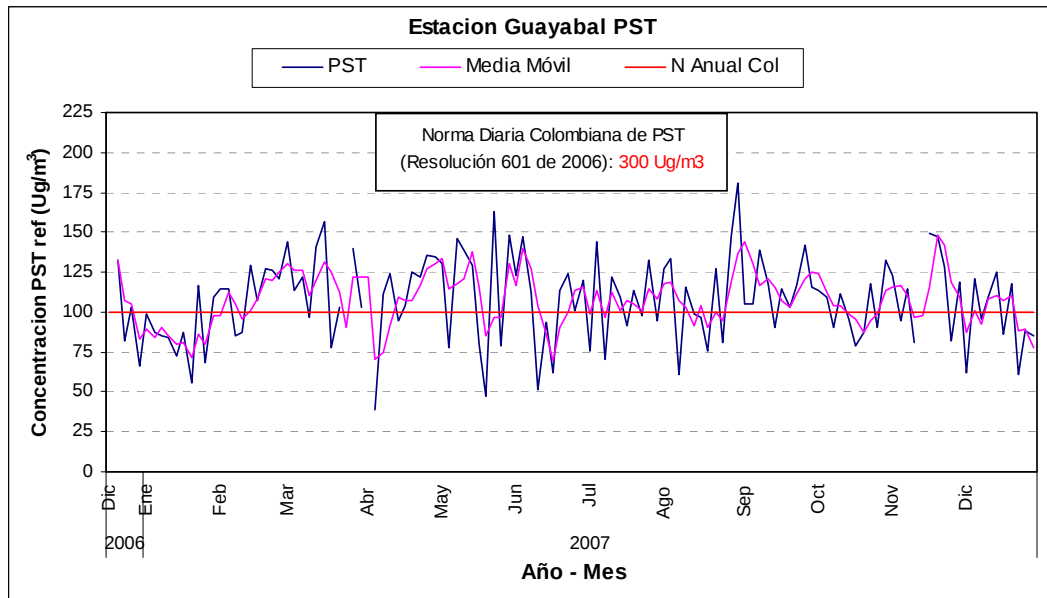
Gráfica 10. Concentración de PST diciembre 2006 diciembre 2007 estación Politécnico



- **Estación Guayabal (GUA).**

En esta estación las concentraciones diarias estuvieron entre $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $181 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El promedio geométrico fue de $104 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que es superior a la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definida en la Resolución 601 de 2006 del MAVDT. En esta estación, el 61% de las concentraciones diarias superaron la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La gráfica 11 muestra que las máximas concentraciones se presentan de febrero a octubre, donde se registraron concentraciones entre $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $175 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Esta estación tiene gran influencia del alto flujo vehicular e industrial.

Gráfica 11. Concentración de PST diciembre 2006 diciembre 2007 estación Guayabal



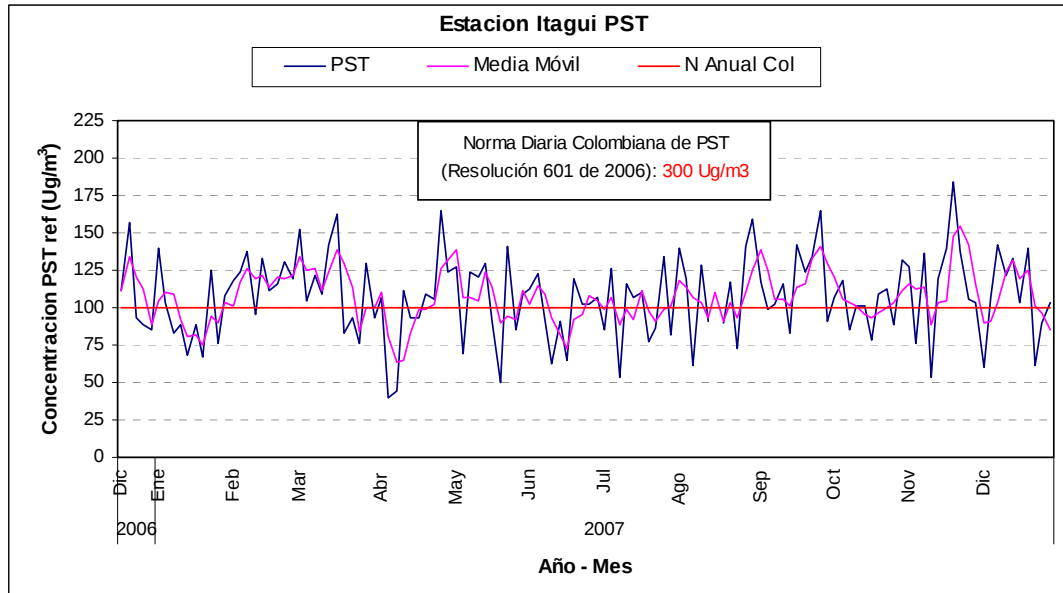
- **Estación Itagüí (ITAG).**

En esta estación las concentraciones diarias estuvieron entre $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $184 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El promedio geométrico fue de $103 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que es superior a la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definida en la Resolución 601 de 2006 del MAVDT. En esta estación, el 63% de las concentraciones diarias superaron la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La gráfica 12 muestra que las máximas concentraciones se presentan de febrero a marzo, donde se registraron concentraciones entre $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y entre agosto y septiembre, donde se registraron concentraciones entre $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Esta estación tiene gran influencia del alto flujo vehicular e industrial.

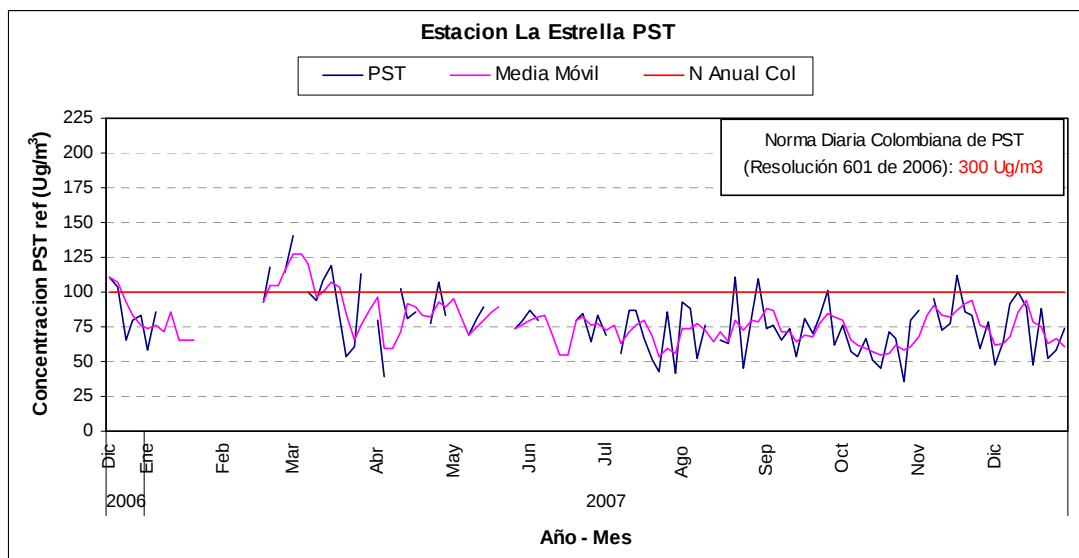
- **Estación La Estrella (ESTR).**

En esta estación las concentraciones diarias estuvieron entre $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El promedio geométrico fue de $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que es inferior a la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definida en la Resolución 601 de 2006 del MAVDT. En esta estación, únicamente el 14% de las concentraciones diarias superaron la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La gráfica 13 muestra que las máximas concentraciones se presentan de febrero a marzo, donde se registraron concentraciones entre $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y entre agosto y septiembre, donde se registraron concentraciones entre $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Gráfica 12. Concentración de PST diciembre 2006 diciembre 2007 estación Itagüí



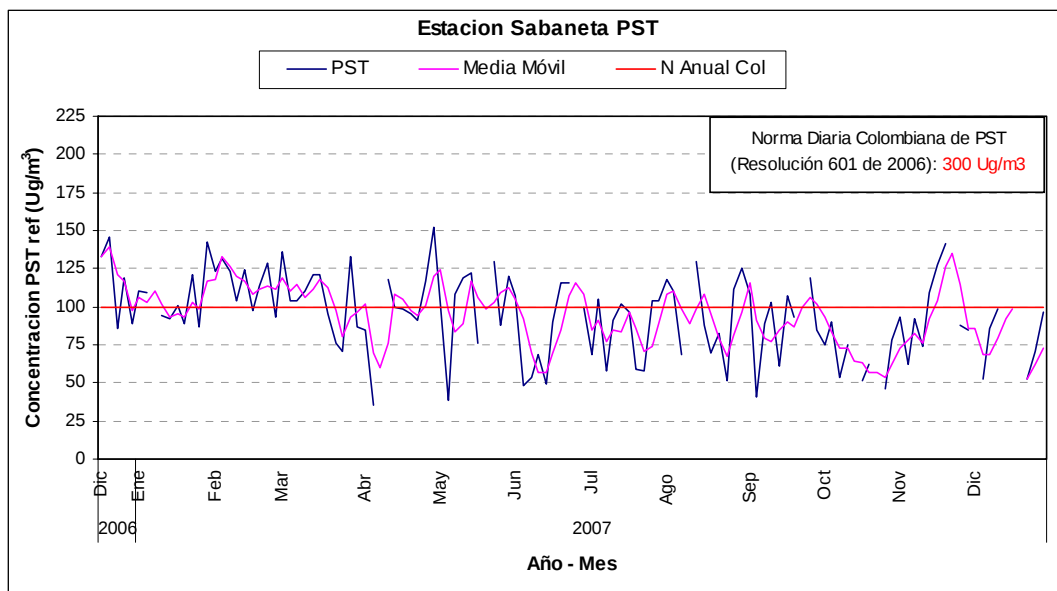
Gráfica 13. Concentración de PST diciembre 2006 diciembre 2007 estación La Estrella



- **Estación Sabaneta (SABA).**

En esta estación las concentraciones diarias estuvieron entre $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $152 \mu\text{g}/\text{m}^3$: El promedio geométrico fue de $91 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que es inferior a la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definida en la Resolución 601 de 2006 del MAVDT. En esta estación, el 45% de las concentraciones diarias superaron la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La gráfica 14 muestra que las máximas concentraciones se presentan de febrero a mayo, donde se registraron concentraciones entre $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y a partir del segundo semestre han disminuido las concentraciones de PST.

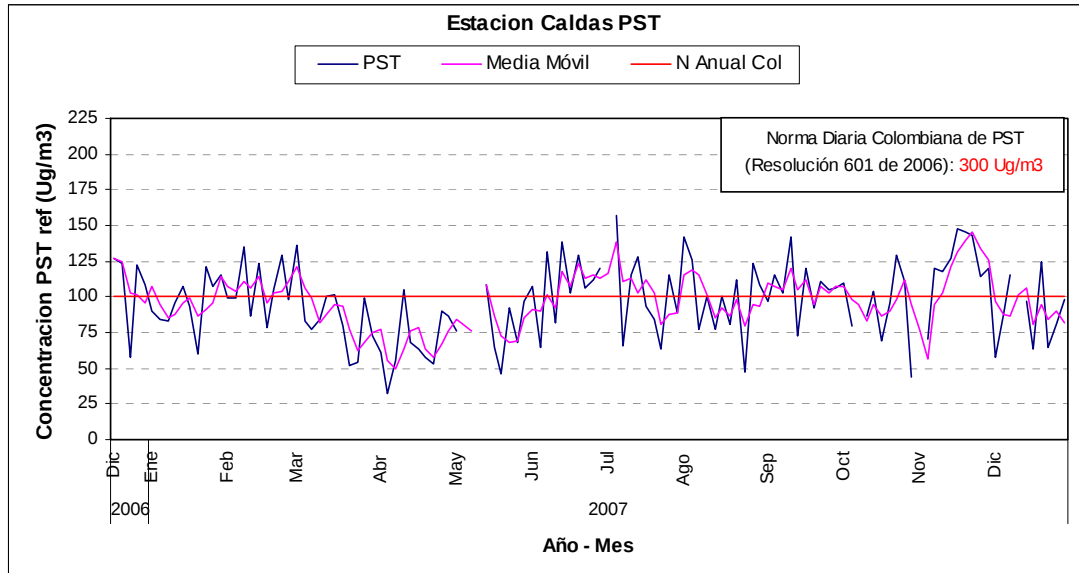
Gráfica 14. Concentración de PST diciembre 2006 diciembre 2007 estación Sabaneta



- **Estación Caldas (CALD).**

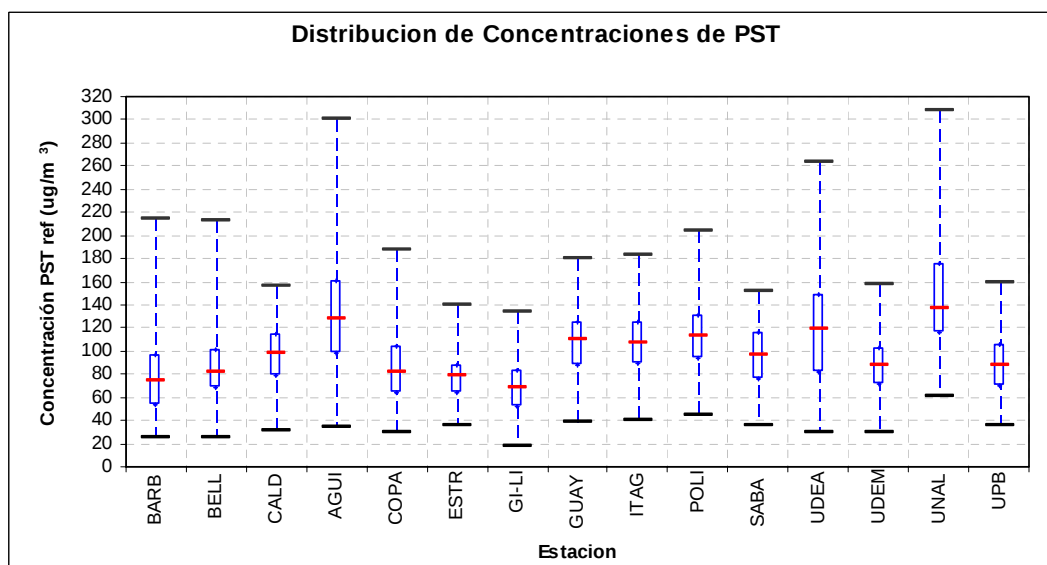
Esta estación opero hasta mayo en el Hospital San Vicente de Paúl de este municipio, distante unas seis cuadras del parque principal, y desde mayo viene operando en la plaza de mercado de esta municipalidad, a una cuadra del parque principal. En esta estación las concentraciones diarias estuvieron entre $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $157 \mu\text{g}/\text{m}^3$: El promedio geométrico fue de $93 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que es inferior a la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definida en la Resolución 601 de 2006 del MAVDT. En esta estación, el 49% de las concentraciones diarias superaron la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La gráfica 15 muestra que las máximas concentraciones se presentan de febrero a marzo, donde se registraron concentraciones entre $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y entre julio y agosto, donde se registraron concentraciones entre $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Es notorio el aumento de las concentraciones desde el mes de mayo, con el cambio del sitio de monitoreo.

Gráfica 15. Concentración de PST diciembre 2006 diciembre 2007 estación Caldas



La gráfica 16 muestra un resumen de las concentraciones de PST entre el 15 de diciembre de 2006 y el 31 de diciembre de 2007, que permite complementar el análisis realizado de todas las estaciones de monitoreo de PST. Esta gráfica muestra que la estación Miguel de Aguinaga y Universidad Nacional presentaron las concentraciones máximas más altas y que las estaciones Girardota Liceo y La Estrella tienen las concentraciones más bajas de PST.

Gráfica 16. Tendencias de distribución de PST diciembre 2006 diciembre 2007



4.1.2 Material Particulado Respirable (PM10). En la tabla 7 se presenta un resumen de las concentraciones de material particulado respirable (PM10) obtenidas entre diciembre 15 de 2006 y diciembre 31 de 2007.

Tabla 7. Concentración de PM10 entre diciembre 15 de 2006 y diciembre 31 de 2007, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en condiciones de referencia

	Estación										
	Manuales			Automáticas							
	AGUI	CORA	GUA	UNAL	SANA	POLI	GUA	ITAG	CALD	BELL2	GICC
Promedio aritmético	72	66	65	88	92	65	69	69	61	69	51
Cantidad Datos [CD]	113	111	121	141	146	145	96	146	141	129	140
Desviación estándar	22	18	16	26	24	17	17	16	15	25	14
Valor máximo	146	123	121	148	150	121	114	112	102	145	86
Valor mínimo	16	21	22	21	35	27	25	23	25	23	22
NVSND [2]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NVSNA [3]	63	40	51	110	120	57	47	66	38	55	14
NVSNA (%)	56	36	42	78	82	39	49	45	27	43	10

1 Las variables estadísticas presentadas para los equipos automáticos se calcularon con los promedios diarios

2 NVSND: Número de Veces que se Supera la Norma Diaria Colombiana [$150 \mu\text{g}/\text{m}^3$]

3 NVSNA: Número de Veces que se Supera la Norma Anual Colombiana [$70 \mu\text{g}/\text{m}^3$]

En la tabla 8 y tabla 9 se presenta los valores máximos y mínimos de los datos horarios y los datos diarios (24 horas), respectivamente.

Tabla 8. Concentración horaria PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de de agosto a diciembre de 2007.

PM 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Universidad Nacional	San Antonio	Politécnico	Guayabal	Itagüí	Caldas	Bello	Girardota
Mínimo	11	9	3	5	6	6	9	5
Fecha	14/08	07/09	18/11	26/08	28/10	07/10	26/10	26/10
Hora	02:00	04:00	16:00	16:00	18:00	19:00	19:00	01:00
Máximo	351	311	470	217	214	237	567	339
Fecha	28/11	21/11	17/11	24/08	31/08	12/10	27/12	20/12
Hora	07:00	19:00	17:00	19:00	09:00	21:00	20:00	06:00
AVG	92	94	66	70	70	62	69	52
Numero de datos	3272	3441	3448	2267	3399	3274	2991	3248
Datos[%]	93.326	98.146	98.346	64.66	96.95	93.383	85.311	92.64
STD	48	45	31	36	31	28	42	30

Tabla 9. Concentración diaria PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de agosto a diciembre de 2007.

PM 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Universidad Nacional	San Antonio	Politécnico	Guayabal	Itagüí	Caldas	Bello	Girardota
Mínimo	37	35	27	39	33	28	25	25
Fecha	07/10	02/12	25/11	15/10	28/10	28/10	03/09	12/11
Máximo	148	150	121	114	112	102	145	86
Fecha	25/09	31/08	17/11	19/10	21/12	16/11	28/12	04/09
AVG	92	95	66	70	69	62	69	52
Numero de datos	143.0	145.0	147.0	106.0	148.0	143.0	131.0	142.0
Datos[%]	96.63	97.97	99.32	71.62	100	96.62	88.513	95.95
STD	22	22	16	16	16	12	20	14

Las gráficas de PM10 muestran la variación de las concentraciones diarias y su media móvil entre diciembre 15 de 2006 y diciembre 31 de 2007 en los equipos manuales y automáticos de PM10. En estas graficas se destaca que todas las concentraciones diarias superan la norma anual de la OMS de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que el 84%, en promedio, de las concentraciones diarias superan la norma anual de EEUU (EPA) de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y comparando con la norma anual colombiana solamente el 46%, en promedio, de las concentraciones diarias superan la norma anual colombiana de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Las gráficas muestran el comportamiento del material particulado inferior a 10 micras. Nos indican como a la hora en que se presenta el mayor movimiento vehicular el porcentaje de material particulado se incrementa notoriamente para este mes la concentración de material particulado de la mayoría de estaciones presento un incremento debido a construcciones que se están efectuando en la ciudad. Los PM10 reportan datos cada hora de la hora anterior vía modem al Centro de Control donde se actualizan y descargan automáticamente a una base de datos. El Centro de control reporta estos mismos datos a un equipo remoto ubicado provisionalmente en la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de Minas para el seguimiento y control de cada una de las estaciones. Recordemos que según la Resolución 601 de 2006 del MAVDT los límites máximos para PM10 son: $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 horas y $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ anuales.

- **Estación Girardota (GICC).**

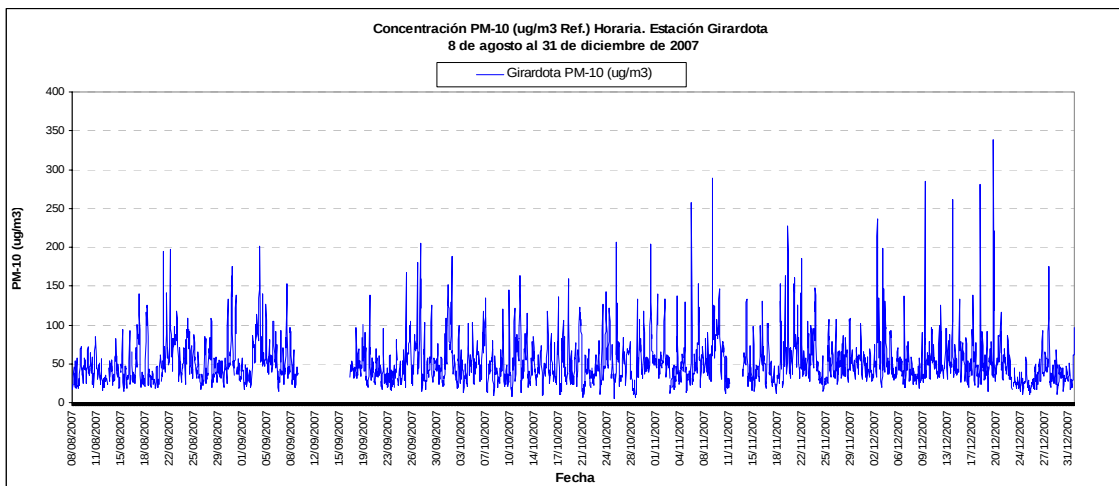
En el municipio de Girardota se localizan varias fuentes de contaminación de material particulado que influyen en la calidad del aire de la zona, son ellas, fuentes fijas de empresas como Pigmentos, Productos Familia, Colceramica, Enka de Colombia e Interquim entre otras (ver foto 1), la construcción de la doble calzada de la vía Bello-Atillo y el alto flujo vehicular que posee esta vía.

Foto 1. Fuentes fijas cercanas a la estación de Girardota



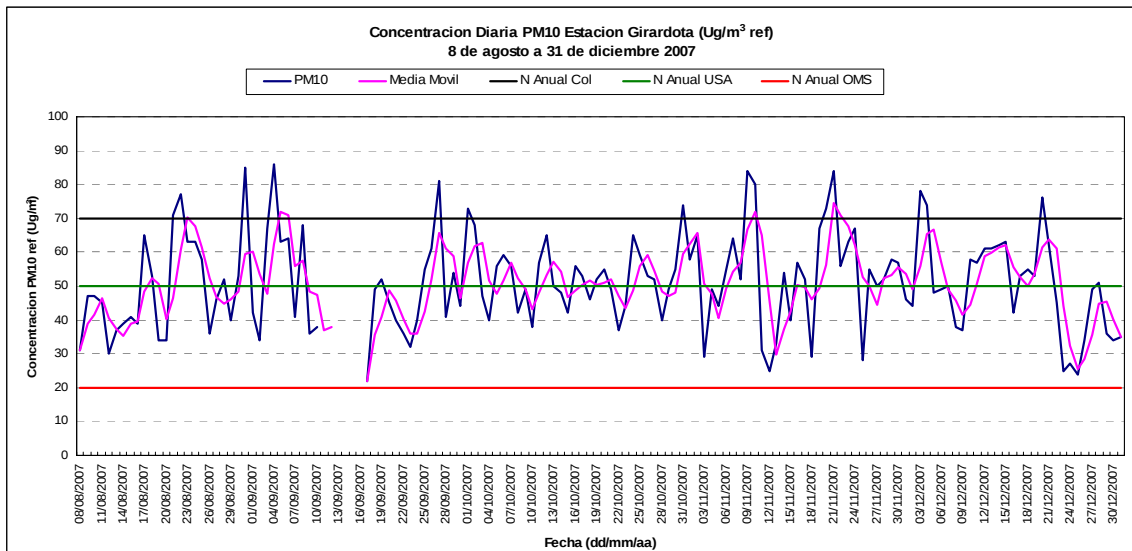
Las concentraciones horarias de PM10 superaron en 38 ocasiones la norma diaria Colombiana de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Resolución 601 de 2006), equivalente al 1% del total de los datos horarios. La concentración horaria máxima fue de $339 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que se presentó el 20 de diciembre a las 06:00 horas. El comportamiento de las concentraciones horarias de PM10, desde el 8 de agosto hasta el 31 de diciembre de 2007, se muestra en la gráfica 17.

Gráfica 17. Concentración horaria de PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre, estación Girardota.

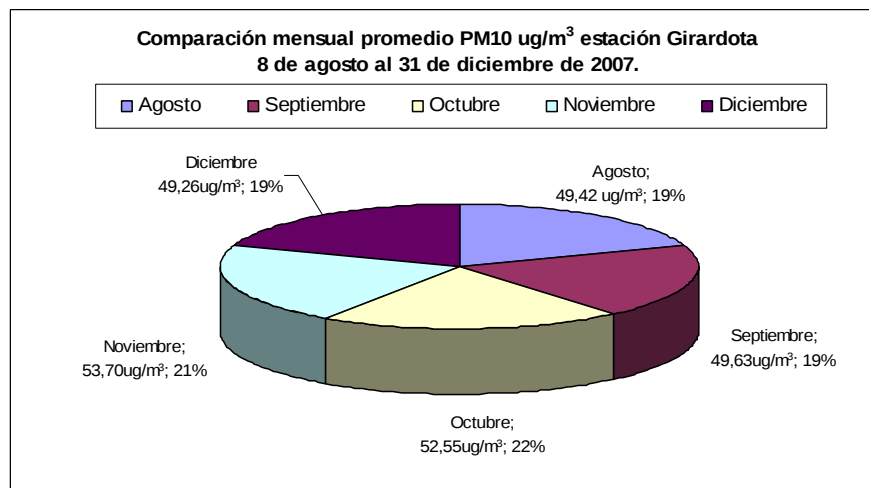


La concentración diaria máxima de PM10 fue de $86 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada el 04 de septiembre. En ésta estación, las concentraciones diarias excedieron en 14 ocasiones (10%) la norma anual colombiana de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Resolución 601 de 2006 del MAVDT), el 51% superaron la norma anual de USA y la norma diaria de la OMS ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y todas las concentraciones diarias superaron la norma anual de la OMS ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$), como se observa en la gráfica 18. Igualmente, el promedio mensual se presenta en la gráfica 19 y se observa que el mes más contaminado fue noviembre.

Gráfica 18. Concentración diaria de PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre, estación Girardota.



Gráfica 19. Concentración promedio mensual de PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre de 2007 estación Girardota.



- **Estación Bello (BEL2).**

Esta estación tiene gran influencia de material particulado generado por fuentes móviles. En noviembre y diciembre de 2007 se aumentaron las concentraciones por los procesos de reparación y ampliación del intercambio vial que va desde la estación Niquía del metro hasta la autopista Regional (ver foto 2).

Foto 2. Construcciones cercanas a la estación Bello; BEL2

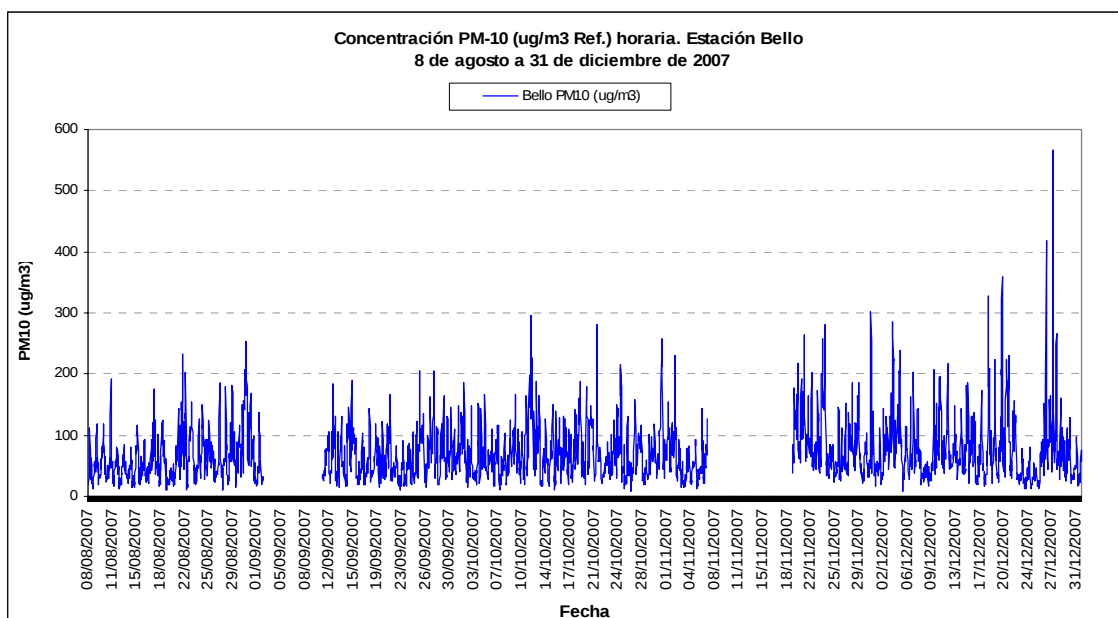


Las concentraciones horarias de PM₁₀ fueron superiores a la norma Colombiana de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Resolución 601 de 2006) en 173 ocasiones (5,8% del total de las concentraciones). La concentración horaria máxima fue de 567 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada el 27 de diciembre a las 20:00 horas. El comportamiento de las concentraciones horarias de PM₁₀, desde el 08 de agosto al 31 de diciembre de 2007 se muestra en la gráfica 20.

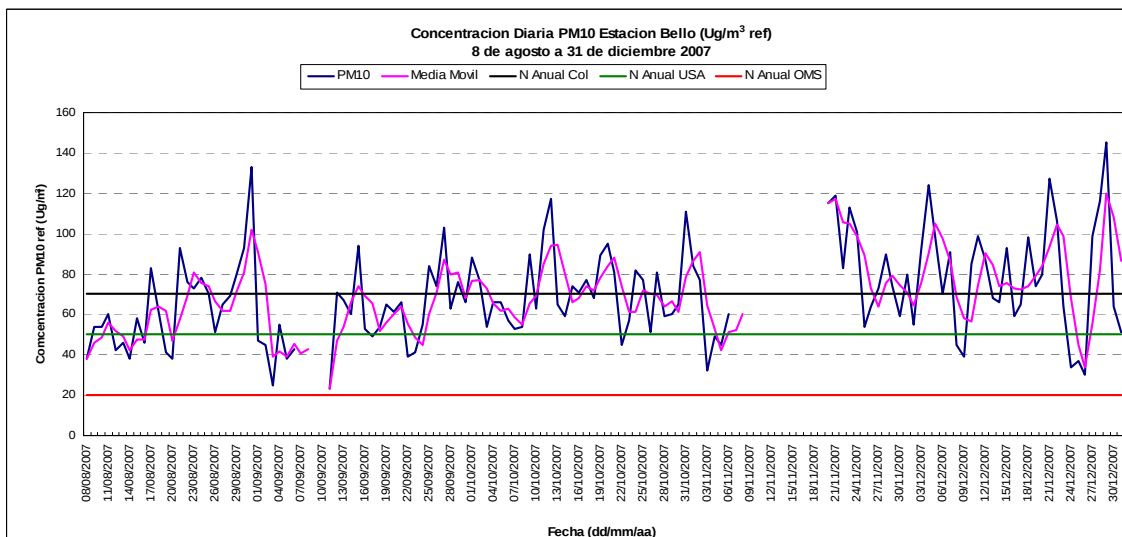
La concentración diaria máxima registrada fue de 145 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el 29 de diciembre, que es inferior a la norma diaria Colombiana (150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). El 44% de las concentraciones diarias es superior a la norma diaria colombiana de 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Resolución 601 de 2006 del MAVDT), pero al compararlas con la norma anual de USA y la norma diaria de la OMS (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) es el 81% de los datos que superan estas normas y todas las concentraciones diarias superan la norma anual de OMS (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). El comportamiento diario del PM₁₀ se puede observar en la gráfica 21. Así mismo, el promedio mensual se muestra en la gráfica 22 y se observa que el mes más contaminado fue diciembre.

La estación Bello presentó un problema con su tarjeta de adquisición y el proceso de datos por ello fue remplazada por la de la estación Guayabal.

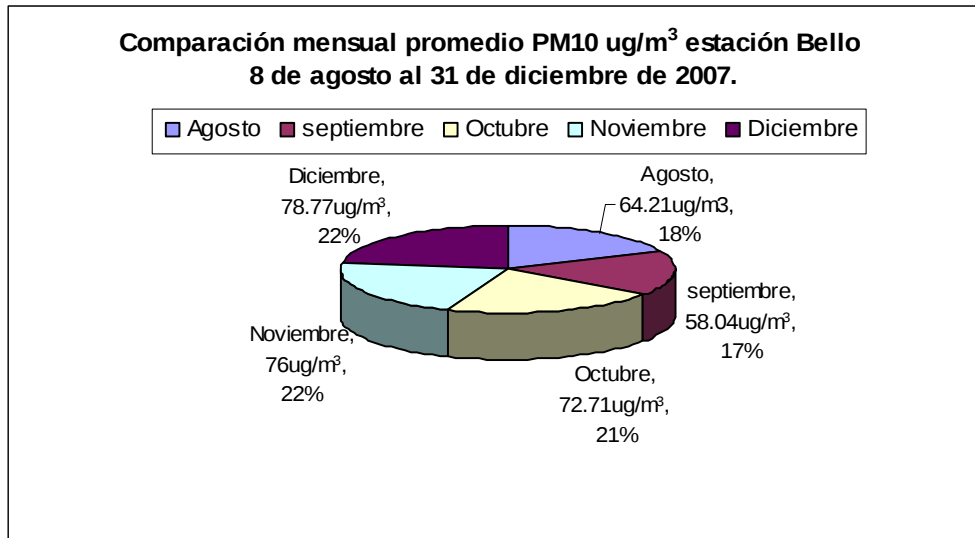
Gráfica 20. Concentración horaria de PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), agosto a diciembre 2007, estación Bello.



Gráfica 21. Concentración diaria de PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007, estación Bello.



Gráfica 22. Concentración promedio mensual de PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), agosto a diciembre 2007, estación Bello.

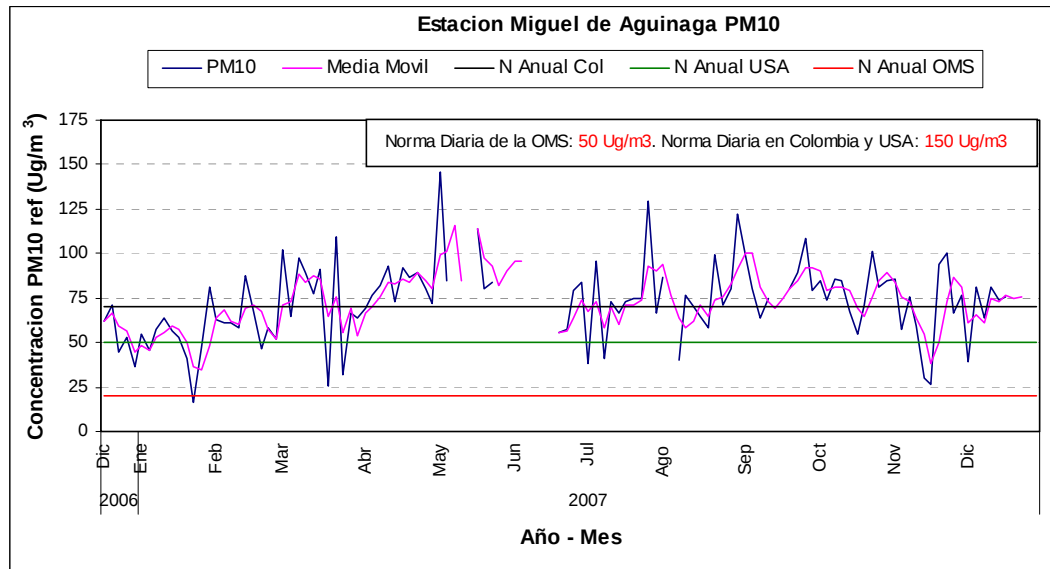


Del análisis de los gráficos observamos como a las horas donde hay mayor tránsito vehicular se presenta un incremento notable de material particulado. Recordemos que esta estación está en la vía Bello-Atillo, que presenta un alto flujo vehicular.

- **Estación Miguel de Aguinaga (AGUI).**

En esta estación las concentraciones diarias de PM10 estuvieron entre $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $146 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El promedio aritmético fue de $73 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que es superior a la norma anual de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definida en la Resolución 601 de 2006 del MAVDT. En esta estación, el 56% de las concentraciones diarias superaron la norma anual de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La gráfica 23 muestra que las máximas concentraciones se presentan entre febrero y octubre, donde se registraron concentraciones entre $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $145 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Esta época coincide con los trabajos de construcción y remodelación de la carrera Carabobo, en cercanías del edificio Miguel de Aguinaga.

Gráfica 23. Concentración diaria de PM10 diciembre 2006 diciembre 2007 Estación Miguel de Aguinaga



- **Estación San Antonio (SANA).**

Esta estación está ubicada en uno de los puntos más críticos de la ciudad ya que la contaminación supera los límites anuales de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Debe su mayor influencia a fuentes móviles ya que está cerca de la avenida Oriental y el flujo vehicular es muy lento. La construcción de las pirámides que separan dicha avenida y obras para mejorar el aspecto urbanístico del sector (ver foto 3) generan también material particulado.

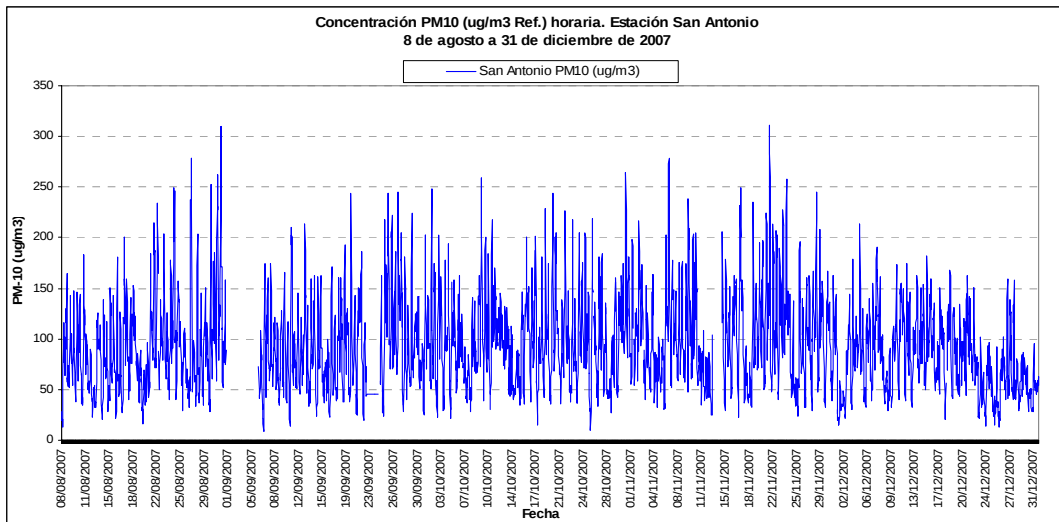
Foto 3. Construcciones cercanas a la estación San Antonio



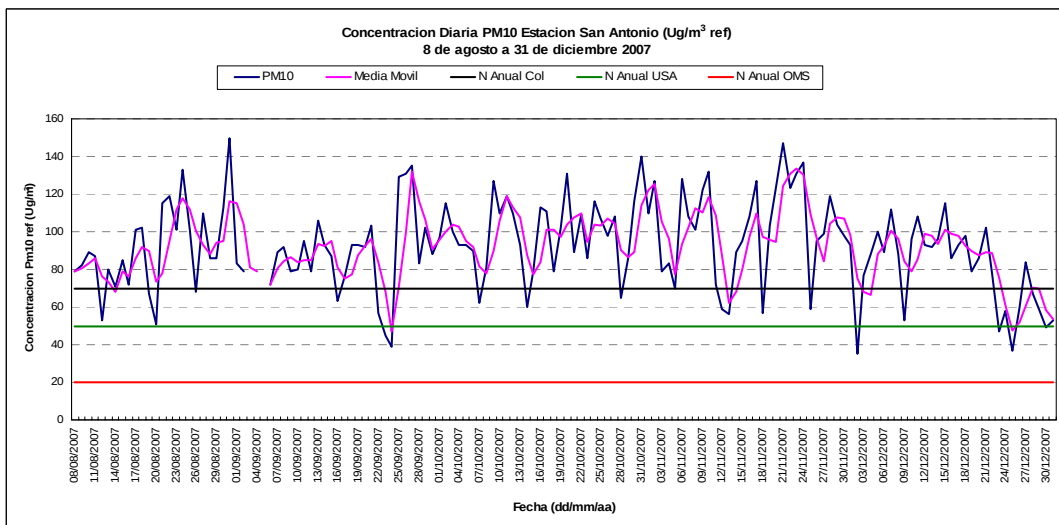
La máxima concentración horaria de PM10 fue de $311 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada el 21 de noviembre a las 19:00 horas. El 11% de estas concentraciones horarias fueron superiores a la norma diaria Colombiana de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Resolución 601 de 2006 del MAVDT). El comportamiento detallado de las concentraciones horarias de PM10 desde el 8 de agosto hasta el 31 de diciembre de 2007 se muestra en la gráfica 24.

La concentración diaria máxima en esta estación fue de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, igual a la norma anual Colombiana (Resolución 601 de 2006 del MAVDT). El 82% de estas concentraciones diarias fueron superiores a la norma anual Colombiana de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que el 96% fueron superiores a la norma anual de USA y la norma diaria de la OMS ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y todas estas concentraciones fueron superiores a la norma anual de la OMS ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$). El comportamiento detallado de estas concentraciones diarias se puede apreciar en la gráfica 25. Así mismo, el promedio mensual se muestra gráfica 26, donde se observa que el mes más contaminado fue noviembre.

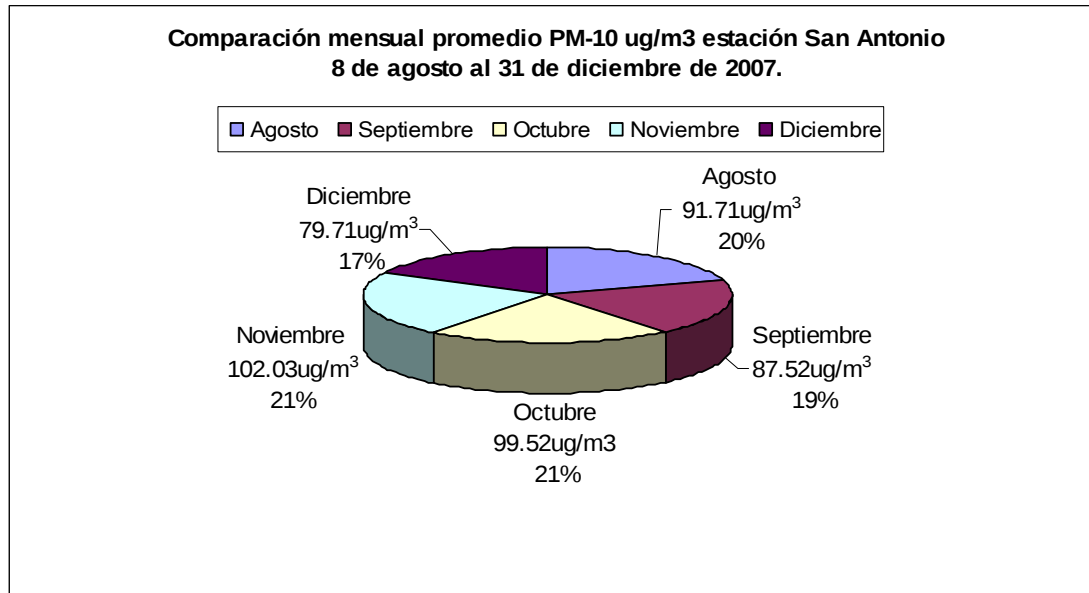
Gráfica 24. Concentración horaria de PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007, estación San Antonio.



Gráfica 25. Concentración diaria de PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007, estación San Antonio.



Gráfica 26. Concentración promedio mensual de PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007 estación San Antonio.



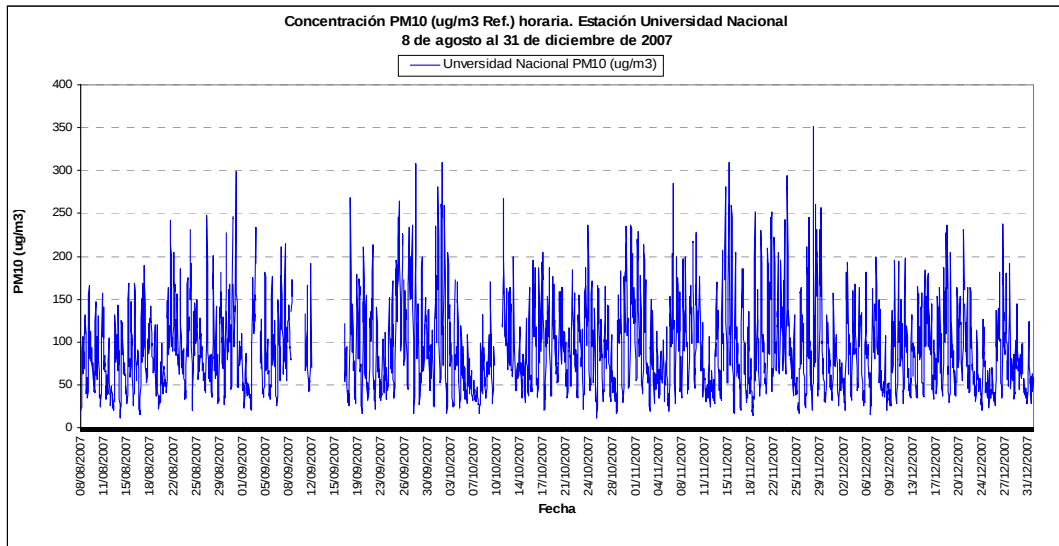
- **Estación Universidad Nacional (UNAL).**

Su mayor influencia de material particulado lo debe a fuentes móviles ya que esta vía comunica la ciudad con el occidente Antioqueño y circulan automotores de dos ejes en adelante lo que causa que el flujo sea lento y los carros no realicen una buena combustión de combustible. La demolición de Colpisos y la construcción del Exito Robledo se ha convertido en un nuevo aportante de material particulado en el sector.

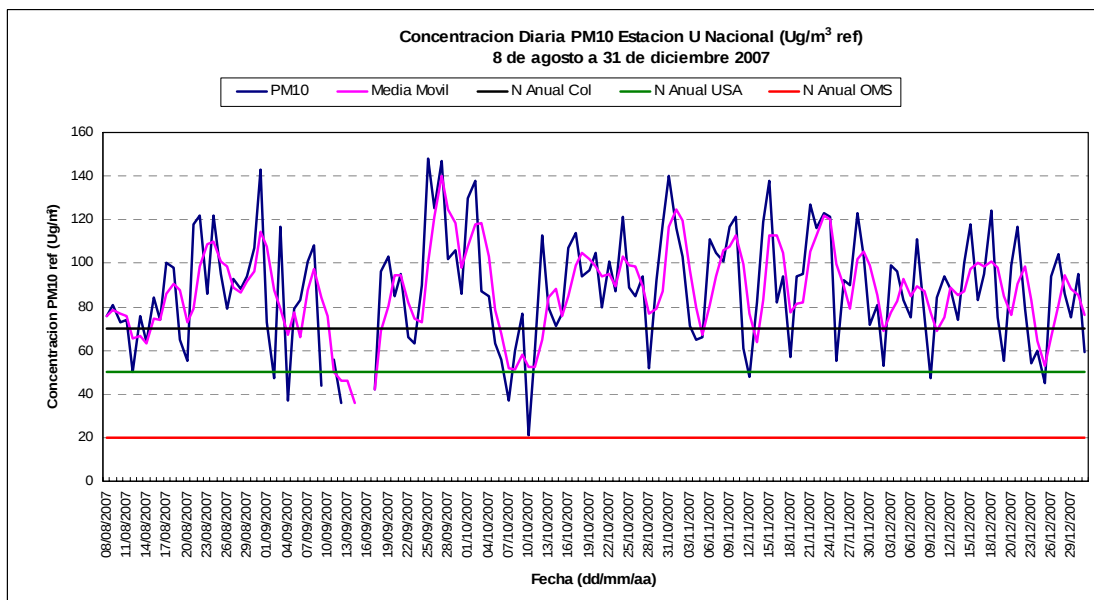
La máxima concentración horaria en esta estación fue de de $351 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada el 28 de noviembre a las 07:00 horas. El 13% de estas concentraciones diarias fueron superiores a la norma diaria Colombiana de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El comportamiento de las concentraciones horarias de PM10 en esta estación, desde el 8 de agosto hasta el 31 de diciembre de 2007, se muestra en la gráfica 27.

La máxima concentración diaria en esta estación fue de $148 \mu\text{g}/\text{m}^3$, lo que quiere decir que ninguna concentración diaria superó la norma diaria Colombiana de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Resolución 601 de 2006 del MAVDT). El 77% de estas concentraciones fueron superiores a la norma anual Colombiana de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que el 92% de estas mismas concentraciones supera la norma anual de USA y la norma diaria de la OMS ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y todas superan la norma anual de la OMS ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$). El comportamiento de las concentraciones diarias y su comparación con las norma ambientales se puede apreciar en la gráfica 28. Igualmente, el promedio mensual se muestra en la gráfica 29, donde se observa que el mes más contaminado es noviembre.

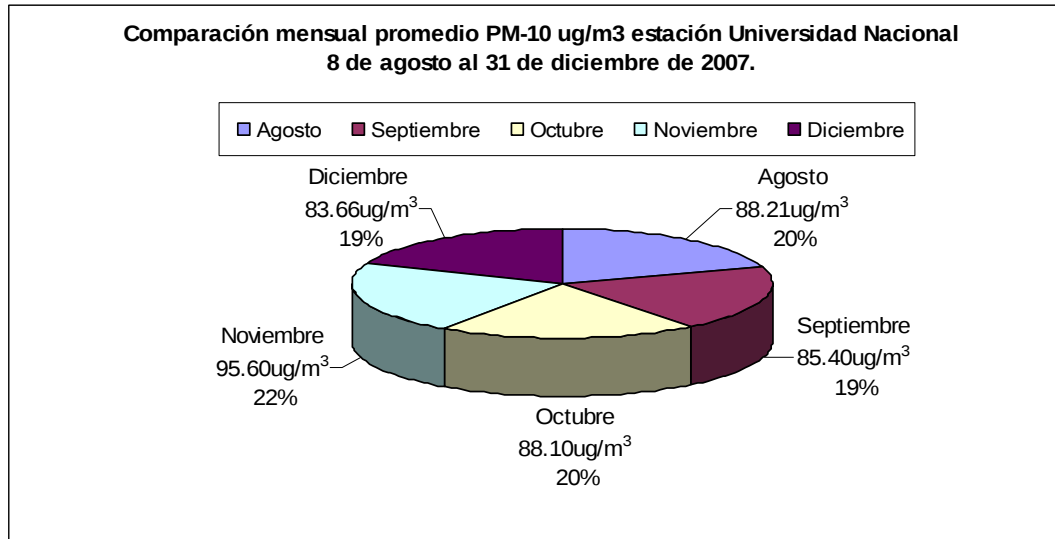
Gráfica 27. Concentración horaria PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007, estación Universidad Nacional.



Gráfica 28. Concentración diaria PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007, estación Universidad Nacional.



Gráfica 29. Concentración promedio mensual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007 estación Universidad Nacional.

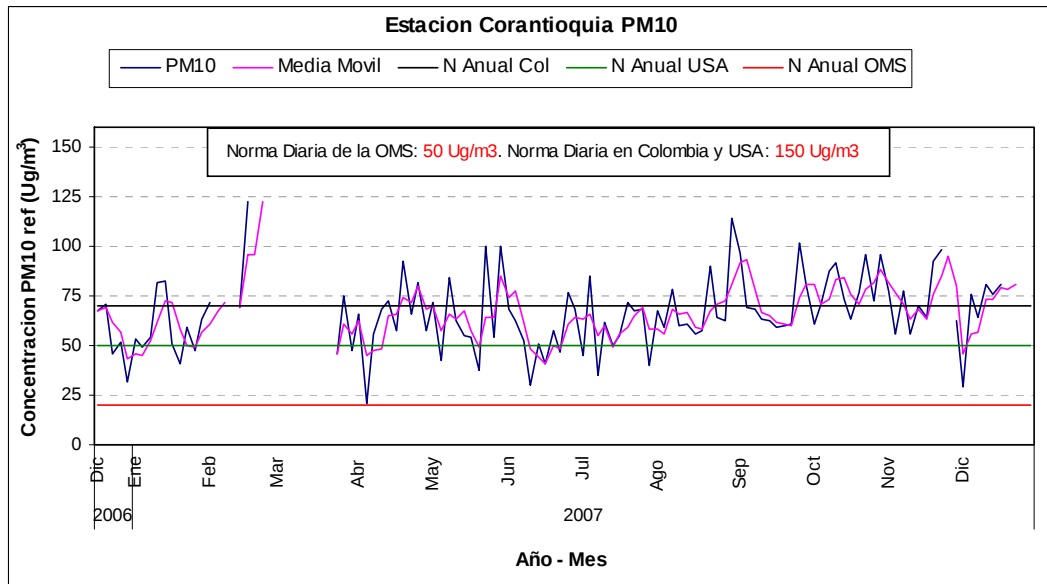


Junto con la estación San Antonio, la estación Universidad Nacional es uno de los puntos más contaminados ya que este punto es la salida hacia el occidente del departamento de Antioquia. Su alto índice en concentración se debe a fuentes móviles.

- **Estación Corantioquia (CORA).**

En esta estación las concentraciones diarias de PM10 estuvieron entre $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $123 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El promedio aritmético fue de $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que es inferior a la norma anual de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definida en la Resolución 601 de 2006 del MAVDT. En esta estación, el 36% de las concentraciones diarias superaron la norma anual de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La gráfica 30 muestra que las máximas concentraciones se presentan entre febrero y octubre, donde se registraron concentraciones entre $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Esta estación tiene una gran influencia de tráfico vehicular de la calle San Juan, la carrera 65 y la avenida regional.

Gráfica 30. Concentración de PM10 diciembre 2006 diciembre 2007 Estación Corantioquia



• Estación Politécnico

Cerca a esta estación se está construyendo, desde octubre de 2007 aproximadamente, la vía distribuidora (ver foto 4) que generan flujos vehiculares mas lento e inciden mayores emisiones de partículas en la zona.

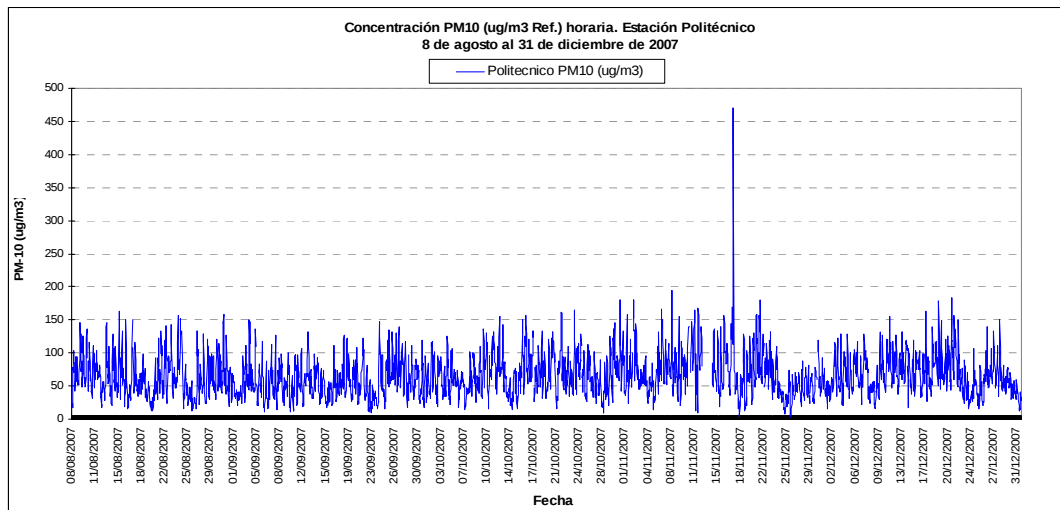
Foto 4. Construcciones cercanas a la estación Politécnico



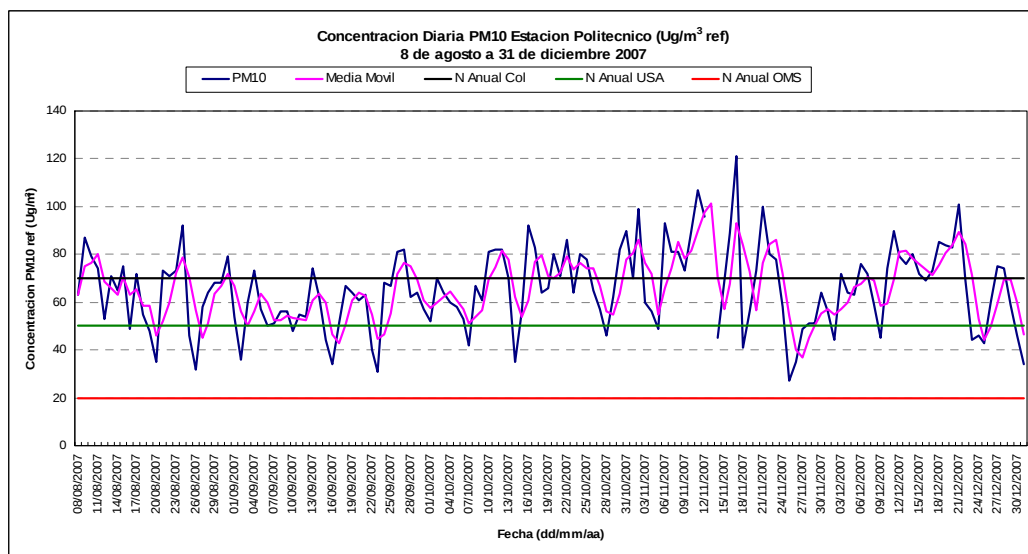
Las concentraciones horarias de PM10 superaron 38 veces la norma diaria Colombiana de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Resolución 601 de 2006 de MAVDT), equivalente al 1% del total de los datos. La concentración horaria más alta fue de $470 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada el 17 de noviembre a las 17:00 horas. El comportamiento de las concentraciones diarias de PM10 desde el 8 de agosto hasta el 31 de diciembre de 2007 se muestra en la gráfica 31.

En esta estación, todas las concentraciones diarias fueron inferiores a la norma diaria Colombiana de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ya que la máxima concentración fue de $121 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registrada el 17 de noviembre. El 39% de estas concentraciones fueron superiores a la norma anual Colombiana de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Comparando estas concentraciones con la norma anual de USA y la norma diaria de la OMS ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), el 81% de las concentraciones supera estas normas ambientales y todas son superiores a la norma anual de la OMS ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$). En la gráfica 32 se puede apreciar en detalle el comportamiento de las concentraciones diarias y su comparación con las normas ambientales. Así mismo, el promedio mensual se muestra en la gráfica 33 y se observa que el mes más contaminado fue noviembre.

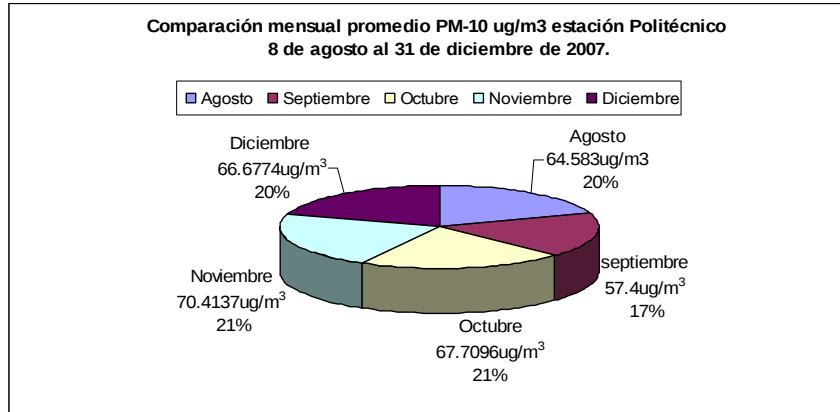
Gráfica 31. Concentración horaria PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre, estación Politécnico.



Gráfica 32. Concentración diaria PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007, estación Politécnico.



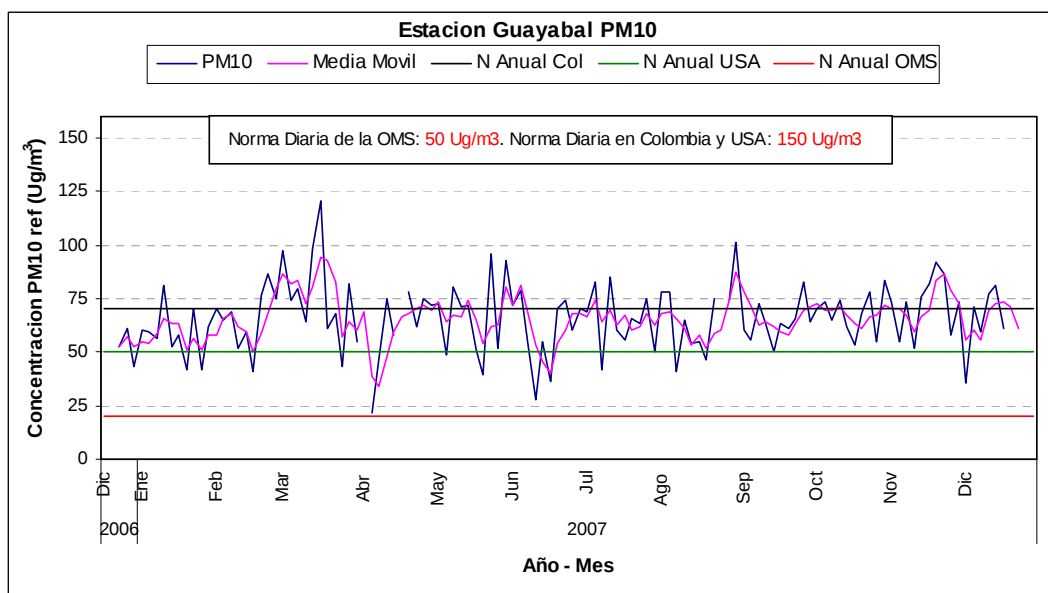
Gráfica 33. Concentración promedio mensual PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre de 2007 estación Politécnico.



- Estación Guayabal (GUA - PM10 Manual)

En esta estación las concentraciones diarias estuvieron entre $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $121 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El promedio geométrico fue de $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que es inferior a la norma anual de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definida en la Resolución 601 del 2006 de MAVDT. En esta estación, el 43% de las concentraciones diarias superaron la norma anual de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La gráfica 34 muestra que las concentraciones son muy constantes durante todo el año, notándose un leve pico entre febrero y marzo, donde se registran concentraciones entre $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Esta estación tiene gran influencia del alto flujo vehicular e industrial.

Gráfica 34. Concentración de PM10 diciembre 2006 diciembre 2007 Estación Guayabal



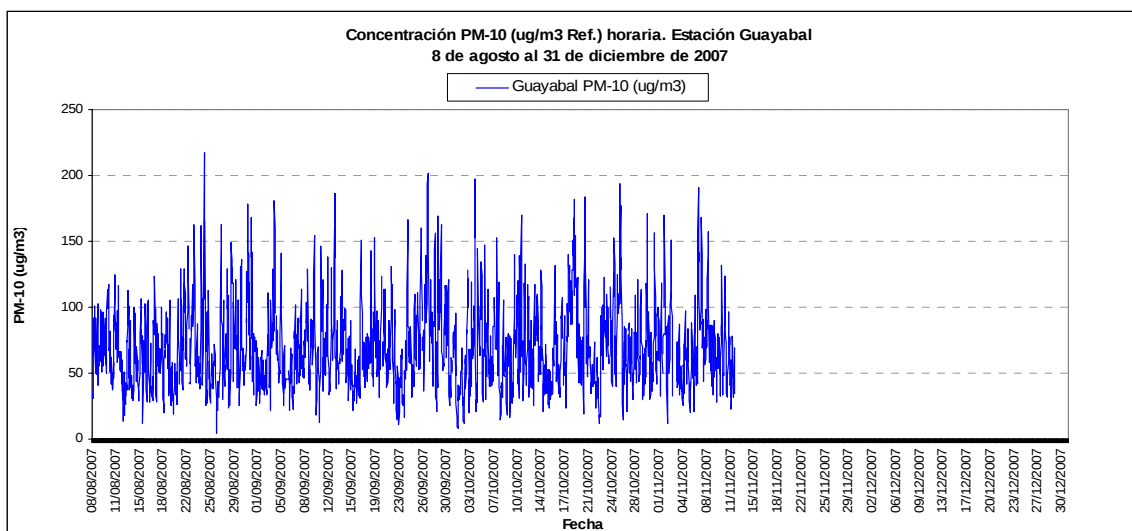
- **Estación Guayabal (GUA - PM10 Automatico)**

En esta estación se registraron datos hasta el 12 de noviembre porque se dañó la tarjeta de adquisición y proceso de datos del PM10 de la estación Bello, BEL2. Para continuar con la monitoría en estación, BEL2, la Interventoría de AMVA, decidió quitar la tarjeta del PM10 de la estación Guayabal, dejándolo así fuera de operación porque en este sitio se tiene un equipo PM10 manual, y colocar dicha tarjeta en el PM10 de Bello, BEL2, para continuar así con los monitoreos.

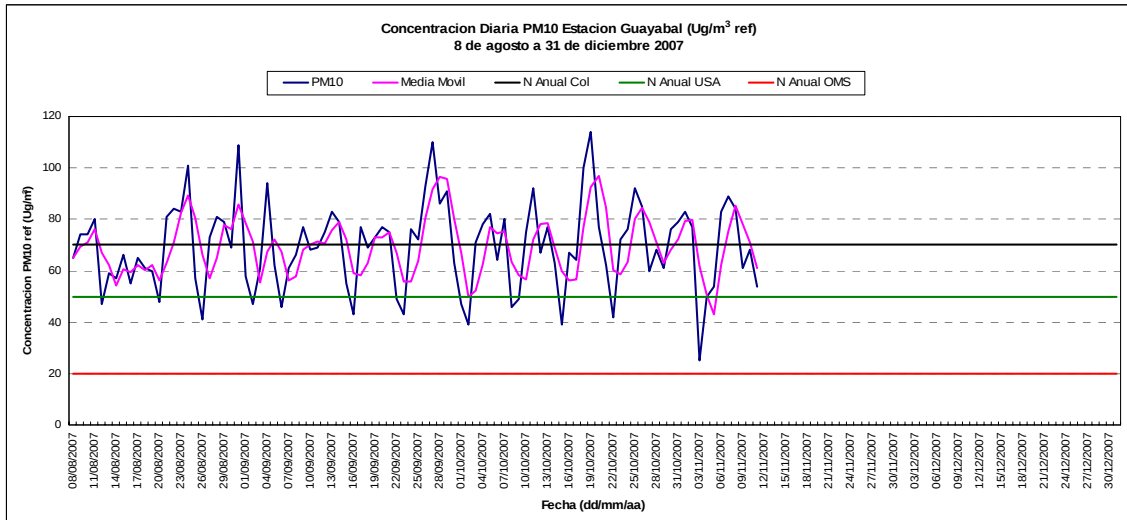
Las concentraciones horarias de PM10 superaron en 52 ocasiones la norma Colombiana de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Resolución 601 de 2006 del MAVDT), equivalente al 2,3% del total de todos los datos horarios. La concentración horaria máxima fue de $217 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada el 24 de Agosto a las 19:00 horas. El comportamiento de las concentraciones horarias de PM10 desde el 8 de agosto hasta el 31 de diciembre de 2007 se muestra en la gráfica 35.

Todas las concentraciones diarias de PM10 fueron inferiores a la norma diaria Colombiana de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La concentración diaria máxima fue de $114 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Estas concentraciones diarias superaron en 47 ocasiones la norma anual Colombiana de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Resolución 601 de 2006 del MAVDT), equivalente al 49% de los datos, pero al comparar estas concentraciones con la norma anual de USA y la norma diaria de la OMS ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), es el 83% de los datos que superan estas normas y todas las concentraciones sobrepasan la norma anual de la OMS ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$). El comportamiento detallado de estas concentraciones se puede apreciar en la gráfica 36. Así mismo, el promedio mensual se muestra en la gráfica 37 y se observa que el mes más contaminado fue septiembre.

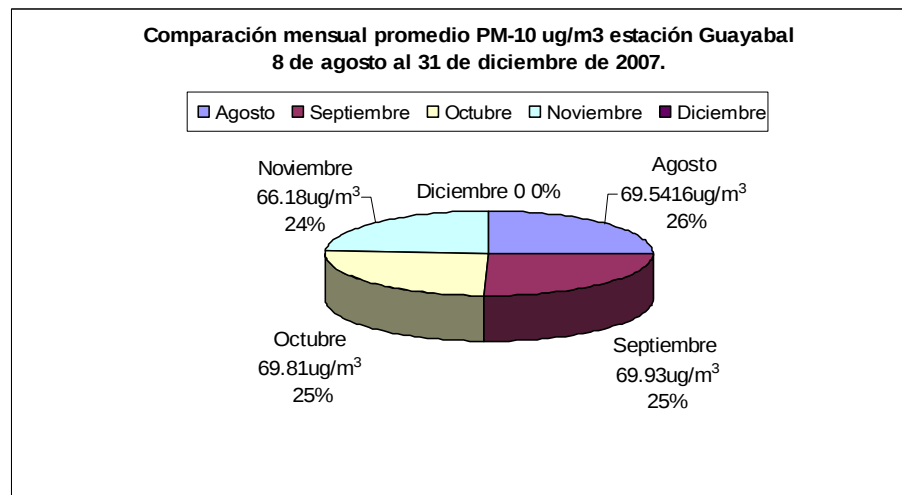
Gráfica 35. Concentración horaria PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007, la estación Guayabal.



Gráfica 36. Concentración diaria PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007, estación Guayabal.



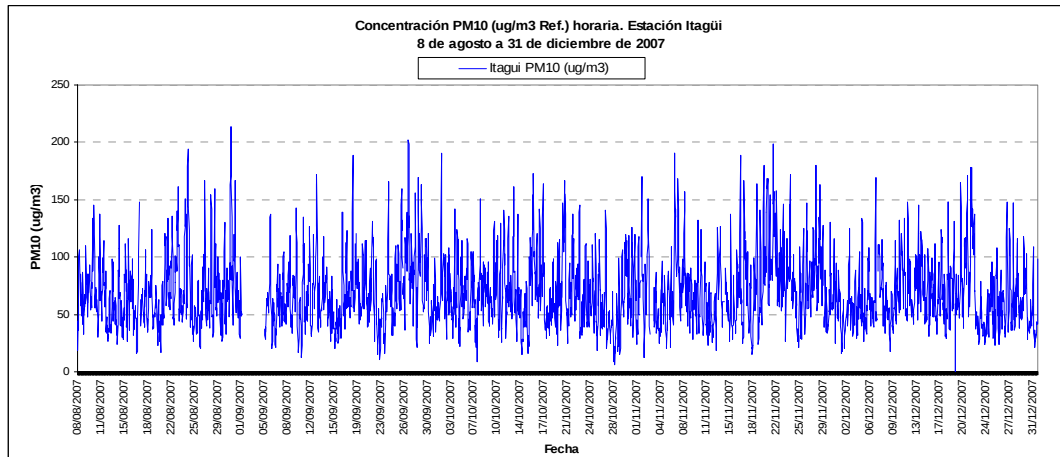
Gráfica 37. Concentración promedio mensual PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007 estación Guayabal.



- Estación Itagüí (ITAG)

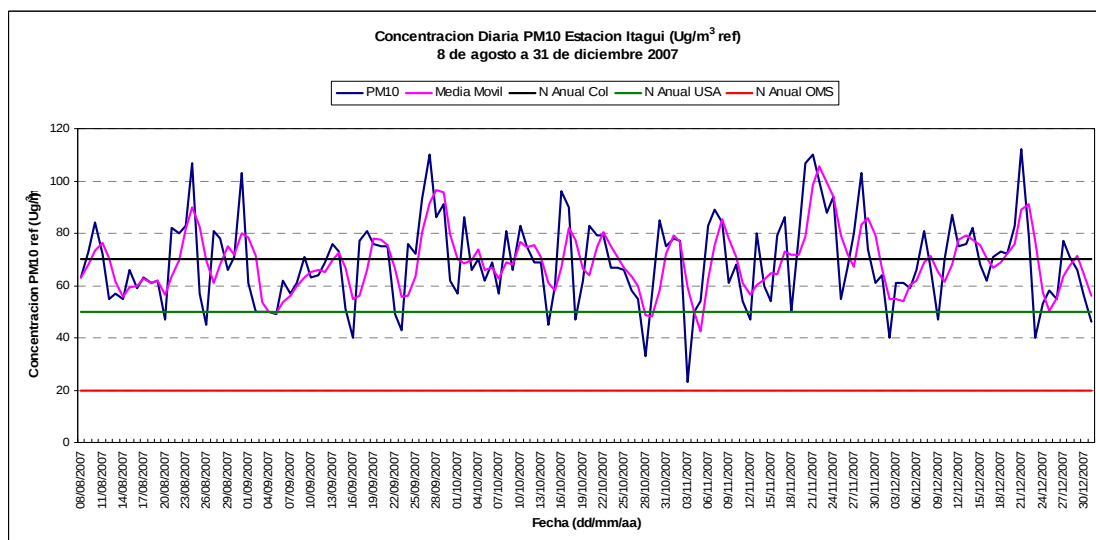
Las concentraciones horarias de PM10 superaron la norma colombiana de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Resolución 601 de 2006 de MAVDT) en 71 ocasiones, equivalente al 2% de los datos. La concentración horaria máxima fue de $214 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el 31 de Agosto a las 09:00 horas. El comportamiento horario del PM10 desde el 8 de agosto hasta el 31 de diciembre de 2007 se muestra en la gráfica 38.

Gráfica 38. Concentración horaria PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007, estación Itagüí.

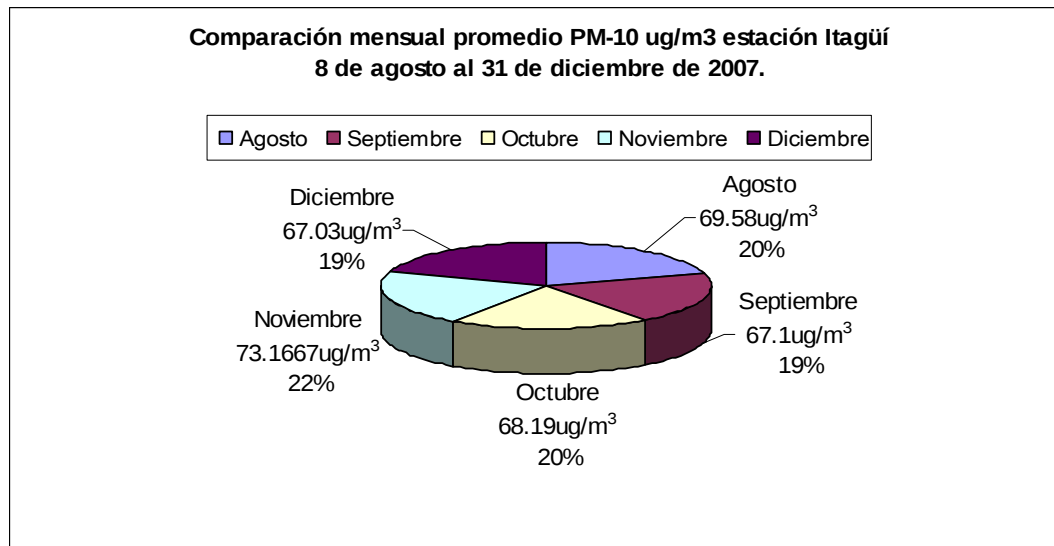


Las concentraciones diarias superaron en 66 oportunidades (45% de los datos diarios) la norma anual Colombiana de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Resolución 601 de 2006 del MAVDT). Comparando estas concentraciones diarias con la norma anual de USA y la norma diaria de la OMS ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), el 86% de estas concentraciones superan dichas normas y todas superan la norma anual de la OMS ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$). La gráfica 39 muestra el comportamiento detallado de estas concentraciones. De igual forma, el promedio mensual se muestra en la gráfica 40 y se observa que el mes más contaminado fue noviembre.

Gráfica 39. Concentración diaria PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007 estación Itagüí.



Gráfica 40. Concentración promedio mensual PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007 estación Itagüí.

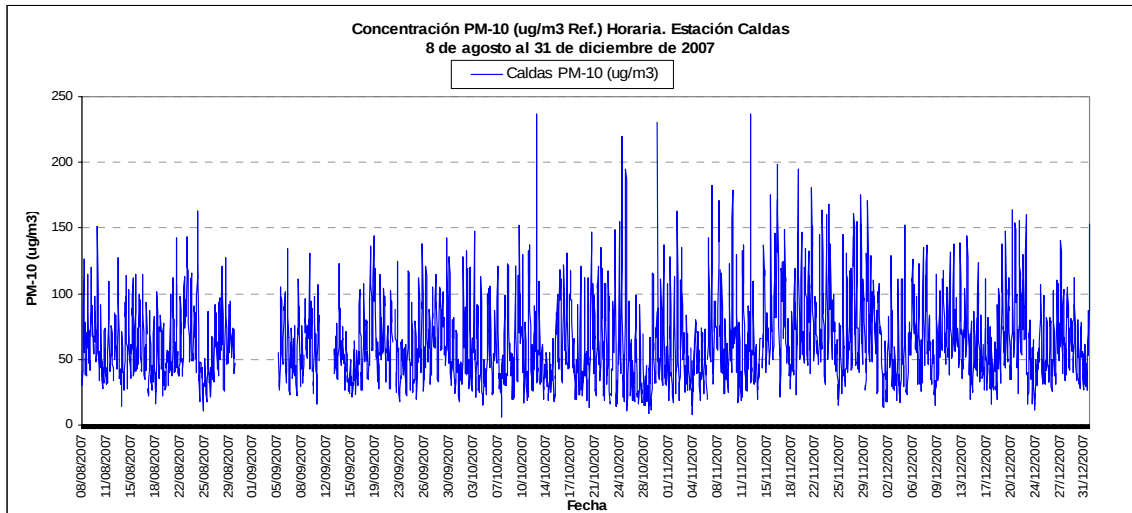


- **Estación Caldas**

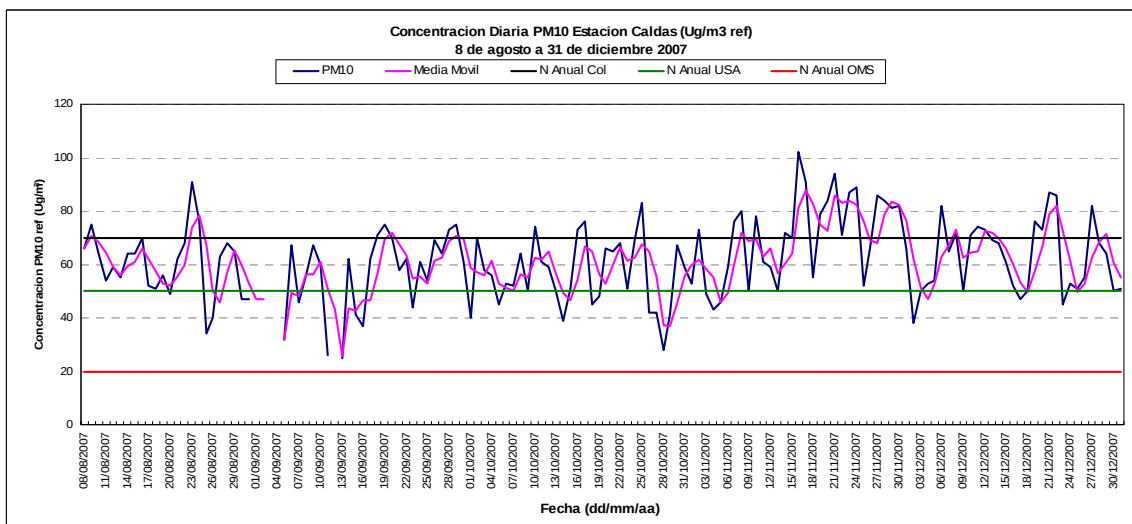
Las concentraciones horarias de PM10 superaron 40 veces la norma colombiana (Resolución 601 de 2006) de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, equivalente al 1,22% de todos los datos horarios. La concentración horaria más alta fue de $237 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrada el 12 de octubre a las 21:00 horas. El comportamiento de las concentraciones horarias de PM10, desde el 8 de agosto hasta el 31 de diciembre de 2007, se muestra en la gráfica 41.

La concentración diaria máxima de PM10 fue de $102 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que se presentó el 16 de noviembre. En ésta estación, las concentraciones diarias excedieron en 38 ocasiones (26,57%) la norma anual colombiana de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Resolución 601 de 2006 del MAVDT), el 75% superaron la norma anual de USA y la norma diaria de la OMS ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y todas las concentraciones diarias superaron la norma anual de la OMS ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$). El comportamiento de las concentraciones diarias de PM10 se muestra en la gráfica 42. De igual manera, el promedio mensual se muestra en la gráfica 43 y se observa que el mes más contaminado fue noviembre.

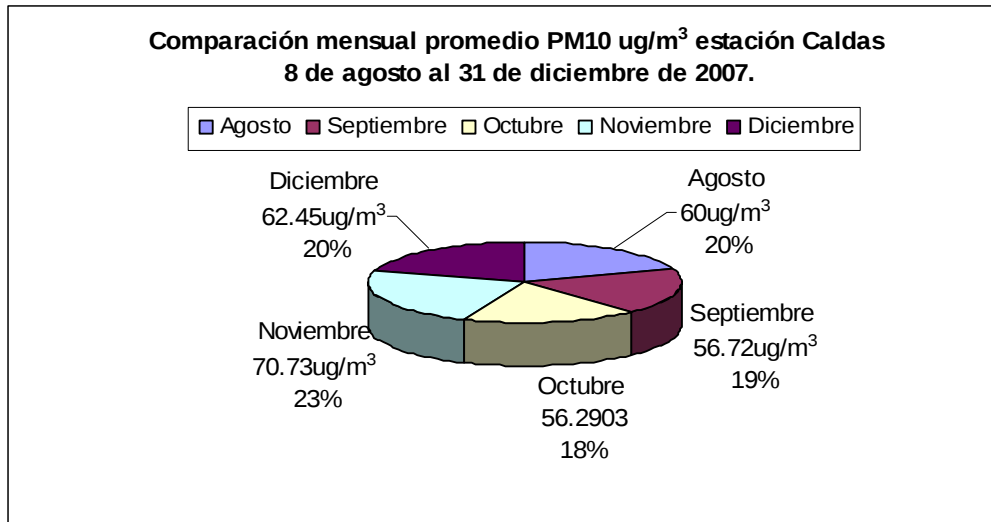
Gráfica 41. Concentración horaria PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007, estación Caldas.



Gráfica 42. Concentración diaria de PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007 la estación Caldas.

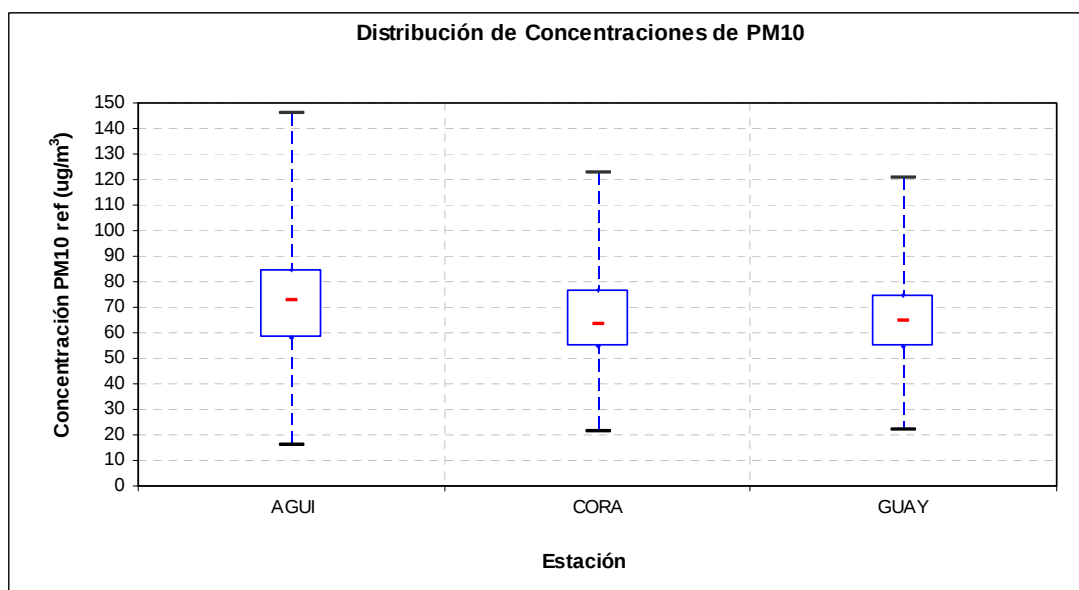


Gráfica 43. Concentración promedio mensual PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007 estación Caldas.



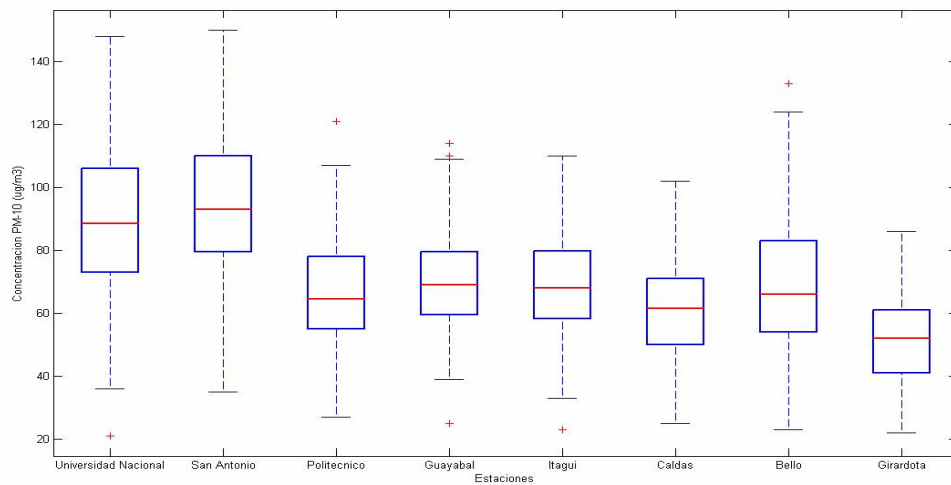
La gráfica 44 muestra un resumen de las concentraciones de PM10 entre el 15 de diciembre de 2006 y el 31 de diciembre de 2007, de los equipos manuales, que permite complementar el análisis realizado de todas las estaciones de monitoreo de PM10. Esta gráfica muestra la similitud que tienen las tres estaciones manuales de PM10, siendo la estación Miguel de Aguinaga la que presentó las concentraciones más altas, muy posiblemente generadas por los procesos de construcción de la carrera Carabobo.

Gráfica 44. Tendencias de distribución de PM10 diciembre 2006 diciembre 2007

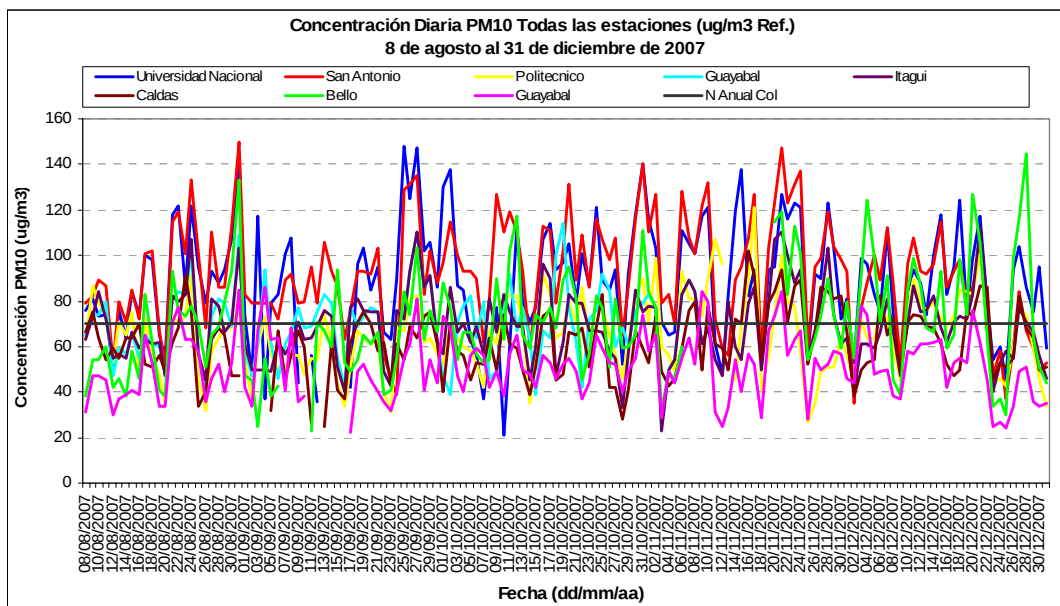


En la gráfica 45 se comparan por medio de box plot todas las estaciones de PM10 automáticas y su tendencia. Se comparan todas las estaciones desde el funcionamiento de la red ver gráfica 46. Se hace un promedio mensual de todas las estaciones y se comparan mes a mes, mostrando la estación Universidad Nacional y San Antonio presentan los datos más altos en material particulado inferior a 10 micrones como lo observamos en la gráfica 47. Se realiza una comparación de estaciones relativamente cercanas en donde se observan su comportamiento con respecto a la otra y con la norma (ver gráficas 48 a 50).

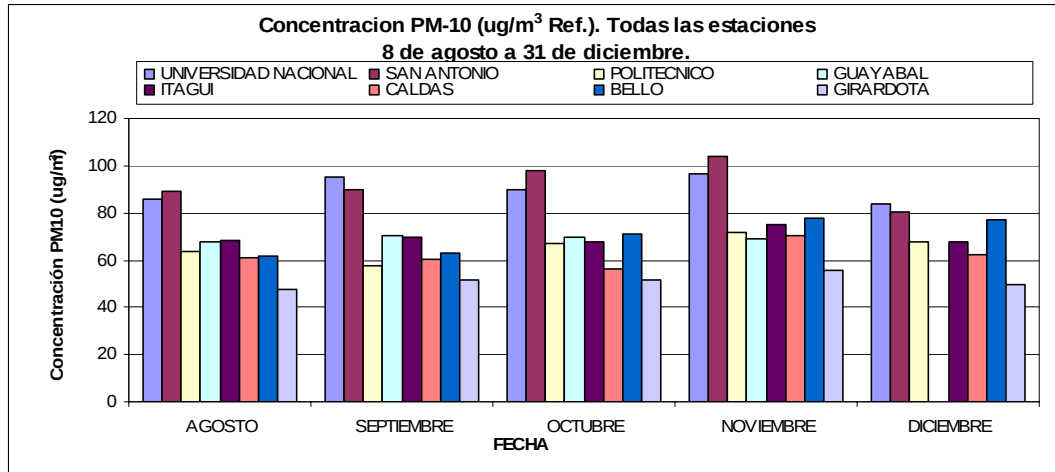
Gráfica 45. Tendencias de distribución de PM10 equipos automáticos



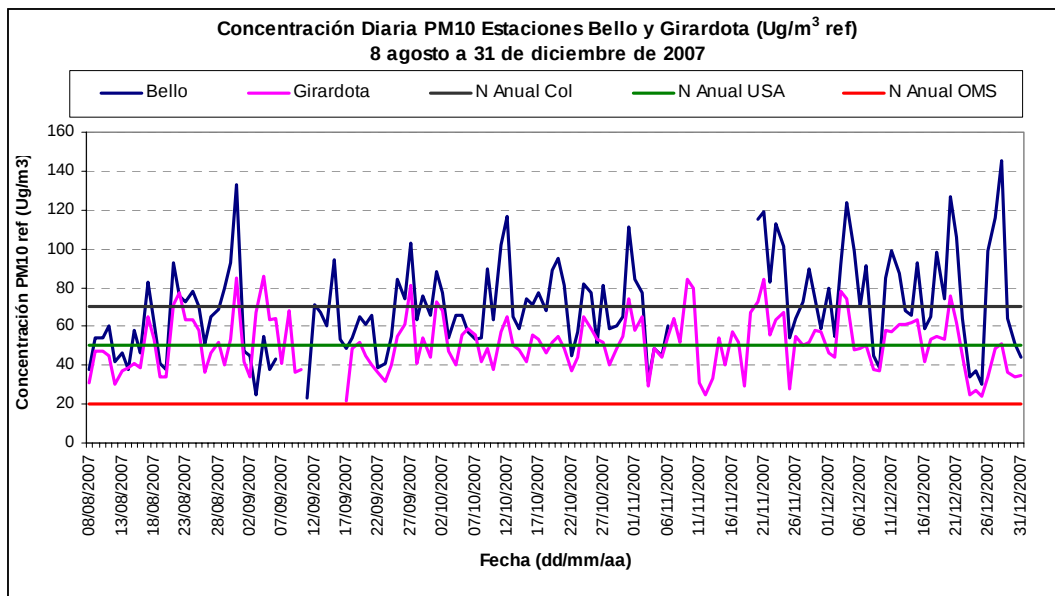
Gráfica 46. Concentración diaria PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007, todas las estaciones automáticas.



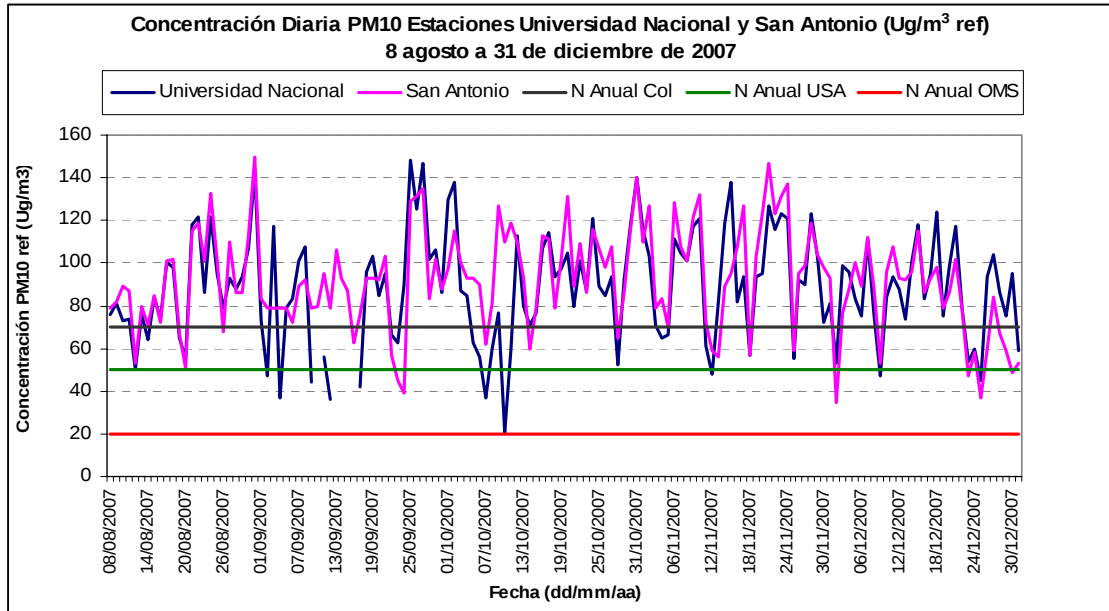
Gráfica 47. Concentración promedio mensual PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) todas las estaciones automáticas.



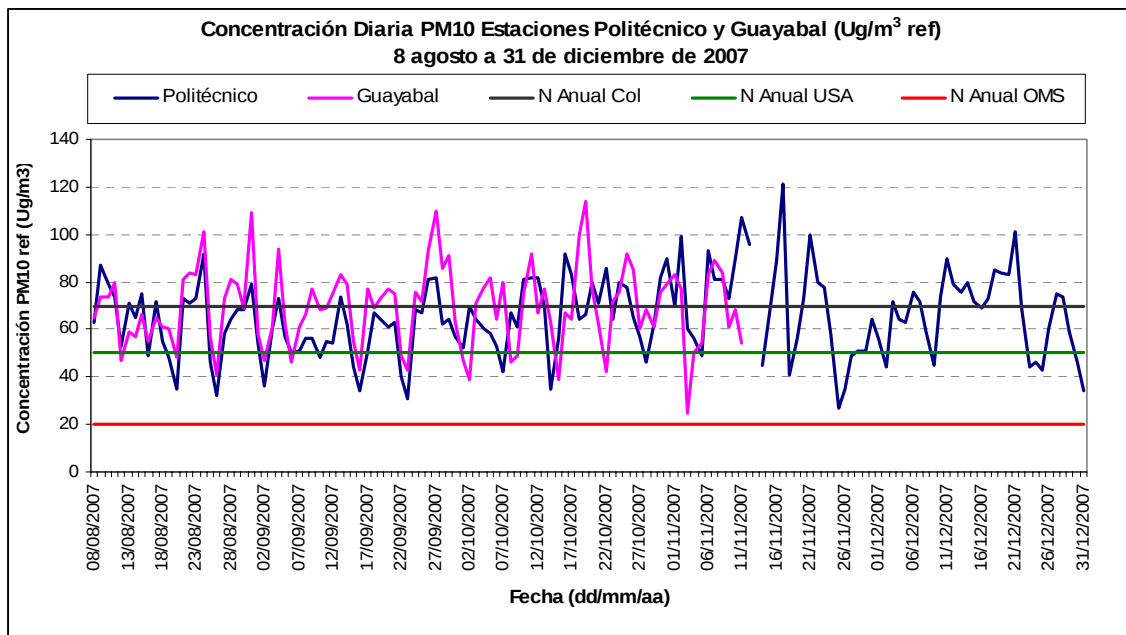
Gráfica 48. Concentración diaria PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007 las estaciones Bello y Girardota.



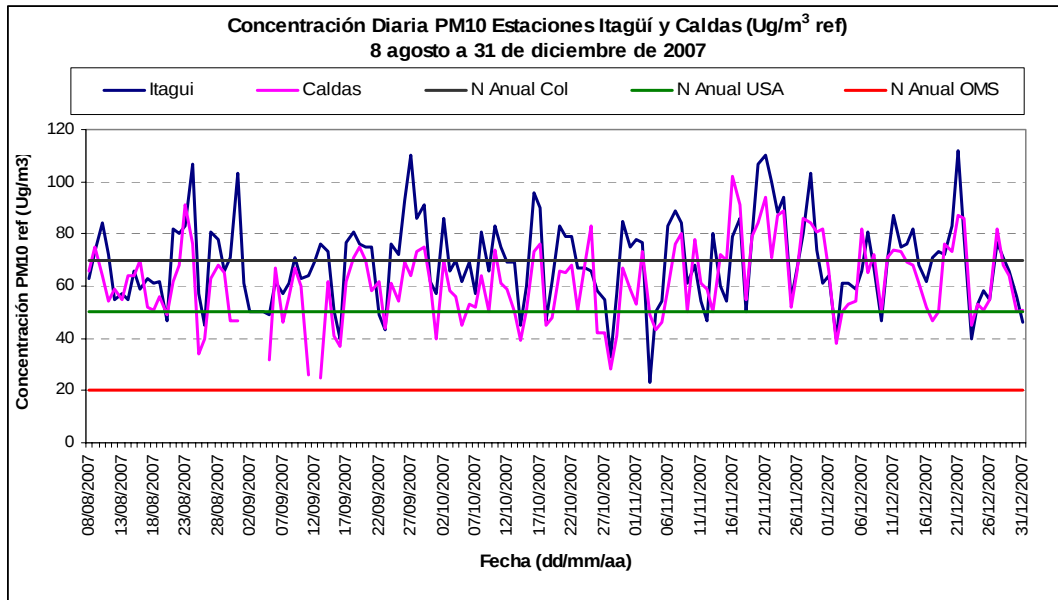
Gráfica 49. Concentración diaria PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007 estaciones Universidad Nacional y San Antonio.



Gráfica 50. Concentración diaria PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007 estaciones Politécnico y Guayabal

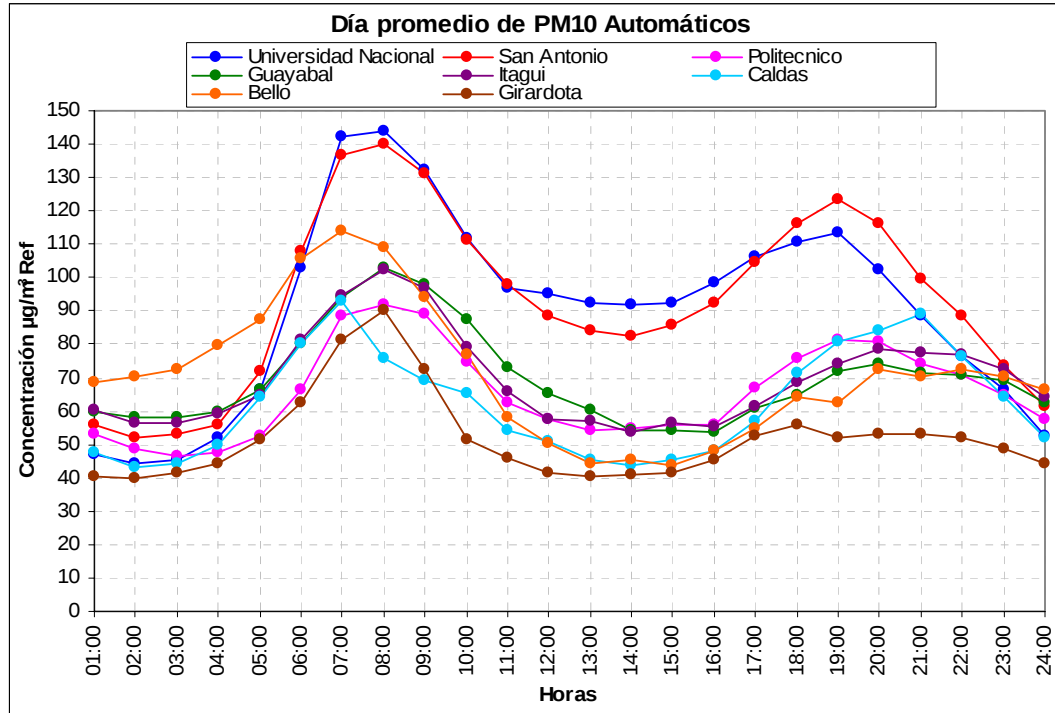


Gráfica 51. Concentración diaria PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) agosto a diciembre 2007 estaciones Caldas e Itagüí.



En la gráfica 52 se presenta la concentración de un día promedio de PM10 equipos automáticos en las zonas urbanas del Valle de Aburrá de agosto a diciembre de 2007. Se puede apreciar que en las horas del día, las mayores concentraciones se presentan de las 06:00 hasta las 09:00 horas, en la tarde y noche de las 17:00 a las 22:00 horas, que son las horas de mayor flujo vehicular. Las estaciones con mayores concentraciones son de la Universidad Nacional y San Antonio. En la mañana, los valores de PM10 son mayores que en las horas de la tarde, presentándose una diferencia de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación Universidad Nacional, la estación de San Antonio presenta las mayores concentraciones con respecto a las otras estaciones en las horas de la tarde. El comportamiento de la estación de Bello es atípico con respecto a las demás estaciones, a partir de las 00:01 hasta las 06:59 horas tienen los valores más altos de PM10. Luego la tendencia es similar a las demás estaciones. La estación menos contaminada es Girardota excepto en el intervalo de las 07:00 a las 09:00 horas que es Caldas.

Gráfica 52. Día promedio de PM10 en cada una de las estaciones



En las estaciones donde se monitoreando PST y PM10, ya sea en forma manual o automática, se puede encontrar la relación PM10/PST la cual permite estimar la fracción de las partículas respirables, respecto a las partículas suspendidas totales. La tabla 8 muestra esta relación en las estaciones donde se puede calcular. Se aclara que en la estación Guayabal el medidor de PST esta distante unos 500 metros aproximadamente del medidor automático de PM10. El promedio de esta relación PM10 /PM10 están entre el 53% y el 63%, exceptuando en Girardota donde en promedio se obtuvo que esta relación fue de 75%. Es posible que la distancia que existe entre estos medidores tenga una influencia en este valor obtenido.

Tabla 10. Relaciones PM10/PST entre diciembre 15 de 2006 y diciembre 31 de 2007

	Estación							
	Manuales		Automáticos					
	AGUI	GUA	UNAL	POLI	GUA	ITAG	CALD	GICO
Máximo	93,4	96,1	74,8	78,1	78,9	77,8	74,6	95,7
Promedio	57,2	61,6	53,2	55,0	61,9	62,9	61,6	75,1
Mínimo	18,3	38,4	22,1	29,7	40,6	42,9	38,0	56,1
Cantidad datos	105	119	38	40	25	41	36	38

4.2 RESULTADOS DE MONÓXIDO DE CARBONO

Las concentraciones de monóxido de carbono no superaron en ninguna ocasión la norma colombiana (Resolución 601 de 2006 del MAVDT) tanto horaria como octohoraria. Los promedios aritméticos fueron 2,4 ppm, 1,00 ppm y 2,82 ppm en las estaciones Aguinaga, Guayabal y Unal respectivamente para el periodo de 15 de Diciembre de 2006 al 19 de diciembre de 2007.

Las concentraciones horarias más altas de monóxido de carbono monitoreadas fueron 16,83 ppm, 5,60 ppm y 12,82 ppm en las estaciones Aguinaga, Guayabal y Unal respectivamente. Las concentraciones octohorarias más altas fueron 7,69 ppm, 3,72 ppm y 8,49 ppm.

En la tabla 11 y las gráficas 53 a la 55, se presenta el resumen de los resultados de las concentraciones obtenidas de Monóxido de Carbono tanto horarias como octohorarias en las estaciones Aguinaga, Guayabal y Unal.

Tabla 11. Concentración de monóxido de carbono en las estaciones Aguinaga, Guayabal y Unal del 15 de diciembre de 2006 al 19 de diciembre de 2007

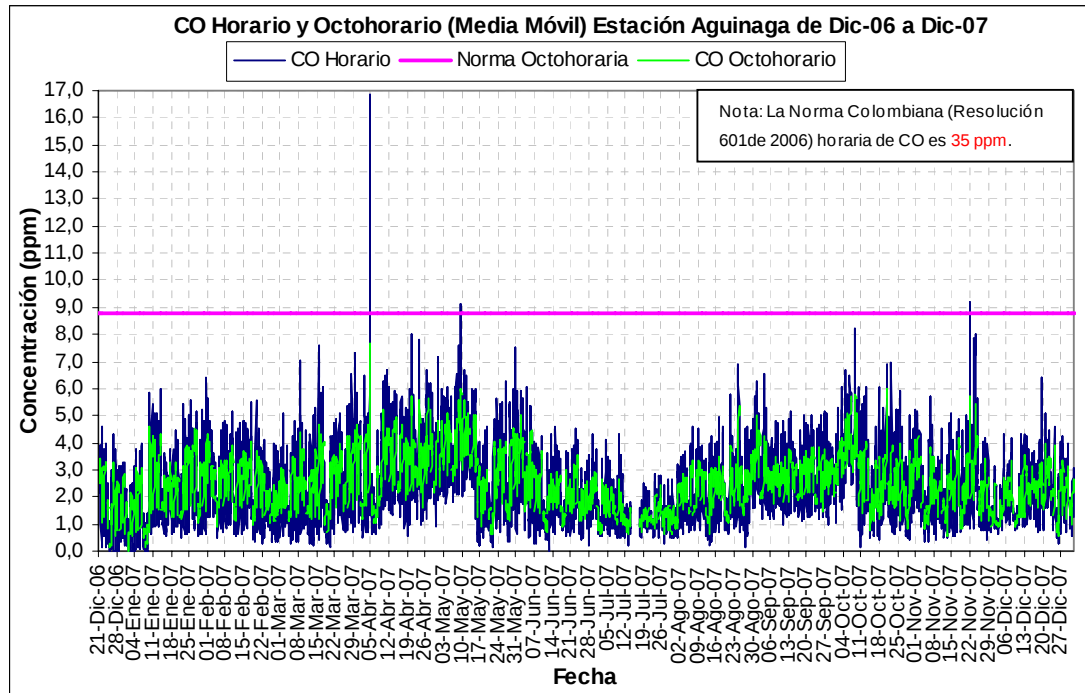
CO (ppm)	AGUI	GUA	UNAL
Promedio aritmético	2,37	1,01	2,76
Desviación estándar	1,30	0,68	1,64
Valor máximo 1hora	16,83	5,60	12,82
Valor máximo 8hora	7,69	3,72	8,49
Valor mínimo 1hora	0,00	0,00	0,03
Valor mínimo 8hora	0,02	0,00	0,75
Cantidad Datos 1 hora	8906	8682	5808
Cantidad Datos 8 horas	6333	6196	4130
NVSN1H	0	0	0
NVSN8H	0	0	0
NVSN1H/CD [%]	0,00	0,00	0,00
NVSN8H/CD [%]	0,00	0,00	0,00

NVSN1H: Número de Veces que Supera la Norma Horaria [35 ppm]

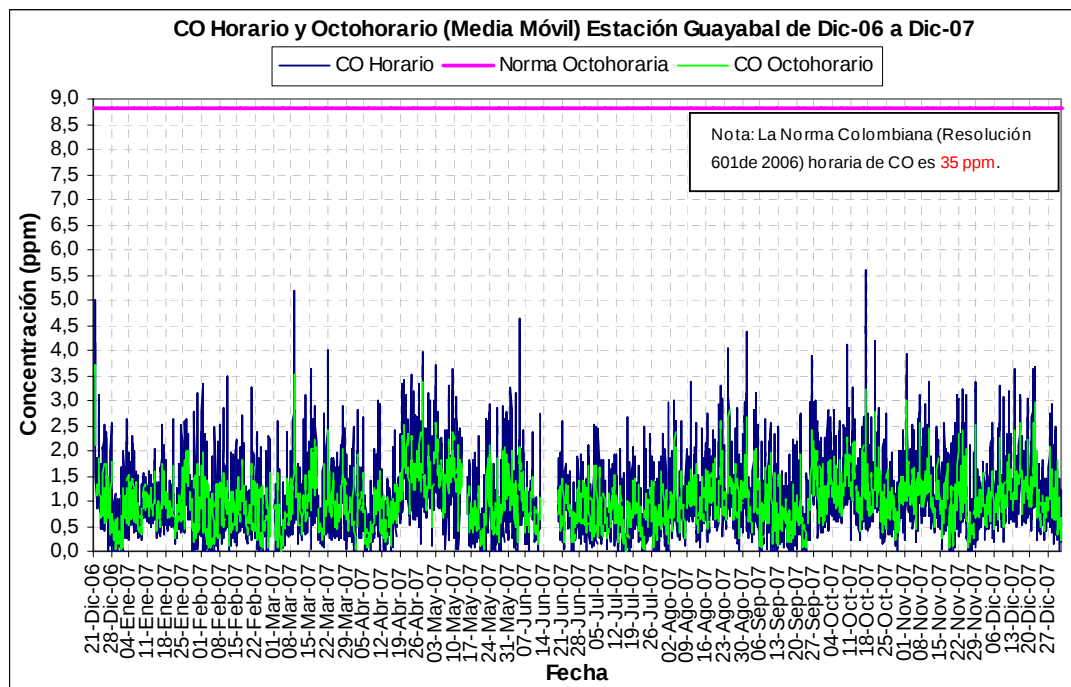
NVSN8H: Número de Veces que Supera la Norma Octohoraria [8,8ppm]

En la gráfica 53 el día 4 de abril (miércoles Santo) por la salida masiva de la ciudad de mucha parte de la población en la Semana Santa se presentaron varios picos horarios los cuales fueron 5,26 ppm, 9,79 ppm, 8,88 ppm, 16,83 ppm y 12,91 ppm de las 5pm a las 9pm.

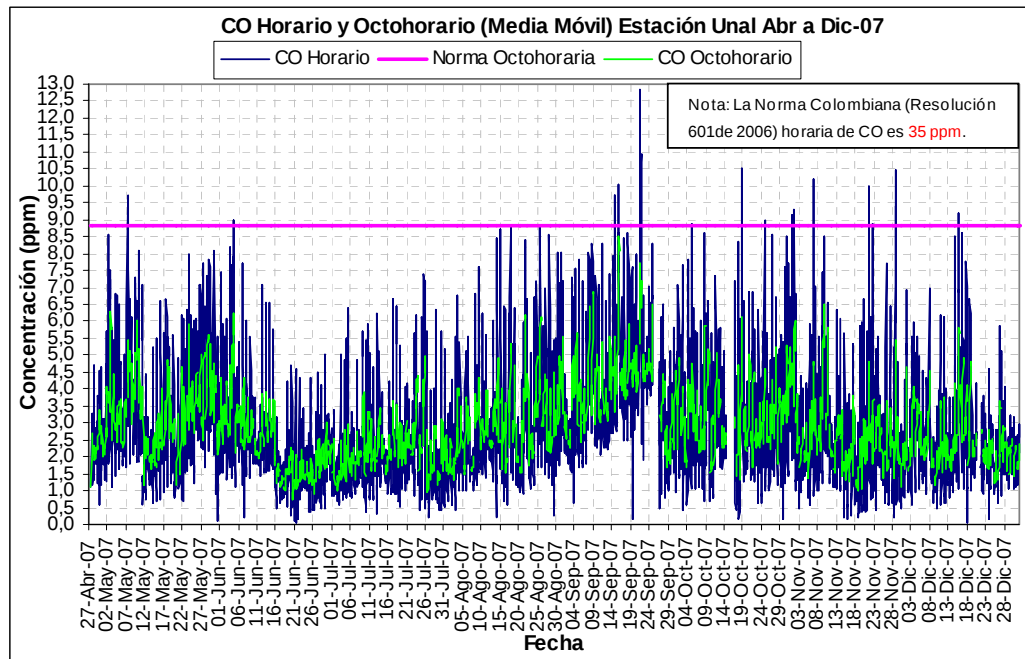
Gráfica 53. Concentración horaria y octohoraria de Monóxido de Carbono en la estación Aguinaga



Gráfica 54. Concentración horaria y octohoraria de Monóxido de Carbono en la estación Guayabal



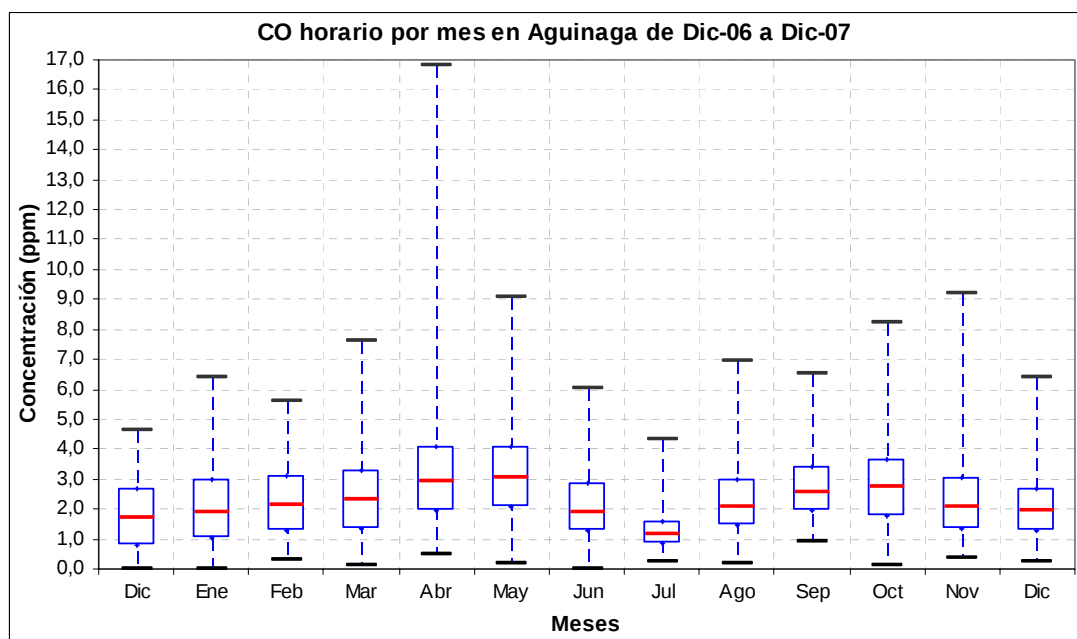
Gráfica 55. Concentración horaria y octohoraria de Monóxido de Carbono de abril a dic-07 en la estación Unal



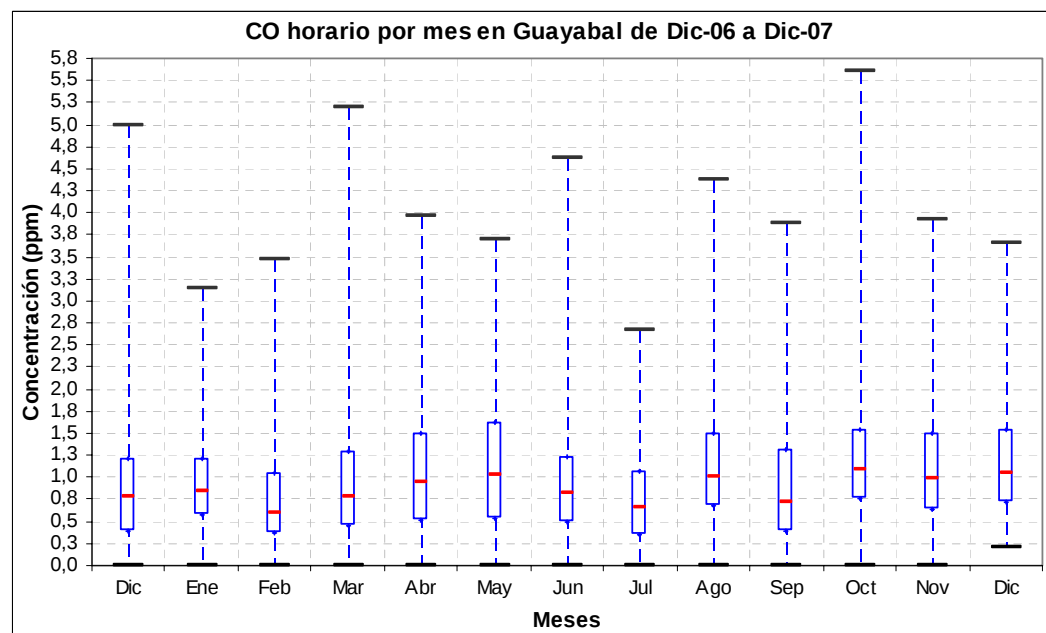
Nota: Desde el 27 de abril del 2007 se comenzó a monitorear Monóxido de Carbono en la Estación Unal ya que hubo un acuerdo entre el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín para trasladar el equipo que se encontraba en el edificio Nuevo Centro de la Alpujarra a la Universidad Nacional. Es importante aclarar, que este equipo se encontraba fuera de servicio ya que en el tiempo en que estuvo sin mantenimiento por la suspensión del monitoreo se dañaron la bomba de succión y el sensor de flujo. Luego de llegar los repuestos se reparó el equipo y se colocó en el Bloque M5 de la Facultad de Minas.

Los diagramas de cajas y bigotes de las gráficas 56 a 58 ilustran el resumen del comportamiento de las concentraciones de CO horarias para cada mes del convenio 289. Se puede observar que las mayores concentraciones se obtuvieron en los meses de abril-mayo para la estación Aguinaga, mayo-octubre para la estación Guayabal y mayo-septiembre para la estación Unal. Además las menores concentraciones se obtuvieron en los meses de diciembre, enero, junio y julio que son los meses en que hay vacaciones en colegios y universidades.

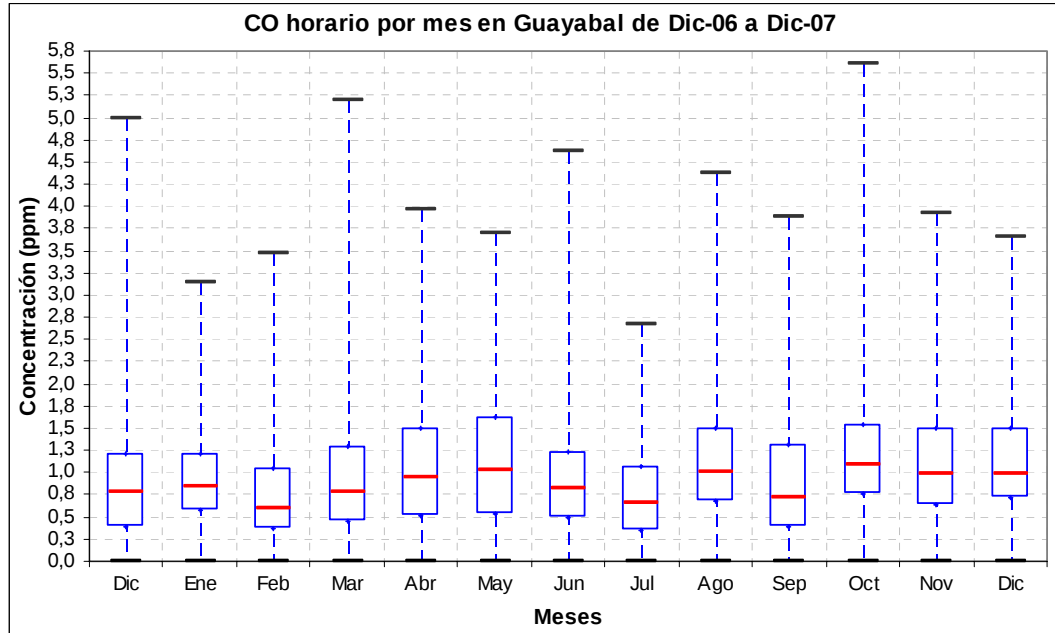
Gráfica 56. Caja de bigotes de monóxido de carbono horario en la estación Aguinaga



Gráfica 57. Caja de bigotes Monóxido de Carbono horario en la estación Guayabal

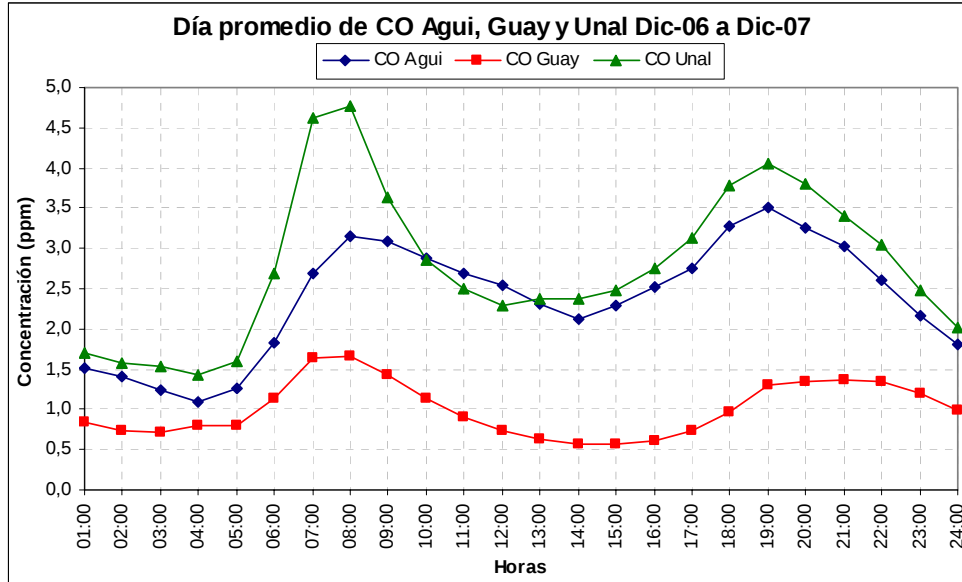


Gráfica 58. Caja de bigotes Monóxido de Carbono horario en la estación Unal



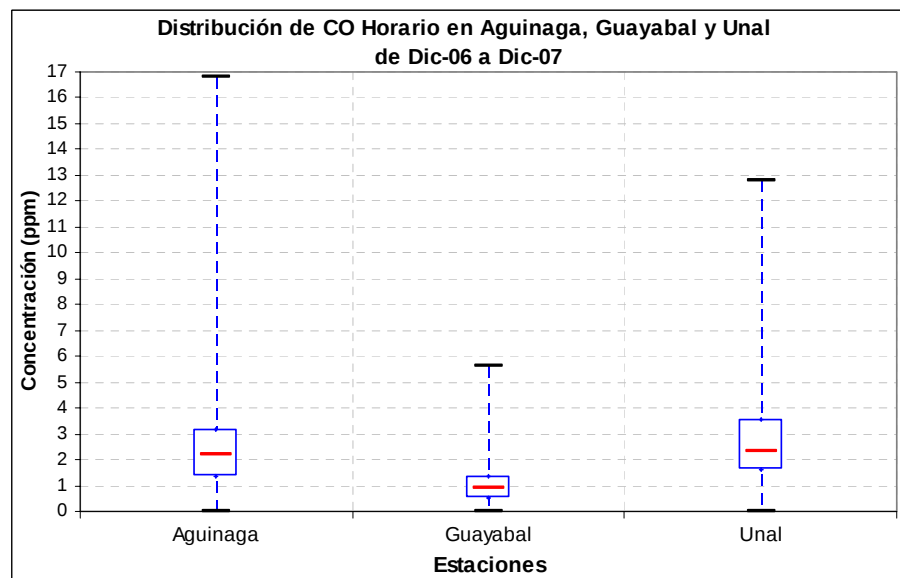
En la gráfica 59 se presenta la concentración de un día promedio de Monóxido de Carbono horario en las estaciones Aguinaga, Guayabal y Unal del periodo monitoreado. Se puede apreciar que en las horas del día que se presentan las mayores concentraciones son de las 06:00 a las 09:00 horas y después del medio día de las 17:00 a las 22:00 horas que corresponden a las horas picos de tráfico vehicular. Además la estación de la mayor concentración promedio es la Unal donde se esta midiendo directamente la influencia de la vía y por los trabajos que se vienen realizando de ampliación de ésta, la movilidad vehicular ha disminuido y es la única vía de salida al occidente antioqueño.

Gráfica 59. Concentración de un día promedio de Monóxido de Carbono horario en las estaciones Aguinaga, Guayabal y Unal



El diagrama de cajas y bigotes de las gráfica 60 muestran el resumen del comportamiento de las concentraciones de CO horarias por estación en el periodo monitoreado perteneciente al Convenio 289 entre diciembre de 2006 y diciembre de 2007, se puede observar que las mayores concentraciones se obtuvieron en la estación Unal luego en Aguinaga y por ultimo en Guayabal ya que sus medianas fueron en 2,4; 2,2 y 0,9 ppm respectivamente.

Gráfica 60. Distribución de monóxido de carbono horario en las estaciones Aguinaga, Guayabal y Unal

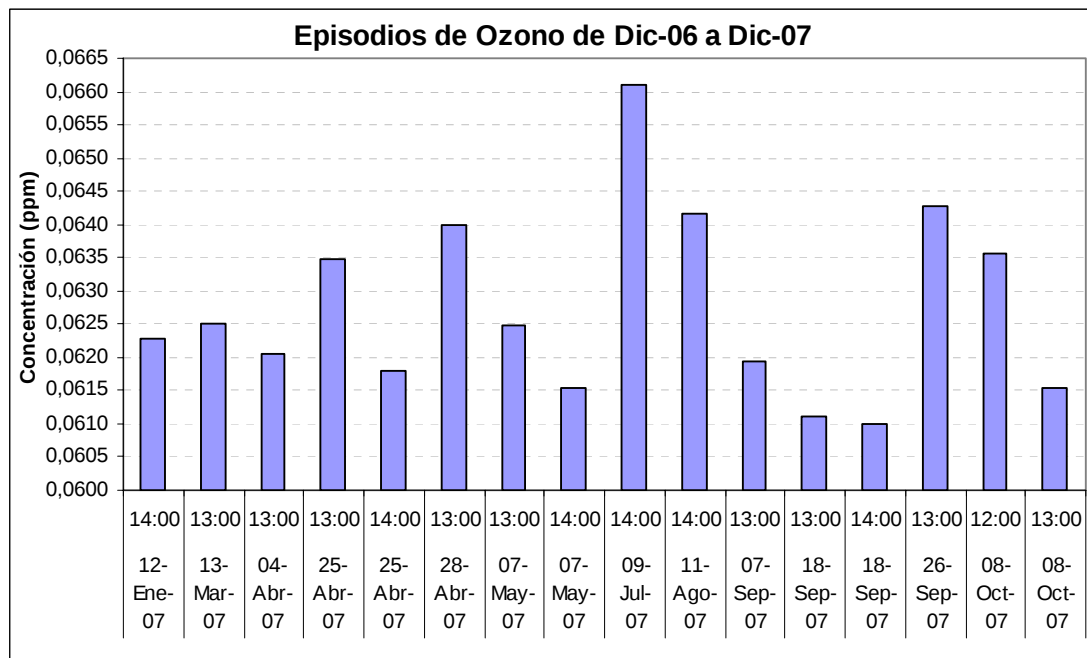


4.3 RESULTADOS DE OZONO

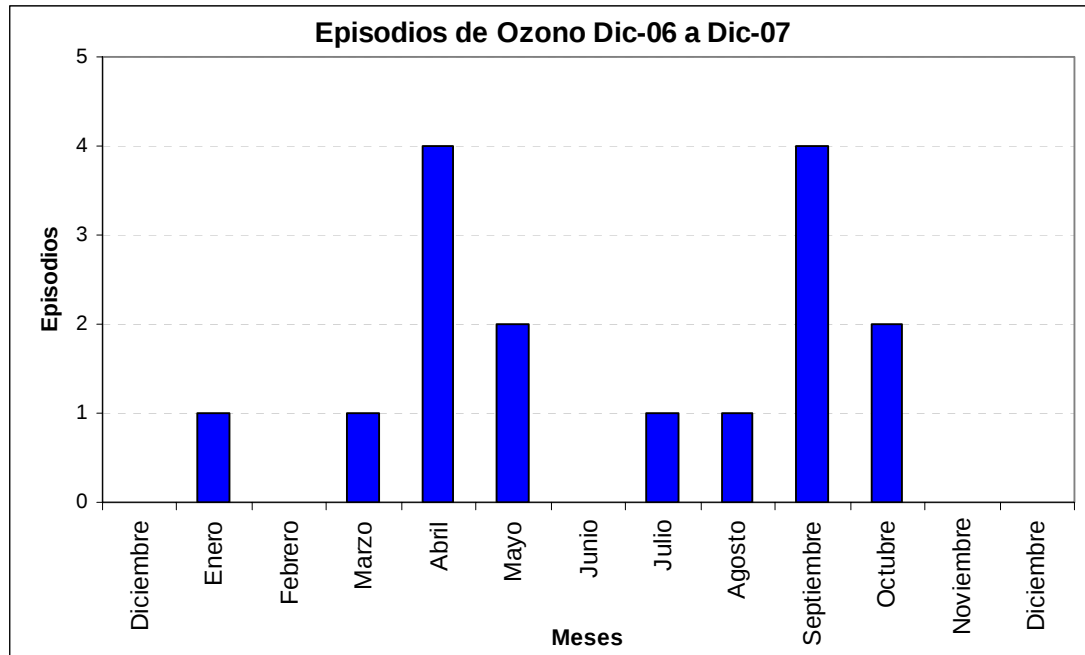
Las concentraciones horarias de Ozono en la estación Guayabal han superado el nivel máximo permisible que establece la norma de calidad del aire (Resolución 601 de 2006 del MAVDT) que es 0,061 ppm norma horaria en 16 ocasiones equivalente a 0.18% de los datos con concentraciones inferiores a 0,066 ppm. En la gráfica 61 se muestran los episodios horarios con sus respectivas concentraciones, donde se observa que el mes de julio se presentó la concentración más alta (0,066 ppm). En la gráfica 62 se muestra el número de eventos por mes en el periodo del Convenio y se puede apreciar que los meses donde más se superó la norma horaria fueron abril y septiembre con 4 episodios en cada uno.

La norma octohoraria (0,041ppm) no fue superada en ninguna ocasión en todos los datos del periodo.

Gráfica 61. Episodios horarios de Ozono en la estación Guayabal



Gráfica 62. Número de episodios horarios de Ozono mensuales en la Estación Guayabal



En la tabla 12 y gráfica 63, se presenta el resumen de los resultados de las concentraciones obtenidas de Ozono tanto horarias como octohorarias en la estación Guayabal.

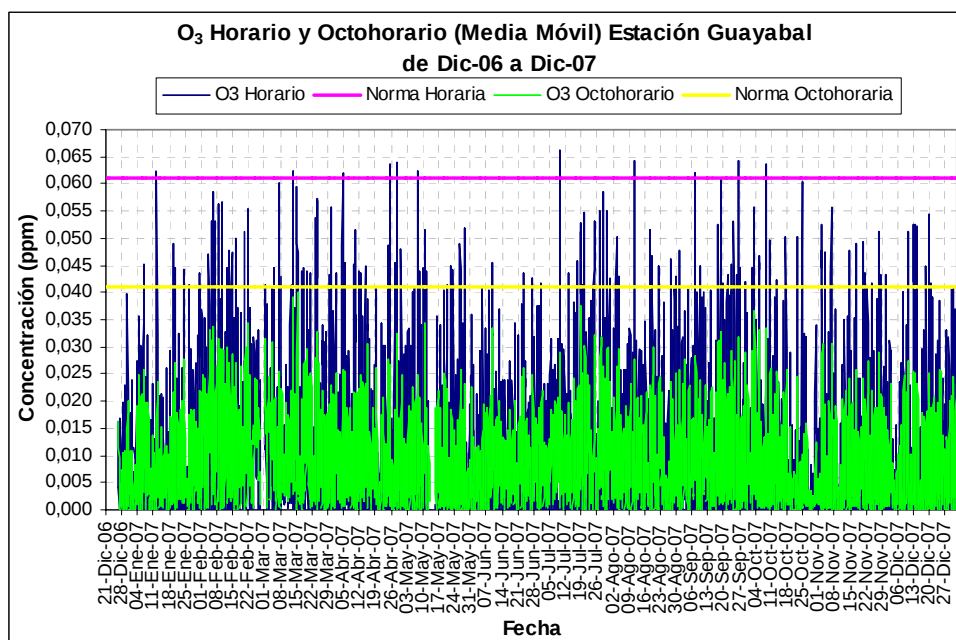
Tabla 12. Concentración de O₃ del 15 de diciembre de 2006 al 31 de diciembre de 2007 en la Estación Guayabal

O ₃ (ppm)	GUA
Promedio aritmético	0,007
Desviación estándar	0,011
Valor máximo 1hora	0,066
Valor máximo 8hora	0,040
Valor mínimo 1hora	0,000
Valor mínimo 8hora	0,000
Cantidad Datos 1 hora	8734
Cantidad Datos 8 horas	6226
NVSN1H	16
NVSN8H	0
NVSN1H/CD [%]	0,18
NVSN8H/CD [%]	0,00

NVSN1H: Número de Veces que Supera la Norma Horaria [0,061 ppm]

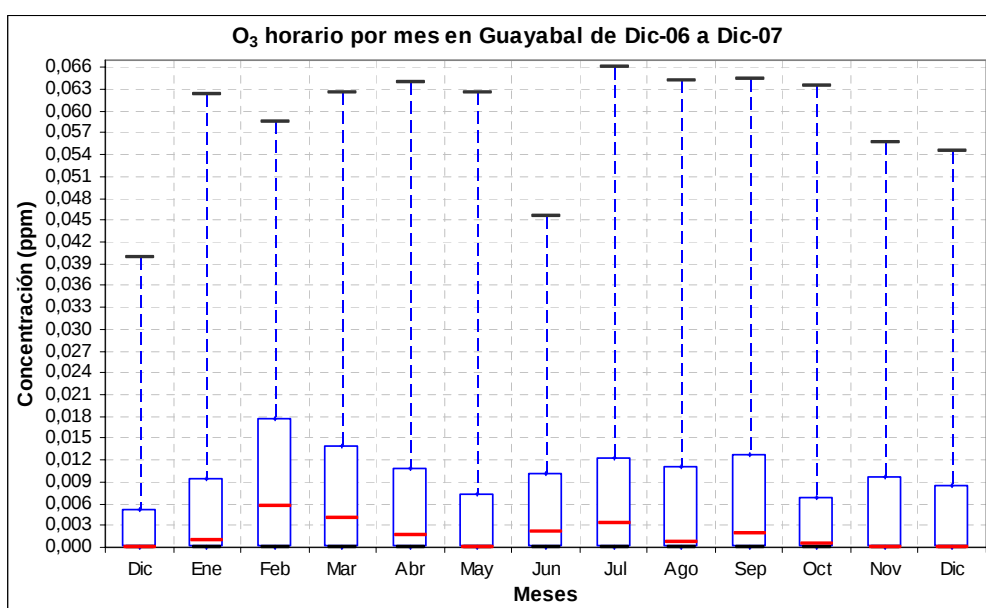
NVSN8H: Número de Veces que Supera la Norma Octohoraria [0,041ppm]

Gráfica 63. Concentración horaria y octohoraria de Ozono en la estación Guayabal



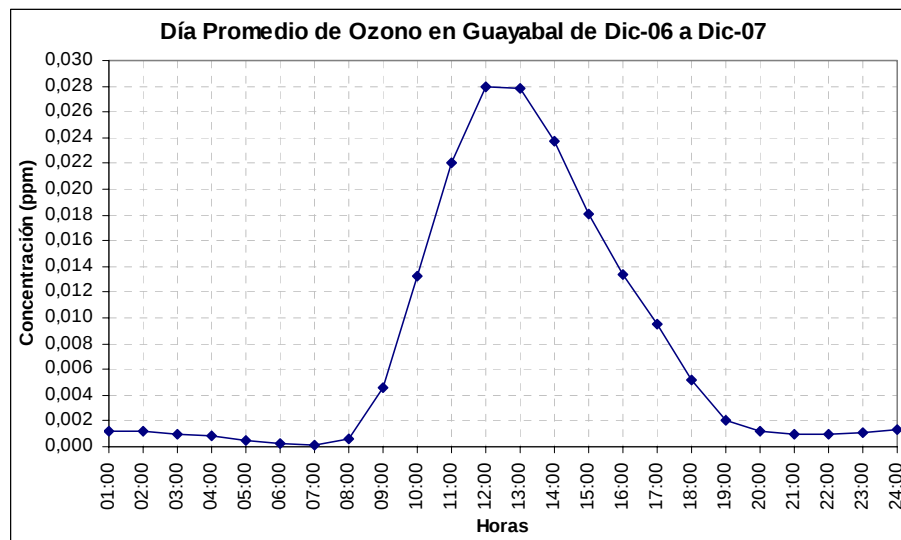
El diagrama de cajas y bigotes de la gráfica 64 muestra el resumen del comportamiento de las concentraciones de Ozono horario para cada mes del Convenio 289. Entre diciembre de 2006 y diciembre de 2007, se observa que en el mes de febrero se presentaron las concentraciones más altas en la estación ya que la mediana es la más alta.

Gráfica 64. Caja de bigotes de Ozono horario en la estación Guayabal



En la gráfica 65 se presenta la concentración de un día promedio de Ozono horario en la estación Guayabal. Se aprecia que en las horas del día que se presentan las mayores concentraciones son las del medio día que es cuando mayor radiación solar.

Gráfica 65. Concentración de un día promedio de Ozono horario.



4.4 RESULTADOS DE DIÓXIDO DE AZUFRE Y DIÓXIDO DE NITRÓGENO

La tabla 13 muestra un resumen estadístico de las concentraciones de dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno obtenidas entre diciembre 15 de 2006 y diciembre 31 de 2007.

Tabla 13. Concentración de dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en condiciones de referencia

	AGUI		BEL1		ITAG		POLI		UNAL		UPB	
	SO ₂	NO ₂	SO ₂	NO ₂	SO ₂	NO ₂	SO ₂	NO ₂	SO ₂	NO ₂	SO ₂	NO ₂
Promedio Aritmético	3	43	2	29	4	37	6	50	4	52	3	35
Desviación estándar	4	33	2	17	3	13	7	19	3	29	3	10
Valor máximo	15	176	9	82	13	78	29	88	11	168	12	74
Valor mínimo	0	1	0	0	0	2	0	14	0	3	0	15
Muestreos Realizados (1)	41	53	39	50	56	60	48	58	51	54	57	57
Muestreos No Detectables (N.D.)	12	0	12	1	4	0	10	0	3	0	1	0
Muestreos Totales (Realizados + N.D.)	53	53	51	51	60	60	58	58	54	54	58	57
Muestreos menores a 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1)	41	17	39	21	56	8	46	2	51	7	57	8
Muestreos menores a 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (%) (1)	100	32	100	42	100	13	96	3	100	13	100	14

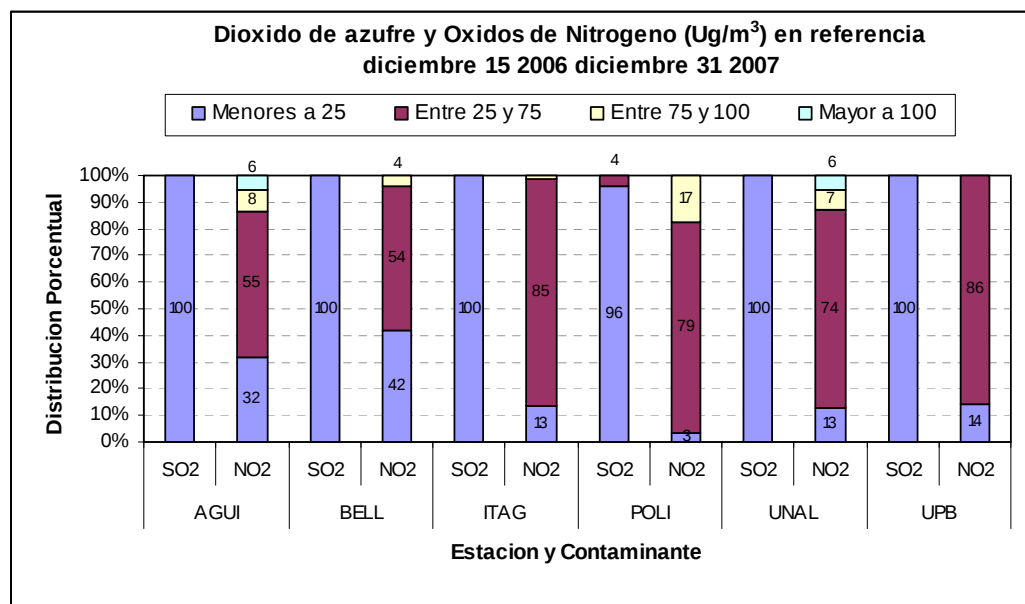
1. No incluye las muestras reportadas como N.D. (No detectable)

Es importante aclarar que el laboratorio que analiza las muestras reporta en sus informes de resultados, muestras como N.D. (No Detectable) y muestras con muy bajos contenidos de dióxido de azufre, u óxidos de nitrógeno. Esto quiere decir en las muestras reportadas como N.D. que no se alcanzó a detectar algún contenido de dióxido de azufre, u óxidos de nitrógeno, al analizar la muestra, el cual es diferente a los bajos contenidos de dióxido de azufre, o óxidos de nitrógeno, que al calcular su concentración, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, se obtienen valores de cero o muy cercanos a cero.

Estos resultados muestran concentraciones muy bajas de dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno, siendo superiores los óxidos de nitrógeno. Las concentraciones máximas de óxidos de nitrógeno fueron de $176 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $168 \mu\text{g}/\text{m}^3$, medidos el 25 de marzo de 2007 en la estación Aguinaga y el 18 de junio en la estación Universidad Nacional, respectivamente. Estas concentraciones, unidas a $139 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $112 \mu\text{g}/\text{m}^3$ medidas el 17 de febrero de 2007 y el 07 de marzo de 2007 respectivamente en la estación Universidad Nacional, fueron las únicas concentraciones que superaron la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para este contaminante definida en la Resolución 601 de 2006 del MAVDT. Respecto al dióxido de azufre, la máxima concentración fue de $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$, (Estación Politécnico, en julio 11 de 2007). Las demás concentraciones de dióxido de azufre fueron inferiores a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, siendo inferiores a los valores máximos permitidos establecidos en la Resolución 601 de 2006 del MAVDT ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como norma anual y $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como norma diaria).

La gráfica 66 muestra un resumen de las concentraciones de dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno obtenidas en el período entre diciembre 15 de 2006 y diciembre 31 de 2007. Esta gráfica no tiene incluida las muestras reportadas como N.D. (No detectable) por el laboratorio de análisis de las muestras.

Gráfica 66. Distribución de concentraciones diarias de SO_2 y NO_2



4.5 RESULTADOS DE LLUVIA ÁCIDA

La lluvia ácida se refiere a la precipitación en forma de lluvia, nieve o niebla que contiene un exceso de ácidos debido a la contaminación atmosférica. Además, ésta puede presentarse como partículas sólidas que son ácidas. La acidez de la lluvia se mide en función del pH, en una escala logarítmica de 1.0 a 14.0. Generalmente, la precipitación que cae por una atmósfera "limpia" es normalmente algo ácida, con un pH de aproximadamente 5.5. Sin embargo, la lluvia ácida puede tener valores de pH por debajo de 4.0.

La medición de la lluvia ácida es importante, debido a los efectos potencialmente nocivos que puede tener sobre el agua, la vida acuática, la salud humana, la vida silvestre y los materiales artificiales. Es así, como en este informe se presentan los resultados del monitoreo de los equipos de lluvia ácida que se encuentran ubicados en las estaciones de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia (UNAL) y la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB) durante el periodo comprendido entre los años 2005 al 2007 (ver figura 2).

Mediante la medición de parámetros, como: pH, conductividad, sólidos totales y sólidos volátiles, es posible saber que tan contaminada está nuestra atmósfera y que tan eficaces han sido las medidas para combatir la emisión de contaminantes precursores de lluvia ácida (óxidos de nitrógeno y azufre) provenientes de las fuentes fijas, residenciales y móviles, responsables de modificar la composición natural del agua lluvia.

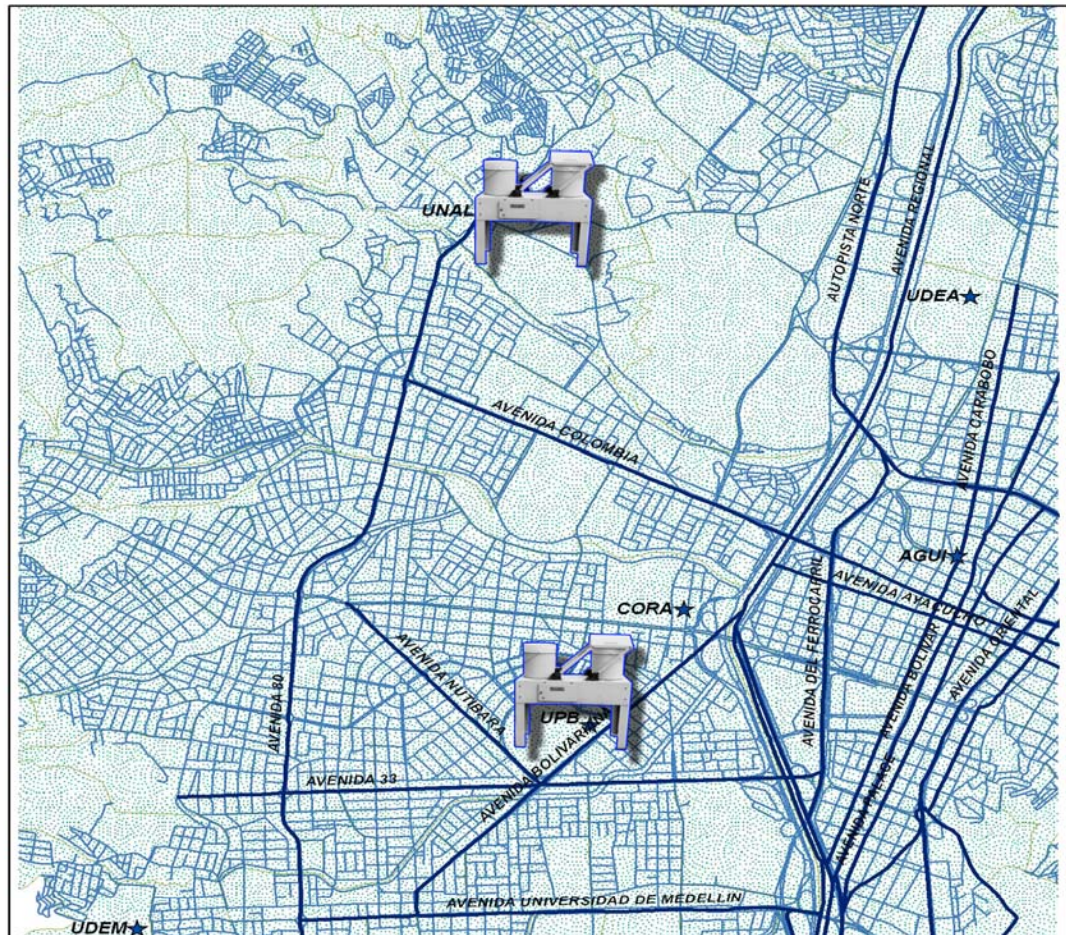
La lluvia ácida se genera por el humo y los gases provenientes de automotores y fábricas, los cuales forman ácidos al mezclarse con el aire. Por un lado, si el humo contiene dióxido de azufre (SO_2), al mezclarse con el vapor de agua, la lluvia contendrá ácido sulfúrico (H_2SO_4) y si el humo contiene óxido de nitrógeno (NO), en el agua de lluvia habrá ácido nítrico (HNO_3).

Los compuestos orgánicos volátiles medidos en la lluvia ácida son generados por la combustión incompleta de combustibles líquidos (vehículos), incineración de residuos y procesos industriales, los cuales poseen una toxicidad variable y están implicados en la formación de la neblina de contaminación. Esta neblina, es una mezcla muy compleja de compuestos de alto poder de oxidación que originan efectos muy nocivos sobre los seres vivos y algunos materiales.

Se debe tener en cuenta que las reacciones químicas formadas por los contaminantes SO_2 y NO_x con el vapor de agua y otras sustancias en la atmósfera pueden tomar horas o incluso días en llevarse a cabo, por lo que el viento puede acarrear esos contaminantes cientos de kilómetros antes de que caigan en forma líquida, ya sea como lluvia (depósito húmedo) o en forma de partículas y polvos (depósito seco) que se adhieren a las superficies y causan daño a los suelos.

El protocolo de muestreo se presenta en el anexo A.

Figura 2. Ubicación geográfica de los colectores de lluvia ácida



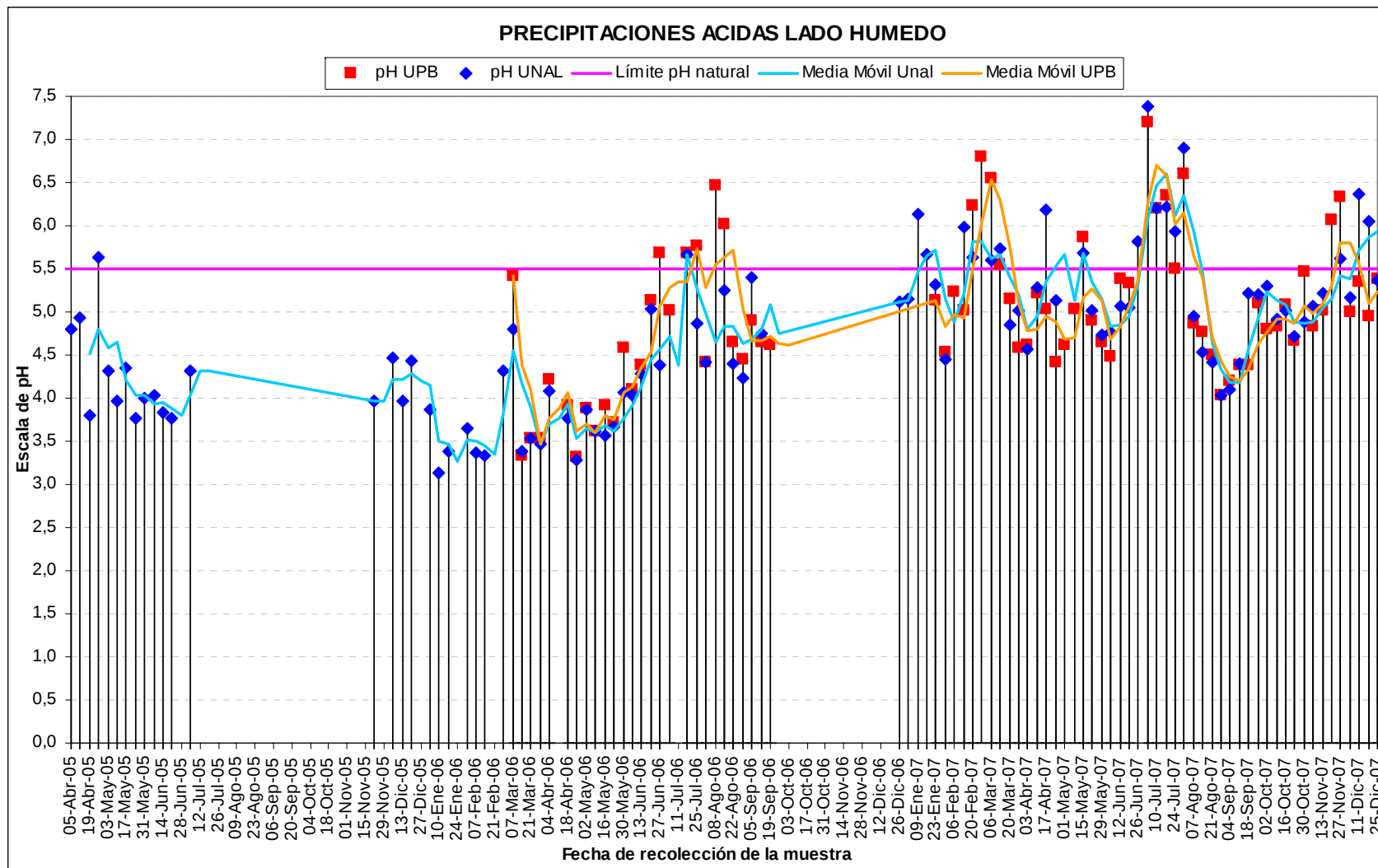
Convenciones

- ★ Estaciones_RMCA
- Vias_Principales
- Malla_Vial
- Barrios_Municipios
- Limites_Municipios



En la gráfica 67, es posible observar el pH para la lluvia ácida medido en las estaciones UNAL y UPB desde el año 2005, lo cual permitirá ver de forma detallada la fluctuación en el tiempo de esta variable durante los últimos años.

Gráfica 67. pH medido en las estaciones UNAL y UPB durante los años 2005 al 2007.

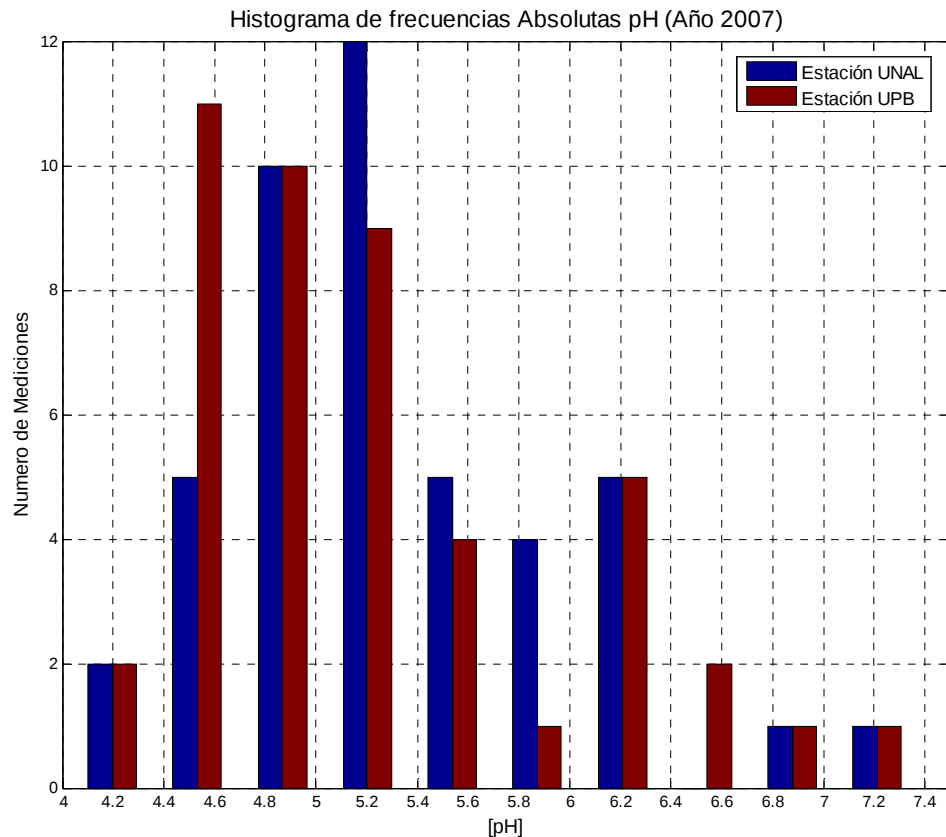


La gráfica 67 muestra que la tendencia para el pH de la lluvia ácida es muy similar en las estaciones UNAL y UPB en los meses comprendidos entre junio y noviembre de 2007. Además, es posible notar un aumento en la acidez de la lluvia para los meses agosto y octubre de este mismo año. Además, es posible notar que el pH de la lluvia ácida medido en el año 2007 ha disminuido significativamente, alcanzando un valor mínimo de 4.04 y 4.03 para las estaciones UNAL y UPB respectivamente el día 28 de agosto. Sin embargo, existen muchos valores de pH en los años 2005 y 2006 que se encuentran por debajo a los dos datos ya mencionados

Los espacios en donde no se registran datos, corresponden a periodos en los que la red de monitoreo de calidad del aire presentó una interrupción; los periodos son: 12/julio/2005 al 15/noviembre/2005 y del 26/noviembre/2006 al 26/diciembre/2006. También, es posible concluir que para la estación UNAL se tienen muchos valores de pH que se encuentran por debajo del límite de la lluvia natural, esto se debe a que este sector es uno de los puntos más contaminados dentro del Área Metropolitana, lo cual está fuertemente ligado con la generación de la lluvia ácida.

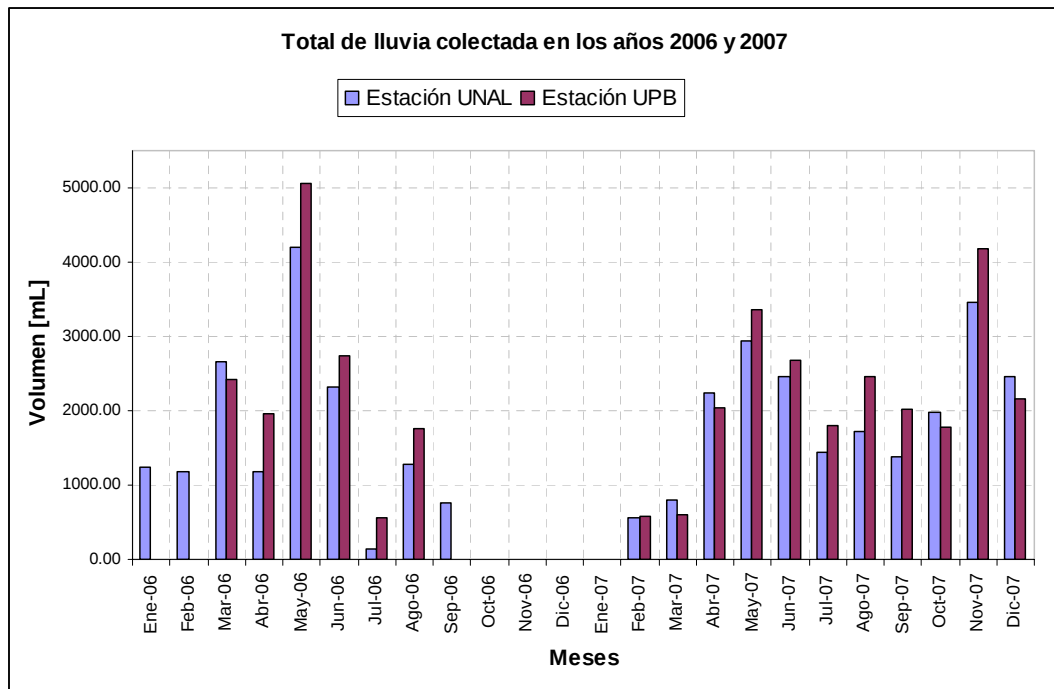
En la gráfica 68 es posible observar mediante un diagrama de barras la concentración de pH que se ha obtenido durante los años 2005 a 2007.

Gráfica 68. Histograma de frecuencias absolutas para el pH



La gráfica 69 presenta el volumen correspondiente a las mediciones de precipitaciones realizadas en los años 2006 y 2007 para las estaciones UNAL y UPB. Igualmente, se puede observar que en mayo de 2006 y noviembre de 2007 fueron los meses en donde más precipitaciones se presentaron. Además, si se contrasta la información obtenida en la gráfica 69 es posible notar que en estos dos meses se tienen concentraciones de pH por debajo del límite de la lluvia natural. Al igual que el pH, la conductividad es otra de las variables que son muestreadas y analizadas dentro de las mediciones de lluvia ácida. En un medio en donde la lluvia cae por una atmósfera limpia, la conductividad del agua es muy baja. Sin embargo, ésta se incrementa proporcionalmente con la cantidad de sales disueltas.

Gráfica 69. Total de precipitación colectada en el lado húmedo para las estaciones UNAL y UPB en los años 2006 y 2007.



Los meses de la gráfica en donde no se registra volumen de precipitaciones, se debe a que en ese periodo la red de monitoreo presentó una interrupción.

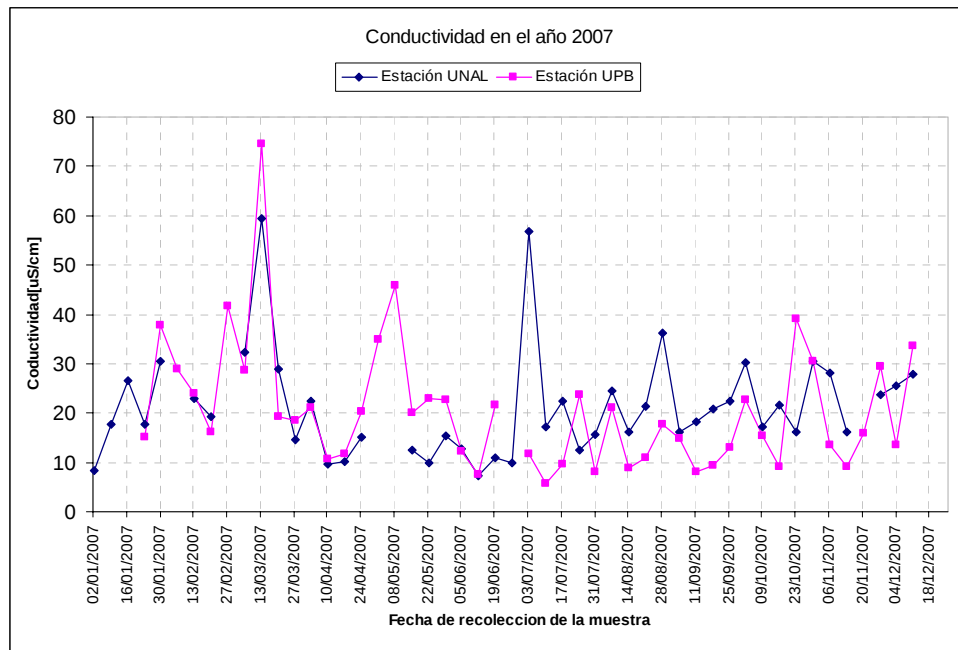
Por otra parte, dado que en los años 2005 y 2006 se cuentan con muy pocas mediciones para la conductividad del agua lluvia, sólidos totales y sólidos volátiles, el análisis de éstas variables, solo se hará para el periodo correspondiente al Convenio 289.

Las gráficas 70 a la 72 ilustran el comportamiento de la conductividad, los sólidos totales y sólidos volátiles respectivamente para las estaciones UNAL y UPB.

La gráfica 70 presenta las tendencias del comportamiento de la conductividad en las estaciones UNAL y UPB. En ésta, se puede observar un aumento en la conductividad en

el mes de marzo con valores que oscilan entre 14 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 59 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para la estación UNAL y entre 18 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 74 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para la estación UPB, resultados que son coherentes con el incremento de sólidos presentes en las muestras colectadas en este mes.

Gráfica 70. Conductividad para las estaciones UNAL y UPB (año 2007).

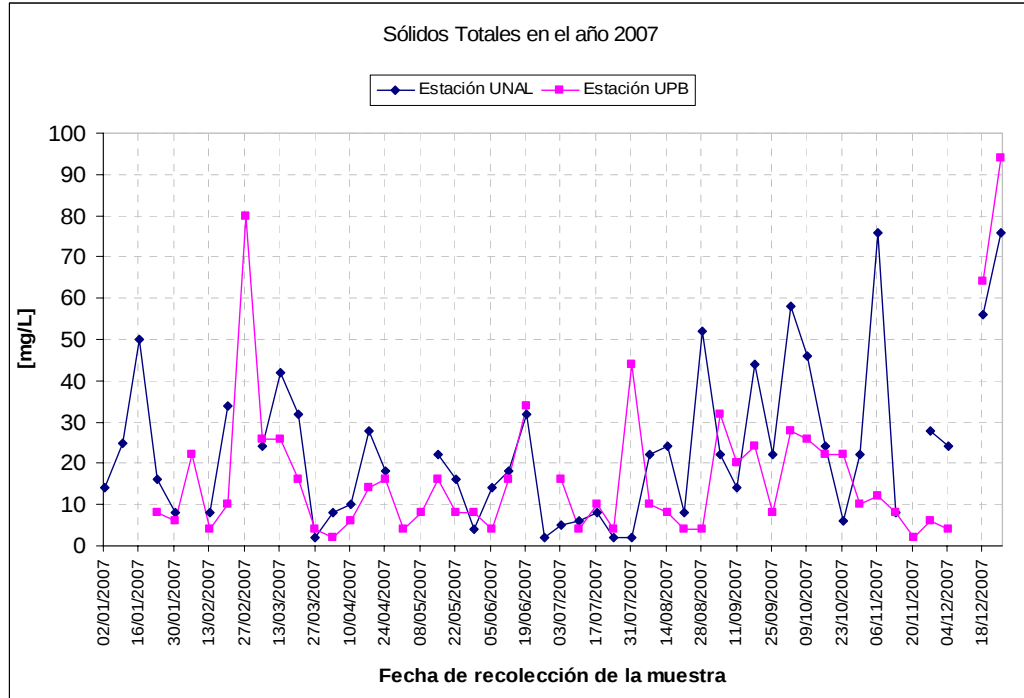


En las gráficas 71 y 72 se presentan los resultados de sólidos totales y sólidos totales volátiles para las muestras de lluvia colectadas en las estaciones UNAL y UPB.

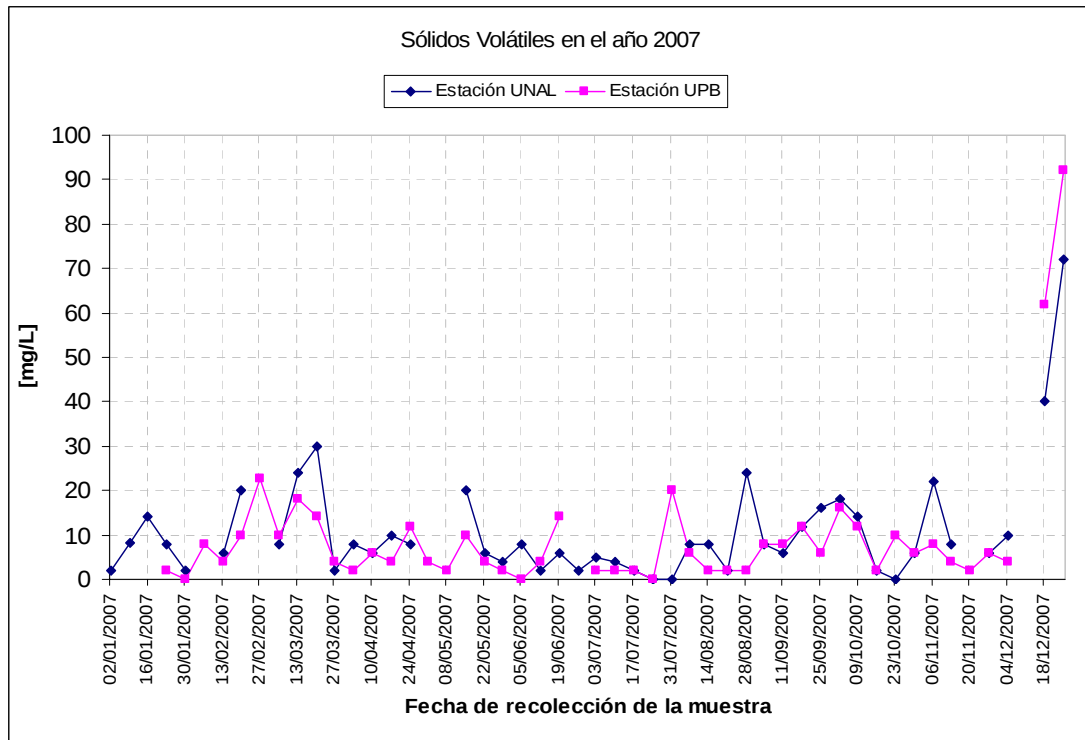
Cabe decir que las muestras de agua lluvia recolectadas poseen diferentes tipos de sólidos, distinguiéndose entre ellos orgánicos e inorgánicos. Estos sólidos comúnmente se clasifican en suspendidos, disueltos y totales. Para este caso, a estas mediciones se realiza un análisis de laboratorio para determinar la cantidad de sólidos totales y sólidos totales volátiles, los cuales se definen de la siguiente forma:

- Sólidos totales:** Es la cantidad de materia que permanece como residuo después de una evaporación, entre 103 y 105 grados centígrados; de estos hacen parte los sólidos suspendidos y disueltos.
- Sólidos volátiles:** Son aquellos que se volatilizan a una temperatura de 600 grados centígrados. Si los sólidos totales se someten a combustión bajo una temperatura de 600 grados centígrados durante 20 minutos, la materia orgánica se convierte a CO_2 y H_2O . Esta pérdida de peso se interpreta en términos de materia orgánica o volátil. Los sólidos que no se volatilizan se denominan sólidos fijos.

Gráfica 71. Sólidos Totales para las estaciones UNAL y UPB (año 2007).



Gráfica 72. Sólidos Volátiles para las estaciones UNAL y UPB (año 2007).



4.6 METEOROLOGÍA

En esta parte del informe, se presenta el análisis realizado durante el año 2007 a las variables meteorológicas medidas de manera automática en la estación Guayabal operada por la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire. Dentro de las variables a trabajar, se encuentran: velocidad, dirección del viento, humedad relativa, presión barométrica, temperatura, radiación solar y precipitación.

Cabe decir que para cada una de estas variables es analizado su comportamiento promedio para un día (media de cada conjunto de datos correspondiente a la misma hora del día). De igual forma, se realiza un análisis estadístico básico cuyo objetivo es hacer un resumen de algunas de las características cuantitativas de los datos meteorológicos obtenidos usando cantidades estadísticas comunes.

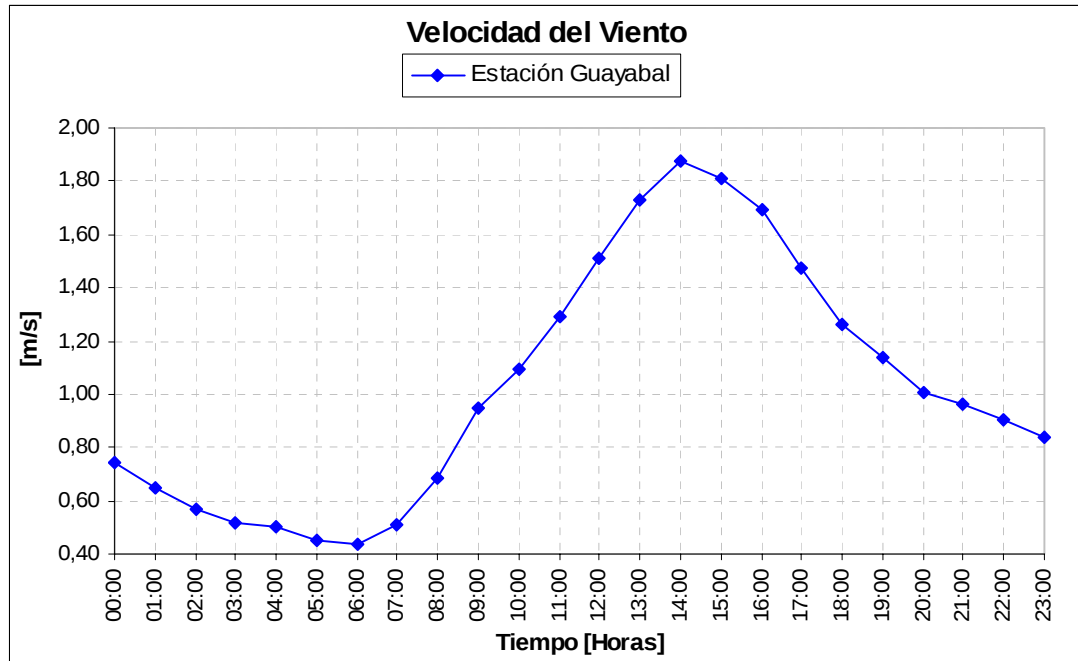
Por otra parte, se da vital importancia al análisis de la información meteorológica, ya que no basta solo en conocer la concentración de los contaminantes emitidos por determinadas fuentes o la inmisión de estos en determinados sitios para estimar el comportamiento de un contaminante en una zona de la ciudad en particular. Para este caso, lo que interesa es saber la forma en la que estos contaminantes son afectados por las variables meteorológicas y/o la topografía agreste del Valle de Aburrá.

Un factor significativo se produce cuando son emitidos los contaminantes, debido a que éstos son transportados por el aire, pudiendo diluirse, concentrarse, reaccionar con otros compuestos o ser dirigidos a través de grandes distancias, en función de las condiciones atmosféricas; de este modo se hace importante analizar el comportamiento de los parámetros atmosféricos en el análisis de la calidad del aire.

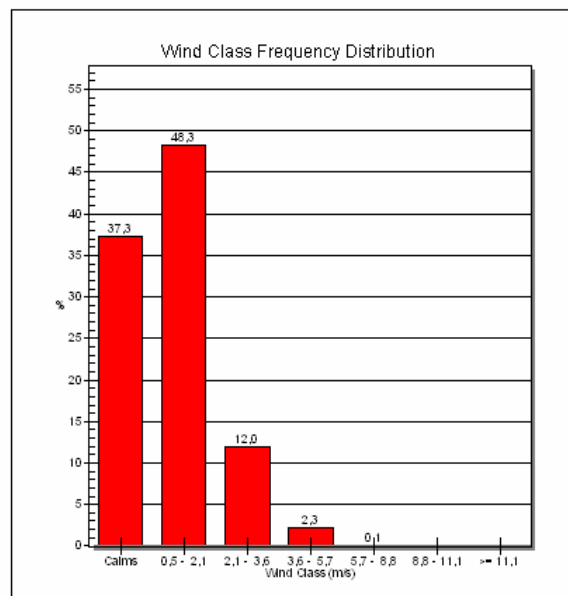
4.6.1 Velocidad del viento. En la gráfica 73 es posible observar el comportamiento promedio de la velocidad del viento para todo el año 2007 en la estación Guayabal. En esta representación, se nota que en general la velocidad del viento en esta estación presenta sus valores máximos en las horas de la tarde. Además, los valores mínimos correspondientes a vientos calmos se presentan de las 03:00 a las 09:00 horas.

La gráfica 73 muestra que para las mediciones hechas en la estación Guayabal más del 50% de los datos son menores de 2,1 m/s, lo cual indica una pobre dispersión de los contaminantes gaseosos y del material particulado en esta zona industrial de la ciudad.

Gráfica 73. Comportamiento promedio en el año 2007 para la velocidad del viento.

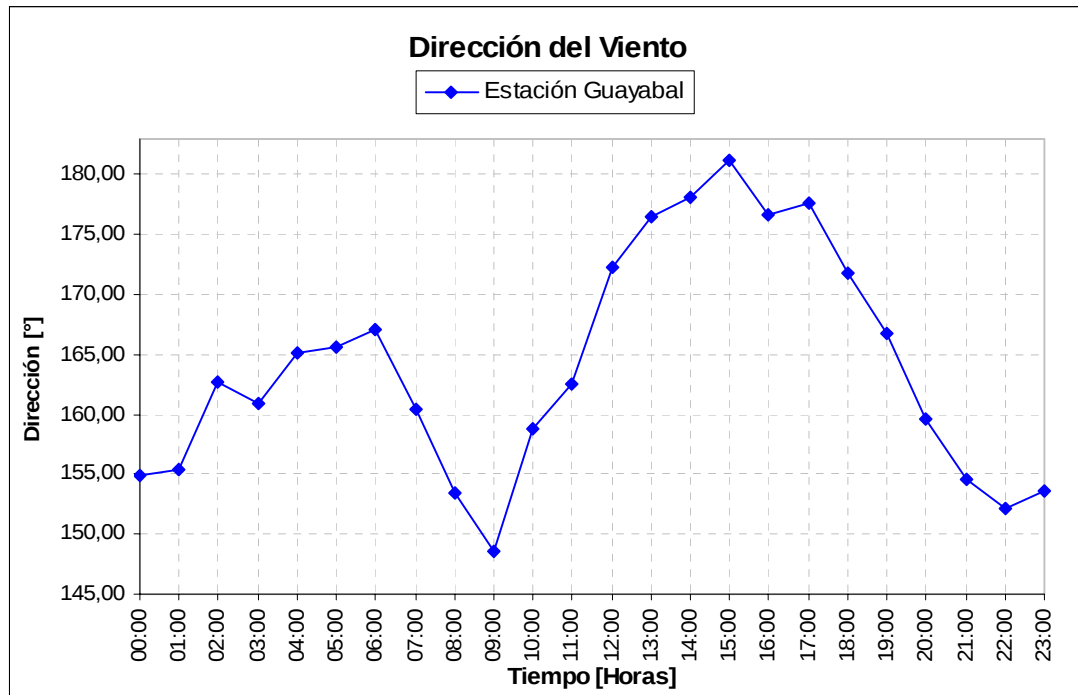


Gráfica 74. Distribución de Frecuencias para el año 2007 en la estación Guayabal



4.6.2 Dirección del Viento. La gráfica 75 muestra el comportamiento promedio para la dirección del viento durante el año 2007.

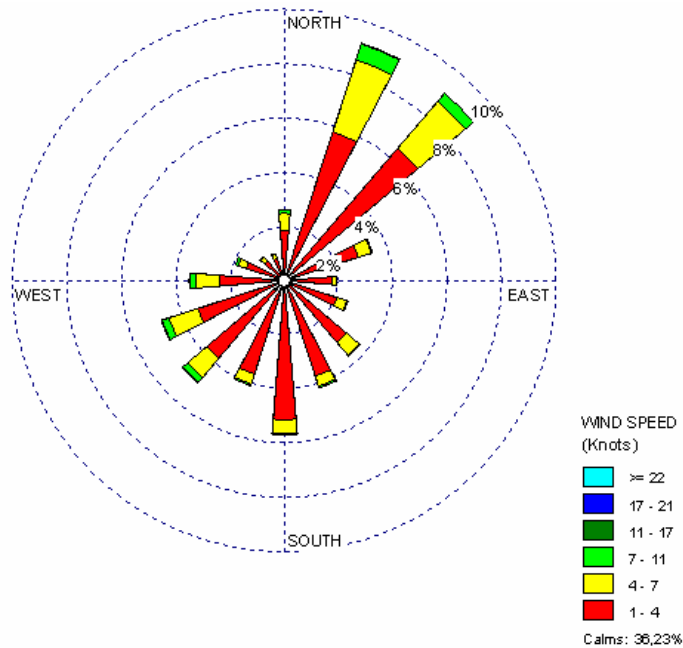
Gráfica 75. Comportamiento promedio en el año 2007 para de la dirección del viento en la estación Guayabal



De acuerdo a la rosa de vientos presentada en la gráfica 76 es posible establecer que para la estación Guayabal la dirección predominante del viento durante el año 2007 es Nor-Noreste con un 9% de los datos medidos. De igual forma, la segunda dirección predominante es Noreste con en el mismo porcentaje de datos que la primer dirección. Sin embargo, se nota que hacia el Nor-Noreste existen componentes de velocidad del viento mayores que en la dirección Noreste.

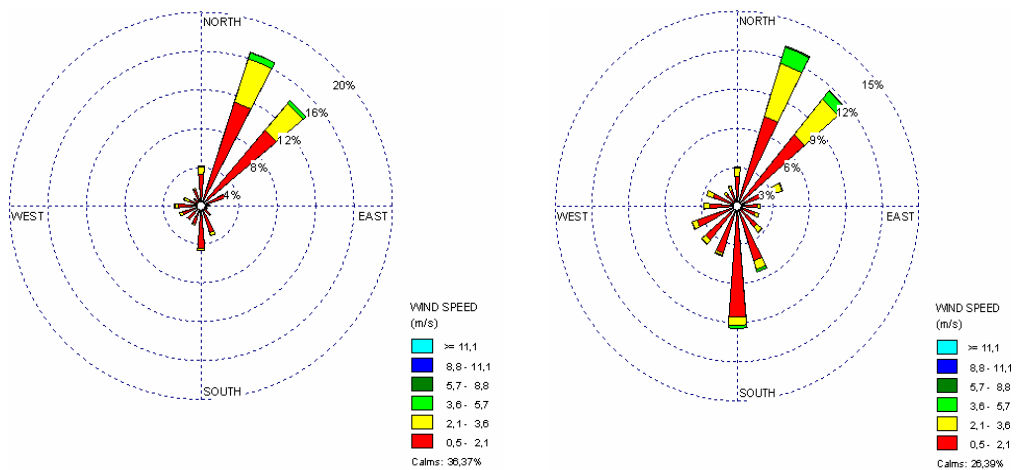
Cabe anotar, que de haber dispersión, estas serán las direcciones en las cuales son arrastrados los contaminantes por la fuerza de los vientos en esta zona de la ciudad.

Gráfica 76. Rosa de vientos para el año 2007 en la estación Guayabal



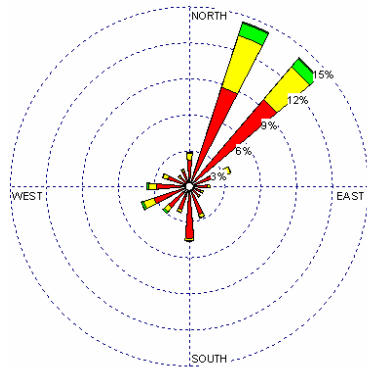
En la gráfica 77 se presenta la rosa de los vientos para todos los meses del año 2007. A partir de éstas, será posible establecer como ha variado la dirección y la velocidad del viento mes a mes.

Gráfica 77. Rosa de vientos mensual en la estación Guayabal

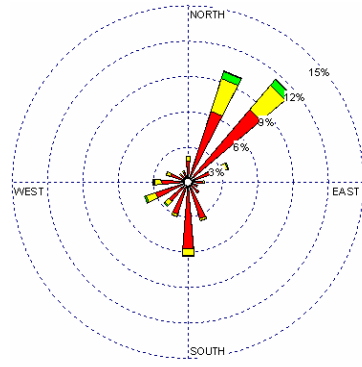


Rosa de vientos enero

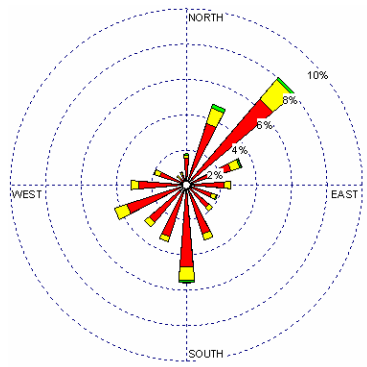
Rosa de vientos febrero



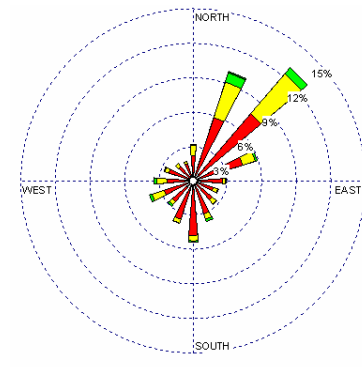
Rosa de vientos marzo



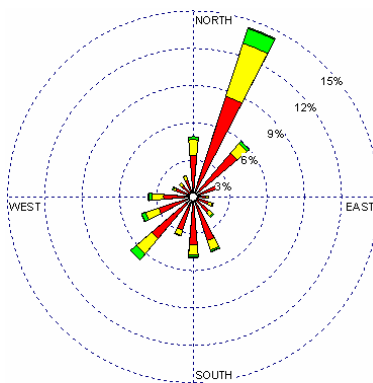
Rosa de vientos abril



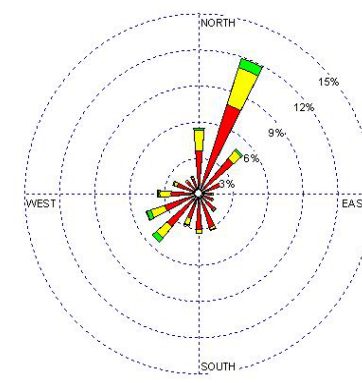
Rosa de vientos mayo



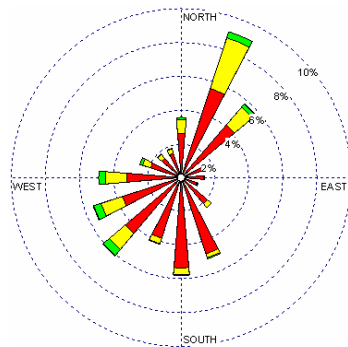
Rosa de vientos junio



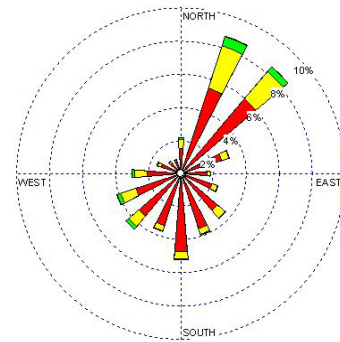
Rosa de vientos julio



Rosa de vientos agosto



Rosa de vientos septiembre



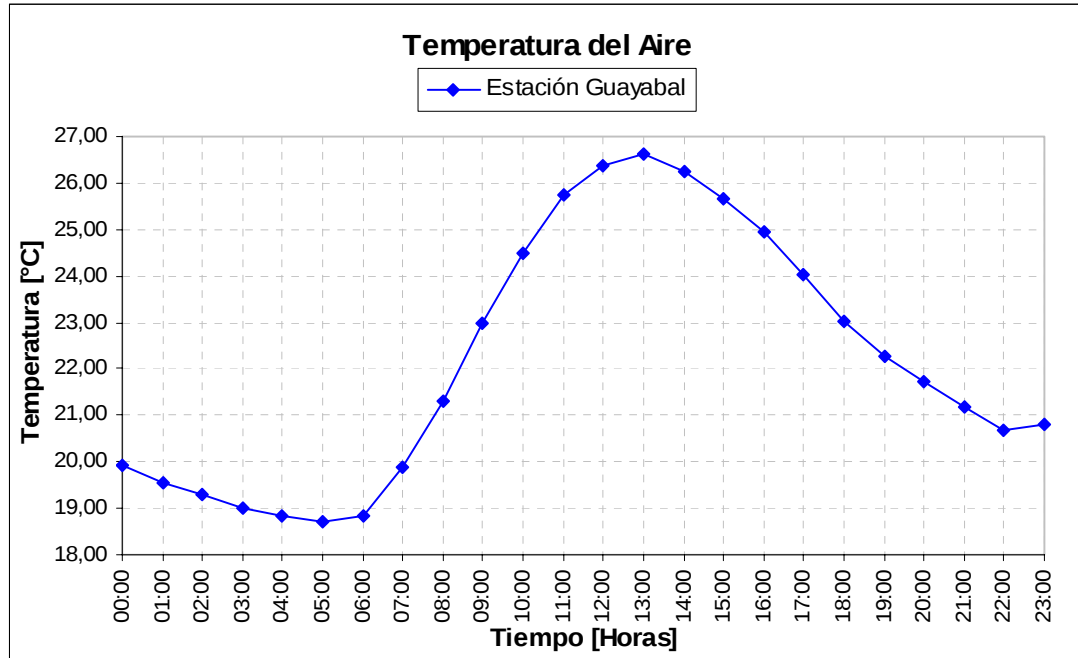
Rosa de vientos octubre

Debido a problemas técnicos en el sensor de dirección del viento durante los meses comprendidos entre noviembre y diciembre, no se presenta la rosa de vientos para estos meses.

Por otra parte, es posible observar que la dirección del viento predominante en cada uno de los meses es Nor-Noreste; seguido de Noreste.

4.6.3 Temperatura. La temperatura media para esta estación fue de 22,1°C, La variación de la temperatura promedio anual para un día se expone en la gráfica 78, en donde se observa como los máximos valores de temperatura se presentan alrededor de las 14:00 horas. cuando la transferencia de energía desde el sol es más notoria y los valores mínimos se presentan en las horas de la madrugada y alrededor de las 06:00 horas.

Gráfica 78. Comportamiento promedio en el año 2007 para la temperatura ambiental para la estación Guayabal



4.6.4 Humedad Relativa. La humedad representa el contenido de agua en la atmósfera, esta contiene siempre algo de agua en forma de vapor. La cantidad máxima depende de la temperatura y la humedad crece al disminuir ésta.

La humedad relativa se define como:

$$RH = \frac{p_{ws}(T_{seco})}{p_{ws}(T)}$$

Donde:

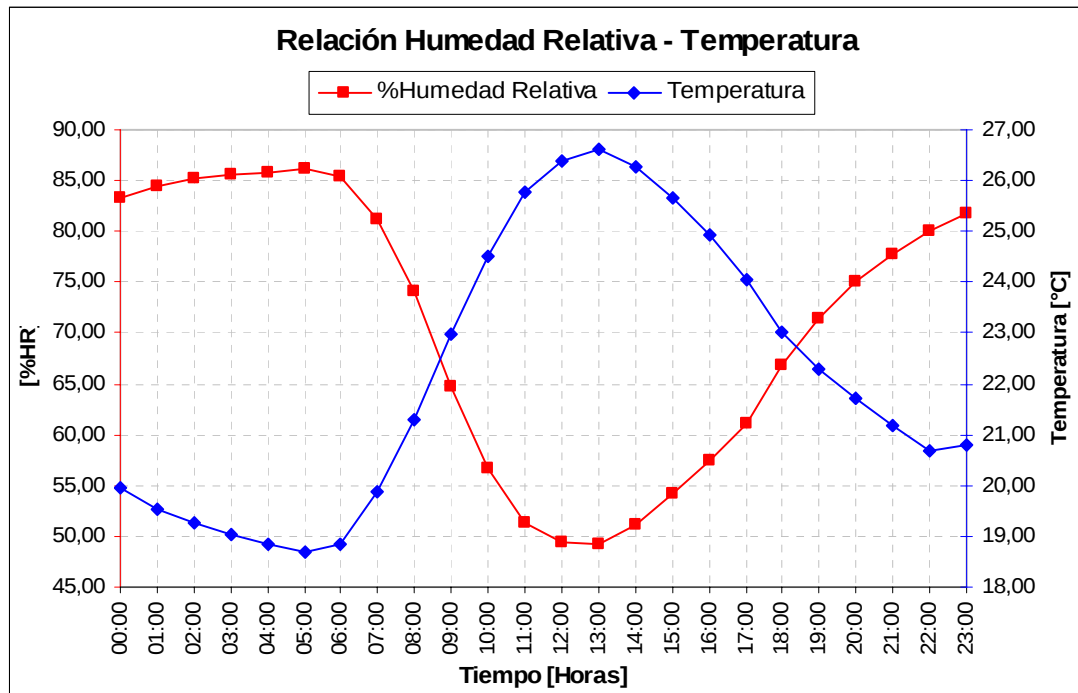
$p_{ws}(T_{seco})$: se define como la presión parcial de vapor a la temperatura de bulbo seco [mB].

$p_{ws}(T)$: Se define como la presión parcial de vapor a la temperatura de saturación (Roció) [mB]

$$\ln(p_{ws}) = \frac{C_1}{T} + C_2 + C_3 \cdot T + C_4 \cdot T^2 + C_5 \cdot T^3 + C_6 \cdot T^4 + C_7 \cdot \ln(T)$$

Dado que la humedad relativa depende altamente de la temperatura, es de esperarse que en las horas de la noche al bajar la temperatura aumente la humedad y en los periodos de tiempo más calurosos la humedad relativa tiende a disminuir. Lo anterior, es posible verlo en la gráfica 79.

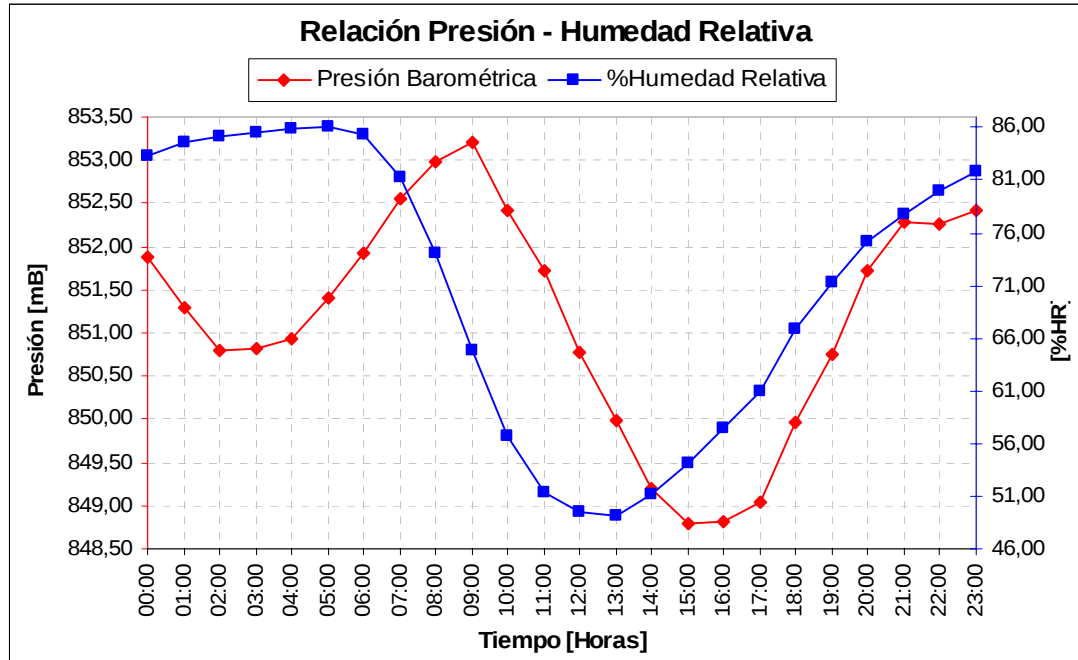
Gráfica 79. Comportamiento promedio en el año 2007 de la humedad relativa y la temperatura en la estación Guayabal.



4.6.5 Presión Barométrica. En la gráfica 80 se observa como la tendencia del comportamiento del conjunto de datos recolectados para la variable presión es homogénea, teniendo leves variaciones alrededor de 850 mB. En esta representación, también se puede apreciar el comportamiento dinámico de las variables presión y humedad relativa, una disminución en la humedad trae consigo una posterior disminución de la presión, con un retardo de algunas horas tiempo necesario para que el gran volumen de aire atmosférico aledaño a la estación homogenice su contenido de humedad.

Por la ley de Dalton se sabe que la presión total de una mezcla de gases, es el resultado de la suma de las presiones parciales de cada componente presente en la mezcla, en este caso la mezcla del aire atmosférico esta compuesta en su mayoría por aire seco y vapor de agua, la presión parcial del vapor de agua es función de la temperatura, al aumentar la temperatura disminuye la humedad y de esta forma también disminuye la presión de vapor de agua, este comportamiento se puede apreciar en las horas de la tarde, teniendo como resultado una disminución de la presión total medida por la estación meteorológica en estos periodos de tiempo.

Gráfica 80. Comportamiento promedio en el año 2007 para la presión barométrica y la humedad relativa en la estación Guayabal.



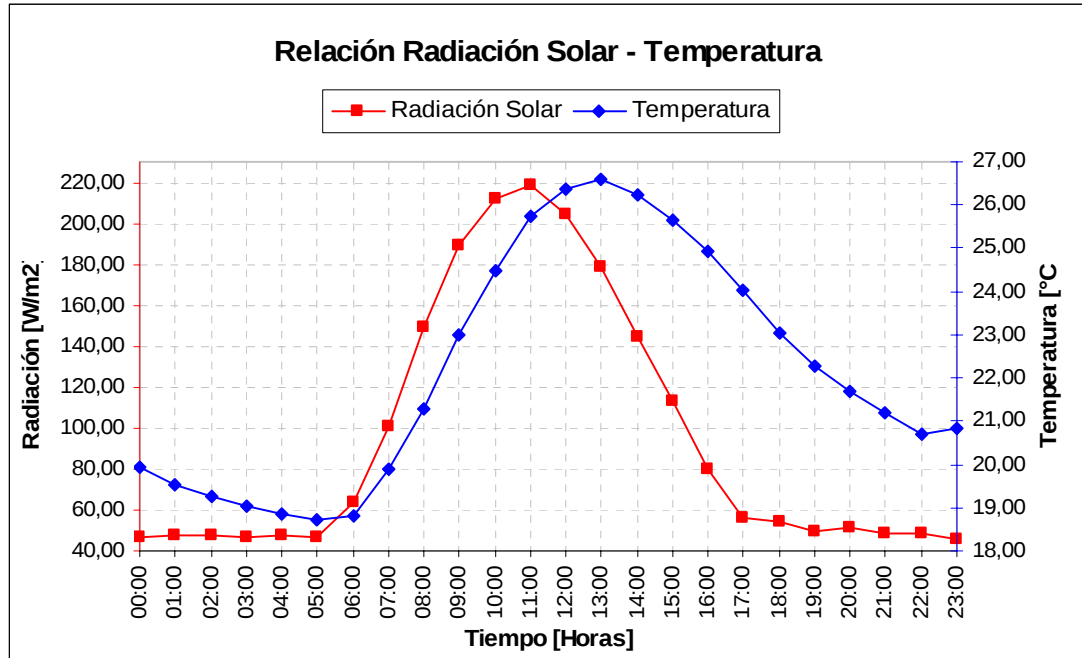
4.6.6 Radiación Solar. En la gráfica 81 se puede observar que primero se presenta los niveles máximos de radiación solar y después el pico de temperatura. Además, considerando los datos suministrados por la estación meteorológica el comportamiento temporal de este parámetro indica como es de esperarse unos valores máximos alrededor de las 12:00 horas y unos valores mínimos en las horas de la noche.

4.6.7 Precipitación. La gráfica 82 muestra el número de precipitaciones que se presentaron en cada mes correspondiente al año 2007. En esta representación, se nota que octubre fue el mes en donde más precipitaciones se presentaron.

Por otra parte, para el caso del material particulado, cuanto menor sea una partícula, más tiempo permanecerá en suspensión y por consiguiente podrá ser transportada a mayores distancias, de este modo el comportamiento de las precipitaciones también limita la dispersión de contaminantes como el material particulado.

Lo anterior, está altamente relacionado en la forma como cae y se transporta el material particulado, dado que cuanto más pequeño sea el diámetro de una partícula, más tiempo permanecerá en suspensión y por consiguiente podrá ser trasladada a distancias mucho mayores. Luego, si se cuenta con una atmósfera húmeda las partículas pueden actuar como núcleos de condensación de humedad y precipitar por efectos de arrastre de la lluvia.

Gráfica 81. Comportamiento promedio en el año 2007 para la radiación solar y la temperatura en la estación Guayabal.



Gráfica 82. Precipitaciones presentadas durante el año 2007

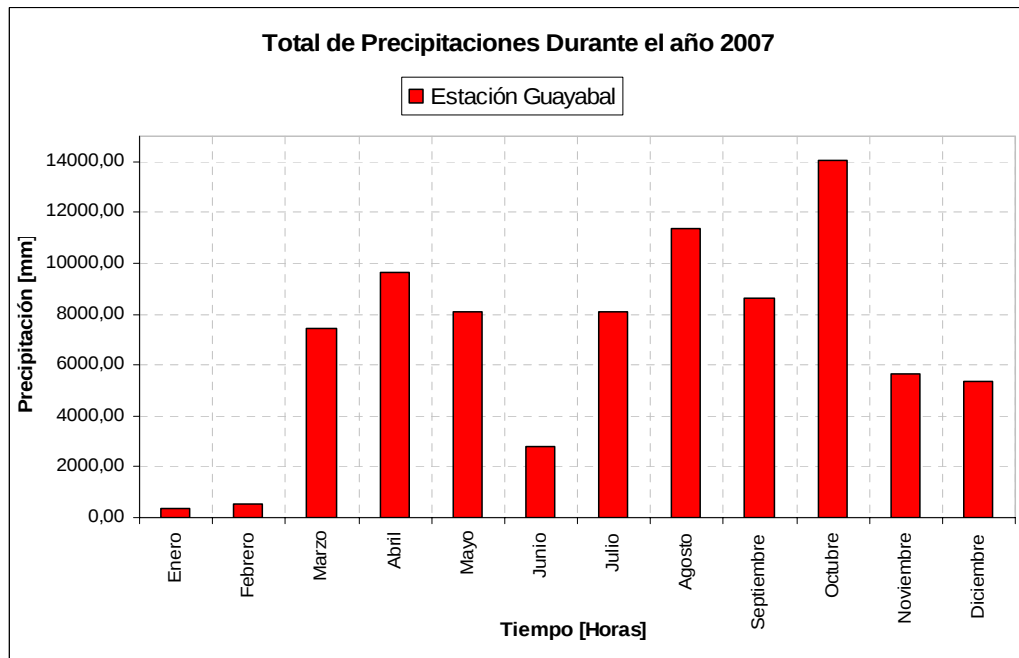


Tabla 14. Resumen de valores estadísticos para las variables meteorológicas en la estación Guayabal

Parámetros Estadísticos	Lluvia (mm)	Velocidad del viento (m/s)	Presión (mbar)	Dirección (°)	Temperatura Ambiental (°C)	Humedad (%)	Radiación Solar (W/m ²)
Media	2.59	1.03	850.92	156.22	22.12	70.83	95.82
Mediana	0.00	0.81	850.55	158.96	21.27	75.64	59.67
Mínimo	0.00	0.00	842.69	0.00	15.32	0.00	0.00
Máximo	49.00	7.13	1100.00	360.00	60.00	100.00	2000.00
Desviación Estándar	5.30	1.01	5.65	96.52	3.36	17.42	106.95
Varianza	28.13	1.01	31.94	9315.21	11.27	303.48	11437.11

En el anexo B se presenta el Informe de concentraciones del periodo diciembre 2006 a diciembre del 2007.

Adicionalmente, los parámetros como precipitación, temperatura, presión, radiación solar, humedad relativa, dirección y velocidad del viento del periodo correspondiente se presentan en forma detallada en el anexo C en medio magnético.

5. ÍNDICE DE CALIDAD ATMOSFÉRICA (AQI) DE LAS ESTACIONES DE LA RED DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL VALLE DE ABURRÁ

En la tabla 15 muestra las cantidades de los datos de las calidades del aire obtenidas durante los monitoreos entre diciembre 15 de 2006 y diciembre 31 de 2007 para todas las estaciones, menos las estaciones automáticas de AMVA y UPB, que tienen un análisis por separado.

Tabla 15. Índice de Calidad Atmosférica diciembre de 2006 – diciembre de 2007 (días)

CALIDAD	BAR	BEL1	CALD	AGUI	COPA	CORA	ESTR	GILI	GUA	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UEDEM	UNAL	UPB	SANA	BELL2	GICC
Buena	58	43	56	228	48	32	43	71	229	25	33	27	24	37	114	37	8	25	68
Moderada	58	69	142	137	71	78	55	44	132	178	167	85	85	75	183	82	87	81	48
No saludable para grupos sensibles	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0
No saludable	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Muy saludable	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peligrosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	116	112	198	366	119	110	98	115	361	203	200	112	110	112	299	119	95	106	116

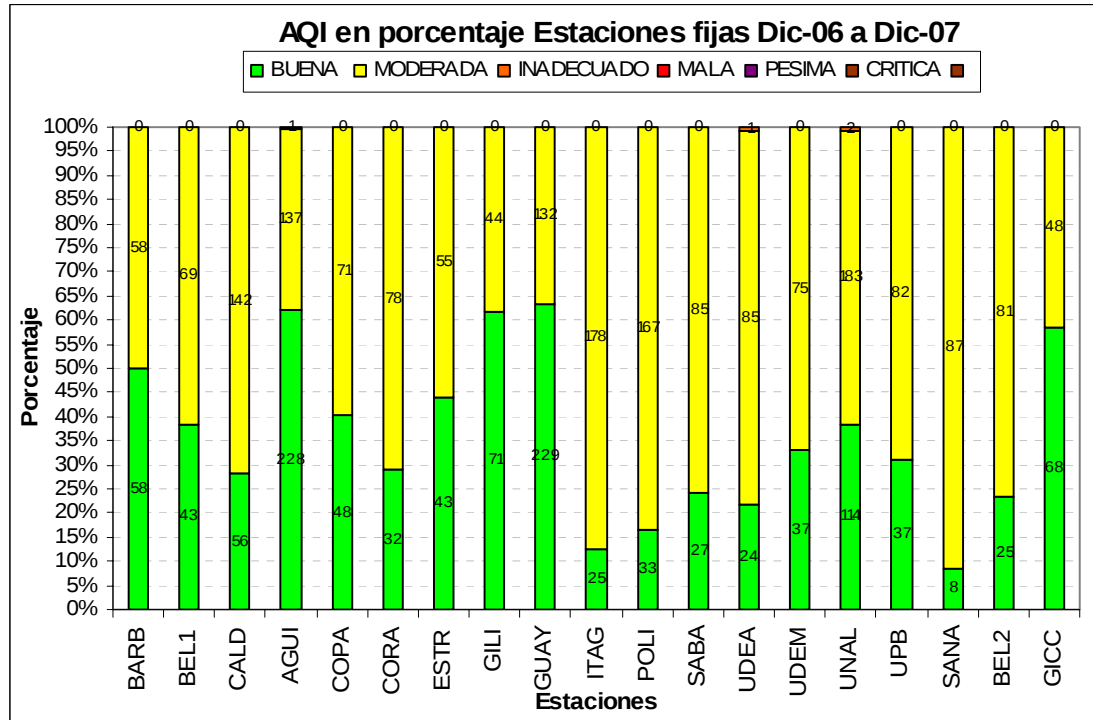
En la tabla 16 se presenta los porcentajes de las calidades del aire de acuerdo a los datos del cuadro anterior.

Tabla 16. Índice de Calidad Atmosférica diciembre de 2006 – diciembre de 2007 (%)

CALIDAD	BARB	BEL1	CALD	AGUI	COPA	CORA	ESTR	GILI	GUA	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UEDEM	UNAL	UPB	SANA	BELL2	GICC
Buena	50	38	28	62	40	29	44	62	63	12	17	24	22	33	38	31	8	24	59
Moderada	50	62	72	37	60	71	56	38	37	88	84	76	77	67	61	69	92	76	41
No saludable para grupos sensibles	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9	0	0,7	0	0	0	0
Poco saludable	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Muy poco saludable	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peligrosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

En la gráfica 83 muestra la representación grafica de la tabla 16.

Gráfica 83. AQI en porcentaje



5.1 ANÁLISIS POR ESTACIÓN DEL AQI DEL PERIODO DICIEMBRE 2006 A DICIEMBRE 2007

La contaminación del aire en el valle de Aburrá durante el año 2007 presenta las mayores concentraciones en los municipios de la zona central del valle: Bello, Medellín, Itagüí y Sabaneta, que son los municipios donde se tienen los mayores flujos vehiculares. Los contaminantes con concentraciones más altas son las partículas PST, las partículas PM10 y el ozono.

La monitoría de partículas PST y PM10, ha mostrado que las mayores concentraciones de estos contaminantes se presentan en las zonas donde se tienen los mas altos flujos vehiculares (combustión de gasolina y diesel), es el caso de las estaciones Universidad de Antioquia, Miguel de Aguinaga, San Antonio y Corantioquia, ubicadas en la zona céntrica de Medellín, y la estación Universidad Nacional (Facultad de Minas), ubicada en la única vía de salida – entrada al occidente Antioqueño. Adicionalmente, durante el 2007, se detectó que los procesos de construcción y las ampliaciones - remodelaciones de vías realizadas en las cercanías a los monitores, aumentaron considerablemente las concentraciones de estos contaminantes.

Los registros de ozono muestran que en las laderas y la zona sur del valle se tienen las mayores concentraciones, registradas en las horas del medio día, superando en varias oportunidades la norma horaria Colombiana de 0,061 ppm.

Las concentraciones de NO₂ muestran promedios aritméticos entre 29 µg/m³ y 52 µg/m³, siendo las estaciones Miguel de Aguinaga, Politécnico y Universidad Nacional donde se tienen las concentraciones mas altas. Únicamente dos concentraciones diarias de NO₂ superaron la norma diaria de 150 µg/m³ definida en la legislación Colombiana, medidas en Miguel de Aguinaga y Universidad Nacional, donde se tiene altos flujos vehiculares. Es muy posible que el uso del gas en la región, por parte de las industrias y los vehículos, realizada por Empresas Públicas de Medellín sea una de las fuentes de emisión de este contaminante.

Las concentraciones de dióxido de azufre, SO₂, y monóxido de carbono son muy bajos, al compararlos con la legislación Colombiana vigente.

5.1.1 Estación Barbosa (BAR). En el periodo estudiado se analizaron 116 días con partículas suspendidas totales (PST), de los cuales 58 días (50%) fueron de calidad buena y 58 días (50%) de calidad moderada. Las concentraciones diarias estuvieron entre 25 µg/m³ y 214 µg/m³: El promedio geométrico fue de 73 µg/m³, inferior a la norma anual de 100 µg/m³ definida en la Resolución 601 de 2006 del MAVDT. Únicamente el 22% de las concentraciones diarias superaron dicha norma anual.

5.1.2 Estación Girardota (GILI). En el período analizado se obtuvieron 115 datos de partículas suspendidas totales (PST), de los cuales 71 días (62%) fueron de calidad atmosférica Buena y 44 días (38%) de calidad Moderada. Es la estación “mas limpia” de PST de todas las estaciones del valle de Aburrá. Las concentraciones diarias estuvieron entre 19 µg/m³ y 134 µg/m³: El promedio geométrico fue de 65 µg/m³, inferior a la norma anual de 100 µg/m³ definida en la Resolución 601 de 2006 del MAVDT. Únicamente el 11% de las concentraciones diarias superaron la mencionada norma anual.

5.1.3 Estación Girardota (GICC). Se obtuvieron 116 datos de PM₁₀ de los cuales 68 días (59%) fueron de calidad atmosférica buena y 48 días (41%) de calidad moderada. Las concentraciones estuvieron entre 22 µg/m³ y 86 µg/m³, con promedio aritmético de 51 µg/m³. Únicamente el 10% de las concentraciones diarias superó la norma anual de 70 µg/m³ definida en la Resolución 601 del MAVDT, mientras que el 51% de estas concentraciones supera la norma anual de EE UU (50 µg/m³) y todas superan la norma anual de 20 µg/m³ establecida por la OMS . Estos resultados muestran que es una de las estaciones “más limpias” de partículas PM₁₀ de todas las estaciones que se tienen en el valle de Aburrá.

5.1.4 Estación Copacabana (COPA). Durante diciembre de 2006 y diciembre de 2007 se obtuvieron 119 datos de partículas suspendidas totales (PST), de los cuales 48 días (40%) fueron de calidad atmosférica buena y 71 días (60%) de calidad moderada. las concentraciones diarias estuvieron entre 30 µg/m³ y 188 µg/m³, con promedio geométrico de 81 µg/m³, inferior a la norma anual de 100 µg/m³ definida en la Resolución 601 de 2006 del MAVDT. El 28% de las concentraciones diarias superaron dicha norma anual.

5.1.5 Estación Bello (BEL1). Se monitoreó partículas suspendidas totales (PST), dióxido de Azufre (SO₂) y dióxido de Nitrógeno (NO₂). Se analizaron 112 días de los cuales 43 días fueron de calidad buena (38%) y 69 días de calidad moderada (62%) y donde predominó como contaminante responsable de la contaminación las partículas suspendidas totales (PST).

Las concentraciones diarias de PST estuvieron entre 26 µg/m³ y 213 µg/m³, con promedio geométrico de 83 µg/m³, inferior a la norma anual de 100 µg/m³ definida en la Resolución 601 de MAVDT del 2006. Únicamente el 28% de las concentraciones diarias superaron la norma anual de 100 µg/m³.

Las concentraciones diarias de NO₂ estuvieron entre 2 µg/m³ y 75 µg/m³, con un promedio aritmético de 29 µg/m³. Adicionalmente, el 98% de las concentraciones diarias fueron inferiores a 75 µg/m³ y solamente el 2% (equivalente a una concentración) es de 75 µg/m³. Estas concentraciones son inferiores a la norma diaria y anual definida en la Resolución 601 del MAVDT.

Las concentraciones diarias de SO₂ fueron inferiores a 9 µg/m³, con un promedio aritmético de 2 µg/m³. Estas concentraciones son inferiores a la norma diaria y anual definida en la Resolución 601 del MAVDT.

5.1.6 Estación Bello (BEL2). Se analizaron 106 días con PM₁₀ de los cuales 25 días (24%) fueron de calidad buena y 81 días (76%) fueron de calidad moderada. Ninguna de las concentraciones diarias superó la norma diaria de 150 µg/m³ definida en la Resolución 601 del MAVDT, mientras que el 44% de estas concentraciones superó la norma anual de 70 µg/m³ definida en la misma Resolución. Es muy importante destacar que el 81% de las concentraciones diarias supera la norma anual de EE UU (50 µg/m³) y todas las concentraciones diarias superan la norma anual de 20 µg/m³ establecida por la OMS.

5.1.7 Estación Universidad de Antioquia (UDEA). Se analizaron 110 días con partículas suspendidas totales (PST), de los cuales 24 días fueron de calidad buena (21,8%), 85 días (77,3%) de calidad moderada y un día (0,9%) de calidad inadecuada, registrada el 23 de febrero de 2007. Las concentraciones diarias estuvieron entre 30 µg/m³ y 263 µg/m³. El promedio geométrico fue de 110 µg/m³, que es superior a la norma anual de 100 µg/m³ definida en la Resolución 601 de 2006 del MAVDT. En esta estación, el 65% de las concentraciones diarias superaron la norma anual de 100 µg/m³.

5.1.8 Estación Aguinaga (AGUI). Se analizaron 366 datos entre PST, PM₁₀, SO₂ y CO. El índice de calidad del aire (AQI) reportó calidad atmosférica Buena en 228 días (62,3%) donde el contaminante responsable fue el PST en 5 días (1,4%), el PM₁₀ en 9 días (2,4%) y el CO en 214 días (58,5%). La calidad del aire Moderada se presentó en 137 días (37,4%) donde el contaminante responsable fue el PST en 79 días (21,6%), el PM₁₀ en 26 días (7,1%) y el CO en 32 días (8,7%). La calidad atmosférica inadecuada se presentó en un día (0,3%) donde el contaminante criterio fue el PST.

Las concentraciones diarias de PST estuvieron entre 34 µg/m³ y 300 µg/m³, con un promedio geométrico de 124 µg/m³, que es superior a la norma anual de 100 µg/m³.

definida en la Resolución 601 del 2006 de MAVDT. En esta estación, el 72% de las concentraciones diarias superaron la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Las concentraciones diarias de PM10 estuvieron entre $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $146 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con promedio aritmético de $73 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que es superior a la norma anual de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definida en la Resolución 601 de 2006 del MAVDT. En esta estación, el 56% de las concentraciones diarias superaron la norma anual de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Las concentraciones de monóxido de carbono no superaron en ninguna ocasión la norma colombiana (Resolución 601 de 2006 del MAVDT) tanto horaria como octohoraria. El promedio aritmético fue de 2,4 ppm. La concentración horaria más alta fue de 16,83 ppm, mientras que la concentración octohoraria más alta fue de 7,69 ppm.

La concentración diaria máxima de NO_2 fue de $176 \mu\text{g}/\text{m}^3$, superando la norma diaria de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de la Resolución 601 del MAVDT. El promedio aritmético de $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El 6% de las concentraciones diarias (3 datos) fueron superiores a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Las concentraciones diarias de SO_2 fueron inferiores a $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con un promedio aritmético de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Estas concentraciones son inferiores a la norma diaria y anual definida en la Resolución 601 del MAVDT.

5.1.9 Estación San Antonio (SANA). Durante el período se obtuvieron 95 datos de PM10 automático de los cuales 8 días (8%) fueron de calidad buena y 87 días (92%) fueron de calidad moderada. En esta estación, las concentraciones diarias de PM10 oscilaron entre $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con promedio aritmético de $92 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El 82% de estas concentraciones diarias supera la norma anual de Colombia ($70 \mu\text{g}/\text{m}^3$) mientras que el 96% de estas concentraciones superan la norma anual de EE UU ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

5.1.10 Estación Universidad Nacional (UNAL). Se analizaron 299 días con partículas suspendidas totales (PST), dióxidos de Azufre y Nitrógeno (SO_2 y NO_2), Monóxido de Carbono y PM10 automático. De los 299 días, 114 días (38,1) fueron de calidad buena de los cuales 12 días (4,0%) fue el PST el contaminante responsable, 22 días (7,4%) fue el PM10 y 80 días (26,8%) fue el CO. La calidad atmosférica moderada se presentó en 183 días (61,2%) donde el contaminante responsable fue el PST en 95 días (31,8%), el PM10 en 53 días (17,7%) y el CO en 35 días (11,7%). La calidad inadecuada se presentó en 2 días (0,7%) de calidad inadecuada donde el contaminante responsable fue el PST el 04 de marzo y el 24 de octubre de 2007.

Las concentraciones diarias de PST estuvieron entre $61 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $308 \mu\text{g}/\text{m}^3$, superando la norma diaria de $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definida en la Resolución 601 de 2006 del MAVDT. El promedio geométrico fue de $141 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que es superior a la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definida en dicha Resolución. En esta estación, el 86% de las concentraciones diarias de PST superaron la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Con respecto al PM10, las concentraciones diarias estuvieron entre $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $148 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con un promedio de $88 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El 77% de las concentraciones diarias de PM10 superó la norma anual Colombiana de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que el 92% de estas concentraciones

superó la norma anual de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de EE UU ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y todas las concentraciones diarias superan la norma anual de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de la OMS.

Las concentraciones de monóxido de carbono no superaron en ninguna ocasión la norma colombiana (Resolución 601 de 2006 del MAVDT) tanto horaria como octohoraria. El promedio aritmético fue de 2,82 ppm. La concentración horaria más alta fue de 12,82 ppm, mientras que la concentración octohoraria más alta fue de 8,49 ppm.

Las concentraciones diarias de NO_2 estuvieron entre $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $168 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con un promedio aritmético de $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Solamente un dato diario fue superior a la norma diaria de NO_2 de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definida en la Resolución 601 y tres datos diarios son superiores a los $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Las concentraciones diarias de SO_2 fueron inferiores a $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con un promedio aritmético de $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Estas concentraciones son inferiores a la norma diaria y anual definida en la Resolución 601 del MAVDT.

5.1.11 Estación Corantioquia (CORA). Entre diciembre de 2006 y diciembre de 2007 se obtuvieron 110 datos de calidad del aire de partículas menores a diez micras (PM_{10}): De estos 110 datos, 32 días (29%) fueron de calidad atmosférica buena y 78 días (71%) de calidad moderada. Las concentraciones diarias de PM_{10} estuvieron entre $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $123 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El promedio aritmético fue de $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$, inferior a la norma anual Colombiana de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En esta estación, el 36% de las concentraciones diarias superaron la norma anual Colombiana de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que el 83% de estas concentraciones supera la norma anual de EE UU ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

5.1.12 Estación Universidad de Medellín (UDEM). Durante el período se analizaron 112 días con partículas suspendidas totales (PST), de los cuales 37 días (33%) fueron de calidad buena y 75 días (67%) de calidad moderada. Las concentraciones diarias estuvieron entre $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $158 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con promedio geométrico de $84 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el cual es inferior a la norma anual Colombiana de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

5.1.13 Estación Universidad Pontificia Bolivariana (UPB). Durante el período se obtuvieron 119 datos entre partículas suspendidas totales (PST), dióxido de Azufre (SO_2) y dióxido de Nitrógeno (NO_2). De los 119 datos, 37 días (31%) fueron de calidad atmosférica buena y 82 días (69%) de calidad moderada. El único contaminante responsable de la calidad atmosférica en esta estación fue el PST.

Las concentraciones diarias de PST estuvieron entre $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $159 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con promedio geométrico de $84 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que es inferior a la norma anual Colombiana de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El 30% de las concentraciones diarias superaron la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Las concentraciones diarias de NO_2 estuvieron entre $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $74 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con un promedio aritmético de $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Estas concentraciones son inferiores a la norma anual y diaria Colombiana de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente.

Las concentraciones diarias de SO_2 fueron inferiores a $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con un promedio aritmético de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Estas concentraciones son inferiores a la norma diaria y anual definida en la Resolución 601 del MAVDT.

5.1.14 Estación Politécnico (POLI). Se analizaron 200 días con PST, SO_2 y PM10 automático. El Índice de Calidad del aire (AQI), reportó una calidad atmosférica buena en 33 días (17%) donde el contaminante responsable fue el PST durante 11 días (5,5%) y 22 días (11,5%) fue el PM10. La calidad moderada se presentó en 167 días (83%) donde el contaminante responsable fue el PST en 104 días (52%) y el PM10 en 63 días (31%).

En esta estación las concentraciones diarias de PST estuvieron entre $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $204 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con promedio geométrico de $109 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que es superior a la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definida en la Resolución 601 de 2006 del MAVDT. En esta estación, el 66% de las concentraciones diarias superaron la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Las concentraciones diarias de PM10 estuvieron entre $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $121 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con un promedio de $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El 39% de las concentraciones diarias de PM10 superó la norma anual Colombiana de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que el 81% de estas concentraciones superó la norma anual de EE UU ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y todas las concentraciones diarias superan la norma anual de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de la OMS.

Las concentraciones diarias de NO_2 estuvieron entre $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $88 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con un promedio aritmético de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Estas concentraciones son inferiores a la norma anual y diaria Colombiana de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente.

Las concentraciones diarias de SO_2 fueron inferiores a $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con un promedio aritmético de $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Estas concentraciones son inferiores a la norma diaria y anual definida en la Resolución 601 del MAVDT.

5.1.15 Estación Guayabal (GUA). Se analizaron 361 días con PST, PM10 automático, CO, O_3 (8h) y O_3 (1h). Se aclara que en esta estación se mide con PM10 automático y PM10 manual. El AQI se calculó con el PM10 automático por tratarse de registros más completos. El Índice de Calidad del aire (AQI), reportó una calidad atmosférica Buena en 229 días (63%) de los cuales 9 días (2,5%) fue el PST el contaminante responsable, 13 días (3,6%) el PM10, 98 días (27,1%) el CO y 109 días (30,2%) fue el O_3 (8h). Con calidad Moderada se presentaron 132 días (37%) de los cuales 93 días (26,0%) fue el PST el contaminante responsable, 37 días (10,4%) fue el PM10, un día (0,3%) fue el CO y un día (0,3%) fue el O_3 (8h).

Las concentraciones diarias de PST estuvieron entre $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $181 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con promedio geométrico de $104 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que es superior a la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definida en la Resolución 601 de 2006 del MAVDT. En esta estación, el 61% de las concentraciones diarias superaron la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Las concentraciones de PM10 medidos con el equipo automático y con el equipo manual en esta estación son muy similares, tal como lo muestra la tabla 7. Estas concentraciones oscilaron entre $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $123 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con promedio aritmético de $69 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El 49% de las

concentraciones diarias de PM10 superó la norma anual Colombiana de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que el 83% de estas concentraciones superó la norma anual de EE UU ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y todas las concentraciones diarias superan la norma anual de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de la OMS.

Las concentraciones de monóxido de carbono no superaron en ninguna ocasión la norma colombiana (Resolución 601 de 2006 del MAVDT) tanto horaria como octohoraria. El promedio aritmético fue de 1,00 ppm. La concentración horaria más alta fue de 5,60 ppm, mientras que la concentración octohoraria más alta fue de 3,72 ppm.

Las concentraciones horarias de Ozono superaron la norma máxima horaria Colombiana de 0,061 ppm en 16 ocasiones (0.18%), donde la concentración máxima fue de 0,066 ppm, registrada el 09 de julio a las 14:00 horas. Los meses donde mas se superó la norma horaria fueron abril y septiembre, con 4 episodios en cada mes. La norma Colombiana octohoraria (0,041ppm) no fue superada en ninguna ocasión.

5.1.16 Estación Itagüí (ITAG). En el período se analizaron 203 días con PST, SO_2 y PM10 automático. El Índice de Calidad del aire (AQI), reportó una calidad atmosférica Buena durante 25 días (12%) de los cuales 13 días (6,3%) fue el PST el contaminante responsable y 12 días (5,7%) fue el PM10. La calidad Moderada se presentó en 178 días (88%) donde 104 días (51,5%) fue el PST el contaminante responsable y 74 días (36,5%) fue el PM10.

Las concentraciones diarias de PST estuvieron entre $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $184 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con promedio geométrico de $103 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que es superior a la norma anual Colombiana de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En esta estación, el 63% de las concentraciones diarias superaron la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Las concentraciones diarias de PM10 estuvieron entre $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $112 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con un promedio de $69 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El 45% de las concentraciones diarias de PM10 superó la norma anual Colombiana de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que el 86% de estas concentraciones superó la norma anual de EE UU ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y todas las concentraciones diarias superan la norma anual de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de la OMS.

Las concentraciones diarias de NO_2 estuvieron entre $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $78 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con un promedio aritmético de $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Estas concentraciones son inferiores a la norma anual y diaria Colombiana de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente.

Las concentraciones diarias de SO_2 fueron inferiores a $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con un promedio aritmético de $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Estas concentraciones son inferiores a la norma diaria y anual definida en la Resolución 601 del MAVDT.

5.1.17 Estación La Estrella (ESTR). Se analizaron 98 días con partículas suspendidas totales (PST). De los 98 días 43 días (44%) fueron de calidad atmosférica buena y 55 días (56%) de calidad moderada. Las concentraciones diarias de PST estuvieron entre $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con promedio geométrico de $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que es inferior a la norma

anual Colombiana de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En esta estación, únicamente el 14% de las concentraciones diarias superaron la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

5.1.18 Estación Sabaneta (SABA). Durante el período se analizaron 112 días con partículas suspendidas totales (PST), de los cuales 27 días (24%) fueron de calidad atmosférica buena y 85 días (76%) de calidad moderada. Las concentraciones diarias estuvieron entre $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $152 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con promedio geométrico de $91 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que es inferior a la norma anual Colombiana de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En esta estación, el 45% de las concentraciones diarias superaron la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

5.1.19 Estación Caldas (CALD). Esta estación operó hasta mayo en el Hospital San Vicente de Paúl de este municipio, distante unas seis cuadras del parque principal, y desde mayo de 2007 está operando en la plaza de mercado de esta municipalidad, a una cuadra del parque principal. Se estudiaron 198 días con partículas suspendidas totales (PST) y PM10, con equipo automático, desde el mes de agosto de 2007. De los 198 días, 56 días (28%) fueron de calidad buena, donde 26 días (13%) fue el PST el contaminante responsable y 30 días (15%) fue el PM10, y 142 días (72%) fueron de calidad moderada, donde 88 días (45%) el contaminante responsable fue el PST y 54 días (27%) fue el PM10.

Las concentraciones diarias de PST estuvieron entre $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $157 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con promedio geométrico de $93 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que es inferior a la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definida en la Resolución 601 de 2006 del MAVDT. En esta estación, el 49% de las concentraciones diarias superaron la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Las concentraciones diarias de PM10 estuvieron entre $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $102 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con un promedio de $61 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El 27% de las concentraciones diarias de PM10 superó la norma anual Colombiana de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que el 75% de estas concentraciones superó la norma anual de EE UU ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y todas las concentraciones diarias superan la norma anual de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de la OMS.

5.2 ANÁLISIS POR ESTACIÓN DEL AQI DEL PERÍODO DE NOVIEMBRE DE 2007

En la tabla 17 se presentan la calidad atmosférica asociada, el contaminante que la condiciona, y el valor del índice de calidad del aire (totales) (AQI), (Calidad/Contaminante/AQI), para cada uno de los días del mes de noviembre de 2007 en cada una de las estaciones.

5.2.1 Estación Barbosa (BAR). Para los días muestreados se presentó un índice de calidad del aire para PST Moderada (valores de AQI entre 51 y 100) en un 20%, y calidad Buena (valores de AQI entre 0 y 50) en un 80%.

El contaminante medido para la estación fue (PST) Partículas Suspendidas Totales, el cual es ocasionado en su mayor parte por el tráfico vehicular (La Troncal está a 100 m), no hay influencia de fuentes fijas en un radio de 500 m.

Tabla 17. Índices de contaminación atmosférica totales (AQI), calidad atmosférica asociada y contaminante que la condiciona (AQI/Calidad/Contaminante) noviembre de 2007.

FECHA (dd/mm/a a)	BAR	BEL1	CALD	AGUI	COPA	ESTR	GILI	GUA	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB	CORA	SANA	BEL2	GICC
01-11-07			49-Bue- PM10	41-Bue-CO (8h)				26-Bue- CO (8h)	62-Mod- PM10	58-Mod- PM10				83-Mod- PM10			78-Mod- PM10	65-Mod- PM10	52-Mod- PM10
02-11-07	39-Bue- PST	49-Bue- PST	60-Mod- PM10	66-Mod- PM10	55-Mod- PST	54-Mod- PST	54-Mod- PST	64-Mod- PST	65-Mod- PST	76-Mod- PST	56-Mod- PST	64-Mod- PST	65-Mod- PST	88-Mod- PST	61-Mod- PST	62-Mod- PM10	84-Mod- PM10	62-Mod- PM10	56-Mod- PM10
03-11-07			45-Bue- PM10	28-Bue-CO (8h)				16-Bue- CO (8h)	57-Mod- PM10	53-Mod- PM10				59-Mod- PM10			63-Mod- PM10	30-Bue- PM10	27-Bue- PM10
04-11-07			40-Bue- PM10	15-Bue-CO (8h)				15-Bue- CO (8h)	46-Bue- PM10	51-Mod- PM10				56-Mod- PM10			65-Mod- PM10	45-Bue- PM10	45-Bue- PM10
05-11-07	35-Bue- PST	42-Bue- PST	46-Bue- PST	56-Mod- PST	34-Bue- PST		31-Bue- PST	56-Mod- PST	51-Mod- PST	52-Mod- PST	41-Bue- PST	52-Mod- PST	52-Mod- PST	66-Mod- PST	44-Bue- PST	51-Mod- PM10	58-Mod- PM10	42-Bue- PM10	41-Bue- PM10
06-11-07			53-Mod- PM10	43-Bue-CO (8h)				22-Bue- CO (8h)	65-Mod- PM10	70-Mod- PM10				79-Mod- PM10			87-Mod- PM10	53-Mod- PM10	51-Mod- PM10
07-11-07			61-Mod- PM10	40-Bue-CO (8h)				14-Bue- CO (8h)	68-Mod- PM10	64-Mod- PM10				76-Mod- PM10			77-Mod- PM10	61-Mod- PM10	55-Mod- PM10
08-11-07	43-Bue- PST	55-Mod- PST	63-Mod- PM10	63-Mod- PST	53-Mod- PST	56-Mod- PST	46-Bue- PST	61-Mod- PST	67-Mod- PST	65-Mod- PST	55-Mod- PST	69-Mod- PST	59-Mod- PST	87-Mod- PST	60-Mod- PST	62-Mod- PM10	74-Mod- PM10	57-Mod- PM10	48-Bue- PM10
09-11-07			46-Bue- PM10	22-Bue-CO (8h)				16-Bue- CO (8h)	54-Mod- PM10	60-Mod- PM10				82-Mod- PM10			84-Mod- PM10		65-Mod- PM10
10-11-07			62-Mod- PM10	33-Bue-CO (8h)				25-Bue- CO (8h)	57-Mod- PM10	68-Mod- PM10				84-Mod- PM10			89-Mod- PM10		63-Mod- PM10
11-11-07	37-Bue- PST	43-Bue- PST	62-Mod- PST	56-Mod- PST	32-Bue- PST	48-Bue- PST	32-Bue- PST	52-Mod- PST	50-Bue- PM10	66-Mod- PM10	49-Bue- PST		52-Mod- PST	65-Mod- PST	43-Bue- PST	51-Mod- PM10	59-Mod- PM10		28-Bue- PM10
12-11-07			53-Mod- PM10	18-Bue-CO (8h)				11-Bue- O3 (8h)	44-Bue- PM10	61-Mod- PM10				44-Bue- PM10			53-Mod- PM10		37-Bue- PM10
13-11-07			46-Bue- PM10	32-Bue-CO (8h)				18-Bue- CO (8h)	63-Mod- PM10	64-Mod- PM10				64-Mod- PM10			51-Mod- PM10		31-Bue- PM10
14-11-07	37-Bue- PST	69-Mod- PST	65-Mod- PST	72-Mod- PST	53-Mod- PST	51-Mod- PST	41-Bue- PST	61-Mod- PM10	63-Mod- PST	70-Mod- PST	60-Mod- PST	69-Mod- PST	62-Mod- PST	78-Mod- PM10	60-Mod- PST	58-Mod- PM10	68-Mod- PM10		50-Bue- PM10
15-11-07			58-Mod- PM10	28-Bue-CO (8h)				9-Bue- O3 (8h)	50-Bue- PM10	58-Mod- PM10				92-Mod- PM10			71-Mod- PM10		37-Bue- PM10
16-11-07			74-Mod- PM10	42-Bue-CO (8h)				16-Bue- CO (8h)	63-Mod- PM10	68-Mod- PM10				66-Mod- PM10			77-Mod- PM10		52-Mod- PM10
17-11-07	33-Bue- PST	63-Mod- PST	70-Mod- PST	69-Mod- PST	51-Mod- PST	61-Mod- PST	47-Bue- PST	71-Mod- PST	68-Mod- PST	85-Mod- PST	65-Mod- PST	62-Mod- PST	55-Mod- PST	79-Mod- PST	52-Mod- PST	55-Mod- PM10	87-Mod- PM10		48-Bue- PM10
18-11-07			51-Mod- PM10	15-Bue-CO (8h)				6-Bue- O3 (8h)	46-Bue- PM10	38-Bue- PM10				52-Mod- PM10			52-Mod- PM10		27-Bue- PM10

FECHA (dd/mm/aa)	BAR	BEL1	CALD	AGUI	COPA	ESTR	GILI	GUA	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB	CORA	SANA	BEL2	GICC
19-11-07			63-Mod-PM10	23-Bue-CO (8h)				9-Bue-O3 (8h)	63-Mod-PM10	51-Mod-PM10				70-Mod-PM10			75-Mod-PM10	78-Mod-PM10	76-Mod-PM10
20-11-07	57-Mod-PST	62-Mod-PST	69-Mod-PST	75-Mod-PST	71-Mod-PST	54-Mod-PST		70-Mod-PST	80-Mod-PST	64-Mod-PST	69-Mod-PST	79-Mod-PST	63-Mod-PST	80-Mod-PST	61-Mod-PST	69-Mod-PM10	85-Mod-PM10	81-Mod-PM10	60-Mod-PM10
21-11-07			70-Mod-PM10	60-Mod-CO (8h)				23-Bue-CO (8h)	78-Mod-PM10	73-Mod-PM10				87-Mod-PM10			97-Mod-PM10	83-Mod-PM10	65-Mod-PM10
22-11-07			59-Mod-PM10	35-Bue-CO (8h)				15-Bue-CO (8h)	73-Mod-PM10	63-Mod-PM10				81-Mod-PM10			85-Mod-PM10	65-Mod-PM10	51-Mod-PM10
23-11-07	57-Mod-PST	64-Mod-PST	69-Mod-PST	81-Mod-PST	58-Mod-PST	53-Mod-PST	60-Mod-PST	67-Mod-PM10	68-Mod-PST	66-Mod-PST		69-Mod-PST	56-Mod-PST	90-Mod-PST	63-Mod-PST	72-Mod-PM10	89-Mod-PM10	80-Mod-PM10	55-Mod-PM10
24-11-07			68-Mod-PM10	49-Bue-CO (8h)				16-Bue-CO (8h)	70-Mod-PM10	52-Mod-PM10				84-Mod-PM10			92-Mod-PM10	74-Mod-PM10	57-Mod-PM10
25-11-07			48-Bue-PM10	17-Bue-CO (8h)				9-Bue-O3 (8h)	51-Mod-PM10	25-Bue-PM10				51-Mod-PM10			53-Mod-PM10	50-Bue-PM10	26-Bue-PM10
26-11-07	29-Bue-PST	58-Mod-PST	61-Mod-PST	63-Mod-PST	55-Mod-PST	40-Bue-PST	46-Bue-PST	53-Mod-PST	59-Mod-PST	58-Mod-PST	54-Mod-PST	56-Mod-PST	52-Mod-PST	80-Mod-PST	46-Bue-PST		71-Mod-PM10	55-Mod-PM10	51-Mod-PM10
27-11-07			66-Mod-PM10	39-Bue-CO (8h)				18-Bue-O3 (8h)	63-Mod-PM10	45-Bue-PM10				68-Mod-PM10			73-Mod-PM10	60-Mod-PM10	46-Bue-PM10
28-11-07			65-Mod-PM10	26-Bue-CO (8h)				23-Bue-CO (8h)	75-Mod-PM10	47-Bue-PM10				85-Mod-PM10			83-Mod-PM10	68-Mod-PM10	69-Mod-PM10
29-11-07	35-Bue-PST	56-Mod-PST	64-Mod-PM10	68-Mod-PST	57-Mod-PST		54-Mod-PST	9-Bue-CO (8h)	60-Mod-PM10	47-Bue-PM10		62-Mod-PST		92-Mod-PST			75-Mod-PM10	60-Mod-PM10	52-Mod-PM10
30-11-07			64-Mod-PM10	16-Bue-CO (8h)				10-Bue-O3 (8h)	54-Mod-PM10	75-Mod-PM10				73-Mod-PM10			72-Mod-PM10	53-Mod-PM10	52-Mod-PM10

BUE: Calidad Buena
MOD: Calidad Moderada
NRGS: Calidad No salubre para grupos sensibles
PST: Partículas Suspendidas Totales
PM10: Material Particulado Respirable

CO: Monóxido de Carbono
O₃(1h): Ozono Horario
O₃(8h): Ozono Octohorario
NO₂: Dióxido de Nitrógeno
SO₂: Dióxido de Azufre

5.2.2 Estación Girardota (GILI). Para los días muestreados se presentó un índice de calidad del aire Moderada para PST (valores de AQI entre 51 y 100) en un 67%, y calidad Buena (valores de AQI entre 0 y 50) en un 33%.

El contaminante responsable de la contaminación para la estación fueron las partículas suspendidas totales, el cual es ocasionado en su mayor parte por el tráfico vehicular, aunque las vías presentan buen estado.

La estación está influenciada por parte de la zona industrial principalmente del sector químico, ubicada aproximadamente a 500 m, donde existen empresas que consumen combustibles tanto sólidos como líquidos y por el alto tráfico vehicular por la autopista norte.

5.2.3 Estación Girardota (GICC). Para los días muestreados se presentó un índice de calidad del aire Moderada para PM10 (valores de AQI entre 51 y 100) en un 57%, y calidad Buena (valores de AQI entre 0 y 50) en un 43%.

El contaminante Responsable de la contaminación para la estación fueron las partículas menores a diez micras PM10, el cual es ocasionado en su mayor parte por el tráfico vehicular, aunque las vías presentan buen estado.

5.2.4 Estación Copacabana (COPA). Para los días muestreados se presentó un índice de calidad del aire Moderada para PST (valores de AQI entre 51 y 100) en un 80%, y calidad Buena (Valores de AQI entre 0 y 50) en un 20%.

El contaminante responsable de la contaminación para la estación fue el de partículas suspendidas totales. La fuente de la contaminación es el tráfico vehicular, ya que la estación está influenciada por la autopista norte. En el radio de influencia de la estación (500 m.), no hay empresas significativas que posean fuentes fijas de emisión.

5.2.5 Estación Bello (BEL1). Para los días muestreados se presentó un índice de calidad del aire para PST Moderada (valores de AQI entre 51 y 100) en un 70%, y calidad Buena (valores de AQI entre 0 y 50) en un 30%.

El contaminante responsable de la contaminación para la estación fueron las partículas suspendidas totales, el cual es ocasionado por el tráfico vehicular, aunque las vías presentan buen estado, lo cual se puede aseverar, ya que la estación de monitoreo está al norte de las empresas que poseen fuentes fijas de emisión como Fabricato-Tejicóndor, Postobón, Solla, Cipa entre otras.

En esta estación también se mide NO₂ y SO₂, el mayor valor obtenido fue de 9 µg/m₃ (0.003456 ppm), que dan valores del índice de calidad de aire Buena (Valores de AQI entre 0 y 50) y cuyo valor no alcanza el límite inferior del rango para el cálculo del AQI, el cual es de 2 ppm.

5.2.6 Estación Bello (BEL2). Para los días muestreados se presentó un índice de calidad del aire Moderada para PM10 (valores de AQI entre 51 y 100) en un 80%, y calidad Buena (valores de AQI entre 0 y 50) en un 20%.

El contaminante responsable de la contaminación para la estación fueron las partículas menores a diez micras PM₁₀, el cual es ocasionado en su mayor parte por el tráfico vehicular, aunque las vías presentan buen estado.

5.2.7 Estación Universidad de Antioquia (UDEA). Para los días muestreados se presentó un índice de calidad del aire Moderada para PST (valores de AQI entre 51 y 100) en un 100%, y calidad Buena (valores de AQI entre 0 y 50) en un 0%.

El contaminante Responsable de la contaminación para la estación fueron las partículas suspendidas totales, el cual es ocasionado en su mayor parte por el tráfico vehicular, aunque las vías presentan buen estado.

La estación está influenciada principalmente por la cancha de fútbol de arenilla (que se encuentra al norte de la estación) y por las obras de construcción del parque Explora.

5.2.8 Estación Aguinaga (AGUI). En esta estación se mide PST, SO₂, NO₂, CO y PM₁₀, aquí se calcula el índice de calidad del aire para cada contaminante y se reporta como índice el valor más alto de ese contaminante en el caso de que se midan todos a la vez.

Para los días muestreados para PST, PM₁₀ y CO, se presentó un índice de calidad del aire Moderada (valores de AQI entre 51 y 100), en un 37% y Buena (valores de AQI entre 0 y 50), en un 63% distribuidos así: Calidad Moderada para PST fueron 9 días, para PM₁₀ fue 1 día y para CO fue también de 1 día y calidad Buena para PST 0 día, para PM₁₀ 0 días y para CO fueron 19 días.

En esta estación también se mide NO₂ y SO₂, el mayor valor obtenido fue de 15 µg/m³ (0.00576 ppm), que dan valores del Índice de Calidad de aire Buena (valores de AQI entre 0 y 50) y cuyo valor no alcanza el límite inferior del rango para el cálculo del AQI, el cual es de 2 ppm.

La fuente de la Contaminación es el alto tráfico vehicular.

5.2.9 Estación San Antonio (SANA). Para los días muestreados se presentó un índice de calidad del aire Moderada para PM₁₀ (valores de AQI entre 51 y 100) en un 100%, y calidad Buena (valores de AQI entre 0 y 50) en un 0%.

El contaminante responsable de la contaminación para la estación fueron las partículas menores a diez micras PM₁₀, el cual es ocasionado en su mayor parte por el tráfico vehicular, aunque las vías presentan buen estado.

5.2.10 Estación Universidad Nacional (UNAL). En esta estación se mide PST, SO₂, NO₂, CO y PM₁₀, aquí se calcula el índice de calidad del aire para cada contaminante y se reporta como índice el valor más alto de ese contaminante en el caso de que se midan todos a la vez.

Para los días muestreados para PST, PM₁₀ y CO, se presentó un índice de calidad del aire Moderada (valores de AQI entre 51 y 100), en un 97% y Buena (valores de AQI entre

0 y 50), en un 3% distribuidos así: Calidad Moderada para PST fueron 9 días, para PM10 fueron 20 día y para CO fue de 0 días y calidad Buena para PST y CO de 0 días y para PM10 1 día.

En esta estación también se mide NO_2 y SO_2 , el mayor valor obtenido fue de $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.004224 ppm), que dan valores del índice de calidad de aire Buena (Valores de AQI entre 0 y 50) y cuyo valor no alcanza el límite inferior del rango para el cálculo del AQI, el cual es de 2 ppm.

La fuente de la contaminación es el tráfico vehicular principalmente, ya que la estación de monitoreo está ubicada en un cruce de vías de alto flujo vehicular.

5.2.11 Estación Corantioquia (CORA). Para los días muestreados se presentó un índice de calidad del aire Moderada para PM10 (valores de AQI entre 51 y 100) en un 100%, y calidad Buena (valores de AQI entre 0 y 50) en un 0%.

El contaminante Responsable de la contaminación para la estación fueron las partículas menores a diez micras PM10, el cual es ocasionado en su mayor parte por el tráfico vehicular, aunque las vías presentan buen estado.

5.2.12 Estación Universidad de Medellín (UDEM). Para los días muestreados se presentó un índice de calidad del aire Moderada para PST (valores de AQI entre 51 y 100) en un 100%, y calidad Buena (valores de AQI entre 0 y 50) en un 0%.

El contaminante responsable de la contaminación para la estación fueron las partículas suspendidas totales, el cual es ocasionado por el tráfico vehicular, además por la construcción actual de la vía del Metroplus.

5.2.13 Estación Universidad Pontificia Bolivariana (UPB). Para los días muestreados se presentó un índice de calidad del aire para PST Moderada (valores de AQI entre 51 y 100) en un 67%, y calidad Buena (valores de AQI entre 0 y 50) en un 33%.

En esta estación también se mide NO_2 y SO_2 , el mayor valor obtenido fue de $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.004608 ppm), que dan valores del índice de calidad de aire Buena (Valores de AQI entre 0 y 50) y cuyo valor no alcanza el límite inferior del rango para el cálculo del AQI, el cual es de 2 ppm.

5.2.14 Estación Politécnico (POLI). Para los días muestreados para PST y PM10, se presentó un índice de calidad del aire Moderada (valores de AQI entre 51 y 100), en un 83% y Buena (valores de AQI entre 0 y 50), en un 17% distribuidos así: Calidad Moderada para PST fueron 8 días y para PM10 fueron 17 días y calidad Buena para PST 0 días y para PM10, 5 días.

Los contaminantes responsables de la contaminación para la estación fueron las partículas suspendidas totales y PM10 los cuales son ocasionados en su mayor parte por el tráfico vehicular, aunque las vías presentan buen estado.

En esta estación también se mide NO_2 y SO_2 , el mayor valor obtenido fue de $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.1752 ppm), que dan valores del Índice de Calidad de aire Buena (Valores de AQI entre 0 y 50) y cuyo valor no alcanza el límite inferior del rango para el cálculo del AQI, el cual es de 2 ppm.

5.2.15 Estación Guayabal (GUA). En esta estación se mide PST, SO_2 , CO, O_3 y PM10, aquí se calcula el índice de calidad del aire para cada contaminante y se reporta como índice el valor más alto de ese contaminante en el caso de que se midan todos a la vez.

Para los días muestreados para PST, PM10, O_3 y CO, se presentó un índice de calidad del aire Moderada (valores de AQI entre 51 y 100), en un 30% y Buena (valores de AQI entre 0 y 50), en un 70% distribuidos así: Calidad Moderada para PST fueron 7 días, para PM10 fueron 2 días, para O_3 0 días y para CO fue también de 0 días y la calidad Buena para PST 0 día, para PM10 0 días, para O_3 7 días y para CO fueron 14 días.

La fuente de la contaminación fue principalmente el tráfico vehicular, ya que la estación de monitoreo está a 150 m de la autopista sur, vía de alto flujo vehicular y por la zona industrial que posee empresas que consumen combustibles tanto líquidos como sólidos.

5.2.16 Estación Itagüí (ITAG). Para los días muestreados para PST y PM10, se presentó un índice de calidad del aire Moderada (valores de AQI entre 51 y 100), en un 83% y Buena (valores de AQI entre 0 y 50), en un 17% distribuidos así: Calidad Moderada para PST fueron 8 días y para PM10 fueron 17 días y calidad Buena para PST 0 días y para PM10, 5 días.

Los contaminantes responsables de la contaminación para la estación fueron las partículas suspendidas totales y PM10 los cuales son ocasionados en su mayor parte por el tráfico vehicular, aunque las vías presentan buen estado.

En esta estación también se mide NO_2 y SO_2 , el mayor valor obtenido fue de $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.004992 ppm), que dan valores del Índice de Calidad de aire Buena (Valores de AQI entre 0 y 50) y cuyo valor no alcanza el límite inferior del rango para el cálculo del AQI, el cual es de 2 ppm.

La estación está influenciada principalmente por el alto tráfico vehicular por la autopista sur y por empresas como Coltejer que consume carbón como combustible.

5.2.17 Estación Estrella (ESTR). Para los días muestreados se presentó un índice de calidad del aire Moderada para PST (valores de AQI entre 51 y 100) en un 75%, y calidad Buena (valores de AQI entre 0 y 50) en un 25%.

El contaminante responsable de la contaminación para la estación fueron partículas suspendidas totales, el cual es ocasionado en su mayor parte por el tráfico vehicular, aunque las vías presentan buen estado.

La estación está influenciada por la zona industrial de Itagüí, ubicada aproximadamente a 500 m, por la autopista sur, donde existen empresas que consumen combustibles tanto sólidos como líquidos y por el alto tráfico vehicular por la autopista sur.

5.2.18 Estación Sabaneta (SABA). Para los días muestreados se presentó un índice de calidad del aire Moderada para PST (valores de AQI entre 51 y 100) en un 75%, y calidad Buena (valores de AQI entre 0 y 50) en un 25%.

El contaminante responsable de la contaminación para la estación fueron las partículas suspendidas totales, el cual es ocasionado en su mayor parte por el tráfico vehicular, aunque las vías presentan buen estado.

5.2.19 Estación Caldas (CALD). Para los días muestreados para PST y PM10, se presentó un índice de calidad del aire Moderada (valores de AQI entre 51 y 100), en un 77% y Buena (valores de AQI entre 0 y 50), en un 23% distribuidos así: Calidad Moderada para PST fueron 6 días y para PM10 fueron 17 días y calidad Buena para PST 1 día y para PM10 6 días.

Los contaminantes responsables de la contaminación para la estación fueron las partículas suspendidas totales y PM10 los cuales son ocasionados en su mayor parte por el tráfico vehicular, aunque las vías presentan buen estado.

Caldas no tiene en su territorio empresas significativas que trabajen con carbón u aceites combustibles que den lugar a fuentes fijas de emisión.

5.3 ANÁLISIS POR ESTACIÓN DEL AQI DEL PERIODO DICIEMBRE 2007

En la tabla 18 se presentan la calidad atmosférica asociada, el contaminante que la condiciona, y el valor del índice de calidad del aire (totales) (AQI), (Calidad/Contaminante/AQI), para cada uno de los días del mes de diciembre de 2007 y en cada una de las estaciones.

5.3.1 Estación Barbosa (BARB). Para los días muestreados se presentó un índice de calidad del aire para PST Moderada (valores de AQI entre 51 y 100) en un 17%, y calidad Buena (valores de AQI entre 0 y 50) en un 83%.

El contaminante medido para la estación fue (PST) partículas suspendidas totales, el cual es ocasionado en su mayor parte por el tráfico vehicular (La Troncal está a 100 m), no hay influencia de fuentes fijas en un radio de 500 m.

Tabla 18. Índices de contaminación atmosférica totales (AQI), calidad atmosférica asociada y contaminante que la condiciona (AQI/Calidad/Contaminante) diciembre de 2007.

FECHA (dd/mm/aa)	BAR	BEL1	CALD	AGUI	COPA	ESTR	GILI	GUA	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB	CORA	SANA	BEL2	GICC
01-12-07			56-Mod- PM10	28-Bue- CO (8h)				18-Bue- CO (8h)	55-Mod- PM10	51-Mod- PM10				64-Mod- PM10			70-Mod- PM10	63-Mod- PM10	43-Bue- PM10
02-12-07	32-Bue- PST	42-Bue- PST	38-Bue- PST	45-Bue- PST	51-Mod- PST	32-Bue- PST		41-Bue- PST	55-Mod- PM10	56-Mod- PST		37-Bue- PST	33-Bue- PST	56-Mod- PST	29-Bue- PST	27-Bue- PM10	32-Bue- PM10	51-Mod- PM10	41-Bue- PM10
03-12-07			46-Bue- PM10	22-Bue- CO (8h)				15-Bue- CO (8h)	55-Mod- PM10	59-Mod- PM10				73-Mod- PM10			62-Mod- PM10	69-Mod- PM10	62-Mod- PM10
04-12-07			49-Bue- PM10	31-Bue- CO (8h)				16-Bue- CO (8h)	55-Mod- PM10	55-Mod- PM10				71-Mod- PM10			67-Mod- PM10	85-Mod- PM10	60-Mod- PM10
05-12-07	24-Bue- PST	62-Mod- PST	54-Mod- PST	71-Mod- PST	60-Mod- PST	43-Bue- PST	43-Bue- PST	63-Mod- PST	59-Mod- PST	61-Mod- PST	35-Bue- PST	64- Mod- PST	57- Mod- PST	80-Mod- PST	55-Mod- PST	61-Mod- PM10	73-Mod- PM10	73-Mod- PM10	44-Bue- PM10
06-12-07			64-Mod- PM10	31-Bue- CO (8h)				13-Bue- CO (8h)	55-Mod- PM10	61-Mod- PM10				61-Mod- PM10			68-Mod- PM10	58-Mod- PM10	45-Bue- PM10
07-12-07			56-Mod- PM10	38-Bue- CO (8h)				26-Bue- CO (8h)	55-Mod- PM10	59-Mod- PM10				79-Mod- PM10			79-Mod- PM10	69-Mod- PM10	46-Bue- PM10
08-12-07	28-Bue- PST	52-Mod- PST	61-Mod- PST	57-Mod- PST	55-Mod- PST	55-Mod- PST	38-Bue- PST	56-Mod- PST	69-Mod- PST	55-Mod- PST	54-Mod- PST	52- Mod- PST	58- Mod- PST	64-Mod- PST	53-Mod- PST	55-Mod- PM10	67-Mod- PM10	42-Bue- PM10	35-Bue- PM10
09-12-07			46-Bue- PM10	14-Bue- CO (8h)				17-Bue- O3 (8h)	55-Mod- PM10	42-Bue- PM10				44-Bue- PM10			49-Bue- PM10	36-Bue- PM10	34-Bue- PM10
10-12-07			59-Mod- PM10	27-Bue- CO (8h)				21-Bue- O3 (8h)	55-Mod- PM10	60-Mod- PM10				65-Mod- PM10			71-Mod- PM10	66-Mod- PM10	52-Mod- PM10
11-12-07	30-Bue- PST	57-Mod- PST	60-Mod- PM10	66-Mod- PST	64-Mod- PST	57-Mod- PST	56-Mod- PST	62-Mod- PM10	63-Mod- PST	68-Mod- PM10	57-Mod- PST	63- Mod- PST	53- Mod- PST	73-Mod- PST	58-Mod- PST	63-Mod- PM10	77-Mod- PM10	73-Mod- PM10	52-Mod- PM10
12-12-07			60-Mod- PM10	40-Bue- CO (8h)				21-Bue- O3 (8h)	55-Mod- PM10	63-Mod- PM10				67-Mod- PM10			70-Mod- PM10	67-Mod- PM10	54-Mod- PM10
13-12-07			58-Mod- PM10	35-Bue- CO (8h)				27-Bue- CO (8h)	55-Mod- PM10	61-Mod- PM10				60-Mod- PM10			69-Mod- PM10	57-Mod- PM10	54-Mod- PM10
14-12-07	51- Mod- PST	58-Mod- PST	57-Mod- PM10	63-Mod- PST	49-Bue- PST	55-Mod- PST	53-Mod- PST	64-Mod- PST	66-Mod- PST	65-Mod- PST		62-Mod- PST	60- Mod- PST	80-Mod- PST	55-Mod- PST	61-Mod- PM10	71-Mod- PM10	56-Mod- PM10	54-Mod- PM10
15-12-07			54-Mod- PM10	36-Bue- CO (8h)				30-Bue- CO (8h)	55-Mod- PM10	59-Mod- PM10				82-Mod- PM10			81-Mod- PM10	70-Mod- PM10	55-Mod- PM10
16-12-07			48-Bue- PM10	31-Bue- CO (8h)				19-Bue- CO (8h)	55-Mod- PM10	58-Mod- PM10				65-Mod- PM10			66-Mod- PM10	53-Mod- PM10	39-Bue- PM10

FECHA (dd/mm/aa)	BAR	BEL1	CALD	AGUI	COPA	ESTR	GILI	GUA	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB	CORA	SANA	BEL2	GICC
17-12-07	32-Bue-PST	53-Mod-PST	44-Bue-PM10	61-Mod-PM10	49-Bue-PST	32-Bue-PST	46-Bue-PST	54-Mod-PM10	58-Mod-PST	60-Mod-PM10		68-Mod-PST	51-Mod-PST	77-Mod-PST	55-Mod-PST	64-Mod-PM10	70-Mod-PM10	56-Mod-PM10	49-Bue-PM10
18-12-07			46-Bue-PM10	46-Bue-PM10				46-Bue-PM10	60-Mod-PM10	66-Mod-PM10				85-Mod-PM10			72-Mod-PM10	72-Mod-PM10	51-Mod-PM10
19-12-07			61-Mod-PM10	61-Mod-PM10				20-Bue-O3 (8h)	59-Mod-PM10	65-Mod-PM10				61-Mod-PM10			63-Mod-PM10	60-Mod-PM10	49-Bue-PM10
20-12-07	44-Bue-PST		64-Mod-PST	67-Mod-PST	56-Mod-PST	54-Mod-PST	57-Mod-PST	62-Mod-PST	68-Mod-PST	69-Mod-PST		67-Mod-PST	52-Mod-PST	85-Mod-PST	65-Mod-PST	67-Mod-PM10	66-Mod-PM10	87-Mod-PM10	61-Mod-PM10
21-12-07			67-Mod-PM10	39-Bue-CO (8h)				34-Bue-CO (8h)	79-Mod-PM10	74-Mod-PM10				82-Mod-PM10			74-Mod-PM10	76-Mod-PM10	54-Mod-PM10
22-12-07			66-Mod-PM10	40-Bue-CO (8h)				23-Bue-CO (8h)	63-Mod-PM10	58-Mod-PM10				63-Mod-PM10			62-Mod-PM10	55-Mod-PM10	42-Bue-PM10
23-12-07	24-Bue-PST	27-Bue-PST	43-Bue-PST	40-Bue-PM10	22-Bue-PST	34-Bue-PST	22-Bue-PST	40-Bue-PST	41-Bue-PST	48-Bue-PST	35-Bue-PST	31-Bue-PST	19-Bue-PST	50-Bue-PM10	26-Bue-PST	33-Bue-PM10	44-Bue-PM10	31-Bue-PM10	23-Bue-PM10
24-12-07			49-Bue-PM10	44-Bue-CO (8h)				20-Bue-O3 (8h)	49-Bue-PM10	43-Bue-PM10				53-Mod-PM10			52-Mod-PM10	34-Bue-PM10	25-Bue-PM10
25-12-07			47-Bue-PM10	15-Bue-CO (8h)				11-Bue-CO (8h)	52-Mod-PM10	40-Bue-PM10				42-Bue-PM10			34-Bue-PM10	28-Bue-PM10	22-Bue-PM10
26-12-07	25-Bue-PST	55-Mod-PST	53-Mod-PST	56-Mod-PST	41-Bue-PST	39-Bue-PST	32-Bue-PST	54-Mod-PST	55-Mod-PST	63-Mod-PST	47-Bue-PST	52-Mod-PST	53-Mod-PST	75-Mod-PST	51-Mod-PST	53-Mod-PM10	53-Mod-PM10	73-Mod-PM10	31-Bue-PM10
27-12-07			64-Mod-PM10	38-Bue-CO (8h)				24-Bue-CO (8h)	62-Mod-PM10	61-Mod-PM10				75-Mod-PM10			65-Mod-PM10	81-Mod-PM10	45-Bue-PM10
28-12-07			57-Mod-PM10	31-Bue-CO (8h)				18-Bue-CO (8h)	59-Mod-PM10	60-Mod-PM10				66-Mod-PM10			57-Mod-PM10	96-Mod-PM10	47-Bue-PM10
29-12-07	38-Bue-PST		57-Mod-PST	55-Mod-PST	37-Bue-PST	49-Bue-PST	29-Bue-PST	54-Mod-PST	58-Mod-PST	65-Mod-PST	57-Mod-PST	42-Bue-PST	40-Bue-PST	61-Mod-PM10	42-Bue-PST	41-Bue-PM10	53-Mod-PM10	55-Mod-PM10	33-Bue-PM10
30-12-07			46-Bue-PM10	46-Bue-PM10				46-Bue-PM10	51-Mod-PM10	43-Bue-PM10				71-Mod-PM10			45-Bue-PM10	47-Bue-PM10	31-Bue-PM10
31-12-07			47-Bue-PM10	47-Bue-PM10				47-Bue-PM10	43-Bue-PM10	31-Bue-PM10				53-Mod-PM10			49-Bue-PM10	41-Bue-PM10	32-Bue-PM10

BUE: Calidad Buena
 MOD: Calidad Moderada
 NRGS: Calidad No saludable para grupos sensibles
 PST: Partículas Suspendidas Totales
 PM10: Material Particulado Respirable

CO: Monóxido de Carbono
 O₃(1h): Ozono Horario
 O₃(8h): Ozono Octohorario
 NO₂: Dióxido de Nitrógeno
 SO₂: Dióxido de Azufre

5.3.2 Estación Girardota (GILI). Para los días muestreados se presentó un índice de calidad del aire Moderada para PST (valores de AQI entre 51 y 100) en un 40%, y calidad Buena (valores de AQI entre 0 y 50) en un 60%.

El contaminante responsable de la contaminación para la estación fueron las partículas suspendidas totales, el cual es ocasionado en su mayor parte por el tráfico vehicular, aunque las vías presentan buen estado.

La estación está influenciada por parte de la zona industrial principalmente del sector químico, ubicada aproximadamente a 500 m, donde existen empresas que consumen combustibles tanto sólidos como líquidos y por el alto tráfico vehicular por la autopista norte.

5.3.3 Estación Girardota (GICC). Para los días muestreados se presentó un índice de calidad del aire Moderada para PM10 (valores de AQI entre 51 y 100) en un 53%, y calidad Buena (valores de AQI entre 0 y 50) en un 47%.

El contaminante responsable de la contaminación para la estación fueron las partículas menores a diez micras PM10, el cual es ocasionado en su mayor parte por el tráfico vehicular, aunque las vías presentan buen estado.

5.3.4 Estación Copacabana (COPA). Para los días muestreados se presentó un índice de calidad del aire Moderada para PST (valores de AQI entre 51 y 100) en un 67%, y calidad Buena (Valores de AQI entre 0 y 50) en un 33%.

El contaminante responsable de la contaminación para la estación fueron las partículas suspendidas totales. La fuente de la contaminación es el tráfico vehicular, ya que la estación está influenciada por la autopista norte. En el radio de influencia de la estación (500 m.), no hay empresas significativas que posean fuentes fijas de emisión.

5.3.5 Estación Bello (BEL1). Para los días muestreados se presentó un índice de calidad del aire para PST Moderada (valores de AQI entre 51 y 100) en un 83%, y calidad Buena (valores de AQI entre 0 y 50) en un 17%.

El contaminante responsable de la contaminación para la estación fueron las partículas suspendidas totales, el cual es ocasionado por el tráfico vehicular, aunque las vías presentan buen estado, lo cual se puede aseverar, ya que la estación de monitoreo está al norte de las empresas que poseen fuentes fijas de emisión como Fabricato-Tejicóndor, Postobón, Solla, Cipa entre otras.

En esta estación también se mide NO₂ y SO₂, cuyos valores de concentración no alcanzan el límite inferior del rango para el cálculo del AQI, el cual es de 2 ppm.

5.3.6 Estación Bello (BEL2). Para los días muestreados se presentó un índice de calidad del aire Moderada para PM10 (valores de AQI entre 51 y 100) en un 88%, y calidad Buena (valores de AQI entre 0 y 50) en un 12%.

El contaminante responsable de la contaminación para la estación fueron las partículas menores a diez micras PM₁₀, el cual es ocasionado en su mayor parte por el tráfico vehicular, aunque las vías presentan buen estado.

5.3.7 Estación Universidad de Antioquia (UDEA). Para los días muestreados se presentó un índice de calidad del aire Moderada para PST (valores de AQI entre 51 y 100) en un 83%, y calidad Buena (valores de AQI entre 0 y 50) en un 17%.

El contaminante responsable de la contaminación para la estación fueron las partículas suspendidas totales, el cual es ocasionado en su mayor parte por el tráfico vehicular, aunque las vías presentan buen estado.

La estación está influenciada principalmente por la cancha de fútbol de arenilla que está situada al norte de la estación y por las obras de construcción del parque Explora.

5.3.8 Estación Aguinaga (AGUI). En esta estación se mide PST, SO₂, NO₂, CO y PM₁₀, aquí se calcula el índice de calidad del aire para cada contaminante y se reporta como índice el valor más alto de ese contaminante en el caso de que se midan todos a la vez.

Para los días muestreados para PST, PM₁₀ y CO, se presentó un Índice de calidad del aire Moderada (valores de AQI entre 51 y 100), en un 24% y Buena (valores de AQI entre 0 y 50), en un 76% distribuidos así: Calidad Moderada para PST fueron 3 días, para PM₁₀ fue 1 día y para CO fue también de 0 días y calidad Buena para PST 2 días, para PM₁₀ 0 días y para CO fueron 11 días.

En esta estación también se mide NO₂ y SO₂, cuyos valores de concentración no alcanzan el límite inferior del rango para el cálculo del AQI, el cual es de 2 ppm.

La fuente de la contaminación es el alto tráfico vehicular.

5.3.9 Estación San Antonio (SANA). Para los días muestreados se presentó un índice de calidad del aire Moderada para PM₁₀ (valores de AQI entre 51 y 100) en un 88%, y calidad Buena (valores de AQI entre 0 y 50) en un 12%.

El contaminante responsable de la contaminación para la estación fueron partículas menores a diez micras PM₁₀, el cual es ocasionado en su mayor parte por el tráfico vehicular, aunque las vías presentan buen estado.

5.3.10 Estación Universidad Nacional (UNAL). En esta estación se mide PST, SO₂, NO₂, CO y PM₁₀, aquí se calcula el índice de Calidad del aire para cada contaminante y se reporta como índice el valor más alto de ese contaminante en el caso de que se midan todos a la vez.

Para los días muestreados para PST, PM₁₀ y CO, se presentó un Índice de Calidad del aire Moderada (valores de AQI entre 51 y 100), en un 94% y Buena (valores de AQI entre 0 y 50), en un 6% distribuidos así: Calidad Moderada para PST fueron 6 días, para PM₁₀

fueron 10 días y para CO fue de 0 días y calidad Buena para PST y CO de 0 días y para PM10 1 día.

En esta estación también se mide NO₂ y SO₂, cuyo valor de concentración no alcanza el límite inferior del rango para el cálculo del AQI, el cual es de 2 ppm.

La fuente de la Contaminación es el tráfico vehicular principalmente, ya que la estación de monitoreo está ubicada en un cruce de vías de alto flujo vehicular.

5.3.11 Estación Corantioquia (CORA). Para los días muestreados se presentó un índice de calidad del aire Moderada para PM10 (valores de AQI entre 51 y 100) en un 83%, y calidad Buena (valores de AQI entre 0 y 50) en un 17%.

El contaminante responsable de la contaminación para la estación fueron las partículas menores a diez micras PM10, el cual es ocasionado en su mayor parte por el tráfico vehicular, aunque las vías presentan buen estado.

5.3.12 Estación Universidad de Medellín (UDEM). Para los días muestreados se presentó un índice de calidad del aire Moderada para PST (valores de AQI entre 51 y 100) en un 83%, y calidad Buena (valores de AQI entre 0 y 50) en un 17%.

El contaminante responsable de la contaminación para la estación fueron las partículas suspendidas totales, el cual es ocasionado por el tráfico vehicular, además por la construcción actual de la vía del Metroplus.

5.3.13 Estación Universidad Pontificia Bolivariana (UPB). Para los días muestreados se presentó un índice de calidad del aire para PST Moderada (valores de AQI entre 51 y 100) en un 83%, y calidad Buena (valores de AQI entre 0 y 50) en un 17%.

En esta estación también se mide NO₂ y SO₂, cuyo valor de concentración no alcanza el límite inferior del rango para el cálculo del AQI, el cual es de 2 ppm.

5.3.14 Estación Politécnico (POLI). Para los días muestreados para PST y PM10, se presentó un índice de calidad del aire Moderada (valores de AQI entre 51 y 100), en un 94% y Buena (valores de AQI entre 0 y 50), en un 6% distribuidos así: Calidad Moderada para PST fueron 4 días y para PM10 fueron 12 días y calidad Buena para PST 0 días y para PM10, 1 día.

Los contaminantes responsables de la contaminación para la estación fueron las partículas suspendidas totales y el PM10 los cuales son ocasionados en su mayor parte por el tráfico vehicular, aunque las vías presentan buen estado.

En esta estación también se mide NO₂ y SO₂, cuyo valor de concentración no alcanza el límite inferior del rango para el cálculo del AQI, el cual es de 2 ppm.

5.3.15 Estación Guayabal (GUA). En esta estación se mide PST, CO, O₃ y PM10, aquí se calcula el índice de calidad del aire para cada contaminante y se reporta como índice el valor más alto de ese contaminante en el caso de que se midan todos a la vez.

Para los días muestreados para PST, PM₁₀, O₃ y CO, se presentó un índice de calidad del aire Moderada (valores de AQI entre 51 y 100), en un 29% y Buena (valores de AQI entre 0 y 50), en un 71% distribuidos así: calidad Moderada para PST fueron 3 días, para PM₁₀ fueron 2 días, para O₃ 0 días y para CO fue también de 0 días y calidad Buena para PST 1 día, para PM₁₀ 0 días, para O₃ , 3 días y para CO fueron 8 días.

La fuente de la contaminación es principalmente el tráfico vehicular, ya que la estación de monitoreo está a 150 m de la autopista sur, vía de alto flujo vehicular y por la zona industrial que funciona en esta zona, con empresas que consumen combustibles tanto líquidos como sólidos.

5.3.16 Estación Itagüí (ITAG). Para los días muestreados para PST y PM₁₀, se presentó un índice de calidad del aire Moderada (valores de AQI entre 51 y 100), en un 100% y Buena (valores de AQI entre 0 y 50), en un 0% distribuidos así: Calidad Moderada para PST fueron 5 días y para PM₁₀ fueron 12 días y calidad Buena para PST 0 días y para PM₁₀, 0 días.

Los contaminantes responsables de la contaminación para la estación fueron las partículas suspendidas totales y PM₁₀ los cuales son ocasionados en su mayor parte por el tráfico vehicular, aunque las vías presentan buen estado.

En esta estación también se mide NO₂ y SO₂, cuyo valor de concentración no alcanza el límite inferior del rango para el cálculo del AQI, el cual es de 2 ppm.

La estación está influenciada principalmente por el alto tráfico vehicular por la autopista sur y por empresas como Coltejer que consume carbón como combustible.

5.3.17 Estación Estrella (ESTR). Para los días muestreados se presentó un índice de calidad del aire Moderada para PST (valores de AQI entre 51 y 100) en un 50%, y calidad Buena (valores de AQI entre 0 y 50) en un 50%.

El contaminante responsable de la contaminación para la estación fueron las partículas suspendidas totales, el cual es ocasionado en su mayor parte por el tráfico vehicular, aunque las vías presentan buen estado.

La estación está influenciada por la zona industrial de Itagüí, ubicada aproximadamente a 500 m, por la autopista sur, donde existen empresas que consumen combustibles tanto sólidos como líquidos y por el alto tráfico vehicular por la autopista sur.

5.3.18 Estación Sabaneta (SABA). Para los días muestreados se presentó un índice de calidad del aire Moderada para PST (valores de AQI entre 51 y 100) en un 67%, y calidad Buena (valores de AQI entre 0 y 50) en un 33%.

El contaminante responsable de la contaminación para la estación fueron las partículas suspendidas totales, el cual es ocasionado en su mayor parte por el tráfico vehicular, aunque las vías presentan buen estado.

5.3.19 Estación Caldas (CALD). Para los días muestreados para PST y PM10, se presentó un índice de calidad del aire Moderada (valores de AQI entre 51 y 100), en un 35% y Buena (valores de AQI entre 0 y 50), en un 65% distribuidos así: Calidad Moderada para PST fueron 2 días y para PM10 fueron 4 días y calidad Buena para PST 1 día y para PM10 10 días.

Los contaminantes responsables de la contaminación para la estación fueron las partículas suspendidas totales y el PM10, los cuales son ocasionados en su mayor parte por el tráfico vehicular, aunque las vías presentan buen estado.

Caldas no tiene en su territorio empresas significativas que trabajen con carbón u aceites combustibles que den lugar a fuentes fijas de emisión.

En el anexo D se presenta la calidad atmosférica asociada, el contaminante que la condiciona, y el valor del índice de calidad del aire (totales) (AQI), (Calidad/Contaminante/AQI), para cada uno de los días de los meses de diciembre de 2006 a diciembre de 2007 en cada una de las estaciones.

6. ESTACIONES MÓVILES AUTOMÁTICAS PARA EL MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ

6.1 ESTACIÓN ÁREA METROPOLITANA

La estación móvil operada directamente por el Convenio 289 del 2006 monitorea en siete sitios del Área Metropolitana que cubre los siguientes municipios Girardota, Medellín, La Estrella e Itagüí (ver foto 5).

Foto 5. Registro fotográfico de los lugares donde estuvo ubicada la estación móvil de AMVA.



Facultad Nacional de Salud Pública



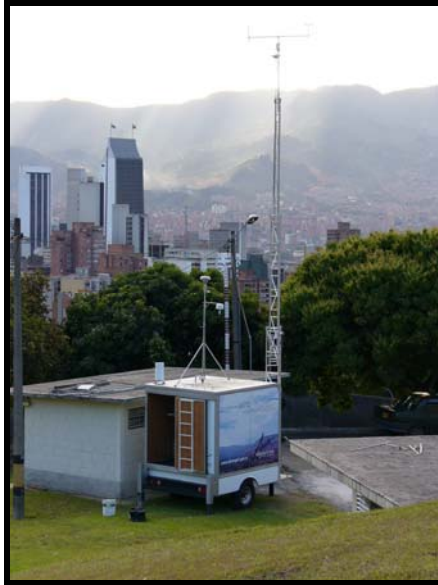
Municipio de Girardota interior Enka



Universidad de Antioquia (cerca de la portería de la Regional)



Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid (cerca de las Vegas)



Villa Hermosa Tanques de Agua de EPM



La Estrella Centro Administrativo Municipal (CAM)



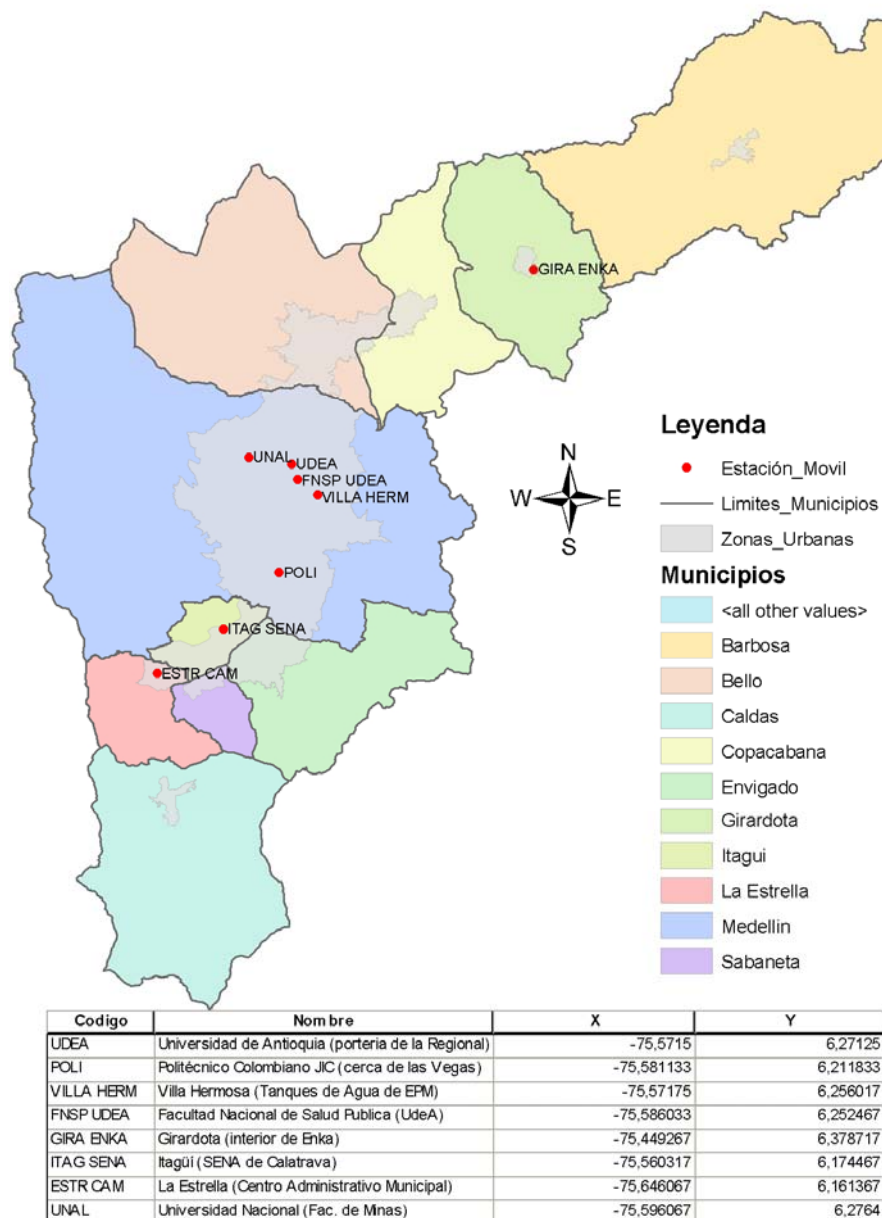
Itagüí en el SENA de Calatrava



Facultad de Minas de la Universidad Nacional (Robledo)

En la figura 3 se observa el mapa con la ubicación con coordenadas geográficas de los sitios medidos con la estación móvil automática.

Figura 3. Mapa de ubicación de los sitios medidos con la estación móvil automática



En la tabla 19 se presenta los sitios donde estuvo ubicada la estación móvil automática del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

Tabla 19. Lugares donde estuvo ubicada la estación móvil automática de AMVA

Lugar	Periodo
Facultad Nacional de Salud Publica	15-dic-06 a 30-abr-07
Municipio de Girardota interior de Enka	30-abr-06 al 5-jun-07
Universidad de Antioquia (cerca de la portería de la Regional)	4-jul-07 al 27-ago-07
Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid (cerca de las Vegas)	28-ago-07 a 27-sep-07
Tanques de Agua de EPM (Villa Hermosa)	28-sep-07 al 22-oct-07
La Estrella en el Centro Administrativo Municipal (CAM)	22-oct-07 al 21-nov-07
Itagüí en el SENA de Calatrava	22-nov-07 al 17-dic-07
Facultad de Minas de la Universidad Nacional (Robledo)	Comenzó el 18-dic-07

6.1.1 Análisis de datos de la Estación Automática Móvil de Área Metropolitana. El análisis de los datos de la estación móvil automática en sus distintas locaciones en el periodo de ejecución del convenio 289 de 2006, se detalla a continuación.

El periodo de medición es diferente en cada sitio de monitoreo, es decir no son simultáneos. Las gráficas se hacen en un solo bloque con el fin de observar las tendencias que presentan las concentraciones de los contaminantes.

- **Monóxido de Carbono en la estación automática móvil.**

En la tabla 20 y la gráfica 84 se presentan el resumen de los resultados de las concentraciones obtenidas de Monóxido de Carbono tanto horarias como octohorarias.

Las concentraciones de monóxido de carbono no superaron en ninguna ocasión la norma colombiana (Resolución 601 de 2006 del MAVDT) tanto horaria (35 ppm) como octohoraria (8,8 ppm) en el periodo monitoreado en cada sitio.

El diagrama de cajas y bigotes de la gráfica 84 muestra el resumen del comportamiento de las concentraciones de CO horarias en cada punto de muestreo. Entre diciembre de 2006 y diciembre de 2007, se puede observar que las mayores concentraciones se obtuvieron en FNSP, UdeA y Poli.

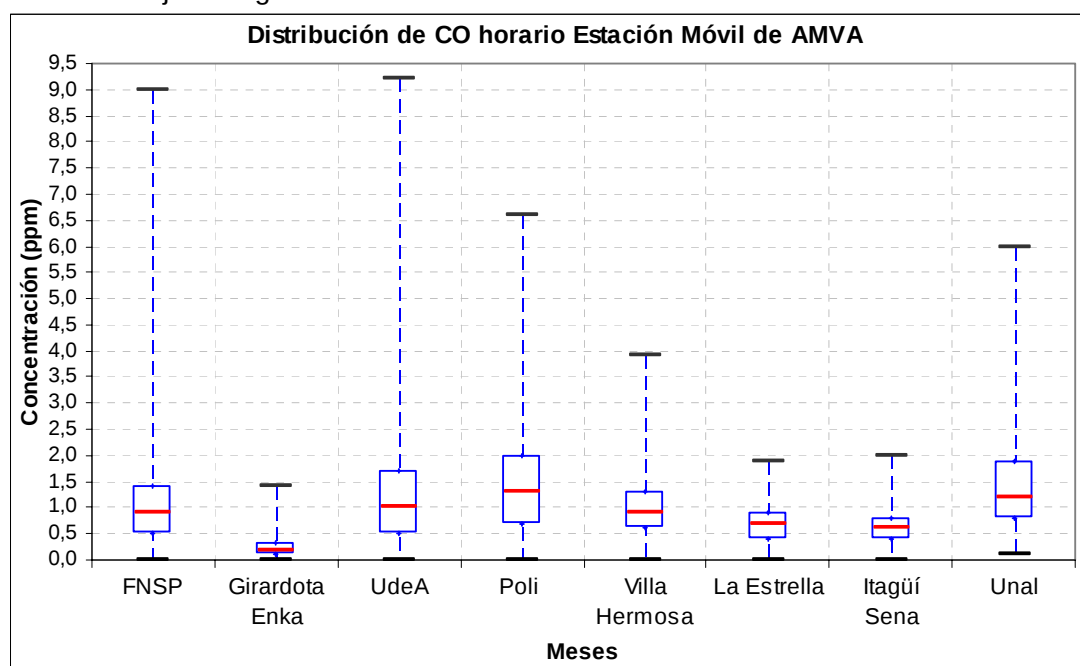
Tabla 20. Concentración de CO en la estación móvil

CO (ppm)	FNSP	Girardota Enka	UdeA	Poli	Villa Hermosa	La Estrella	Itagüí Sena	Unal
Promedio aritmético	1,08	0,23	1,32	1,50	1,02	0,67	0,65	1,50
Desviación estándar	0,83	0,20	1,24	1,04	0,61	0,38	0,36	0,87
Valor máximo 1hora	8,98	1,43	9,20	6,60	3,90	1,90	2,00	6,00
Valor máximo 8hora	4,75	0,81	5,56	3,91	2,70	1,44	1,80	3,61
Valor mínimo 1hora	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20
Valor mínimo 8hora	0,00	0,00	0,10	0,14	0,20	0,01	0,23	0,58
Cantidad Datos 1 hora	3202	670	915	723	553	655	551	324
Cantidad Datos 8 horas	2314	484	654	510	394	453	391	229
NVSN1H	0	0	0	0	0	0	0	0
NVSN8H	0	0	0	0	0	0	0	0
NVSN1H/CD [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NVSN8H/CD [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

NVSN1H: Número de Veces que Supera la Norma Horaria [35 ppm]

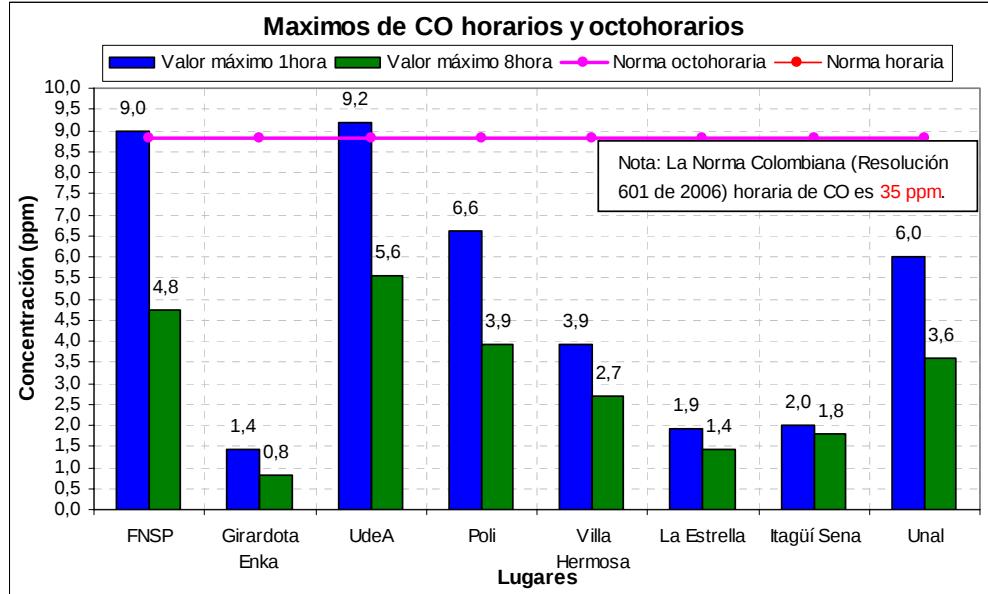
NVSN8H: Número de Veces que Supera la Norma Octohoraria [8,8ppm]

Gráfica 84. Caja de bigotes de CO horario estación móvil AMVA



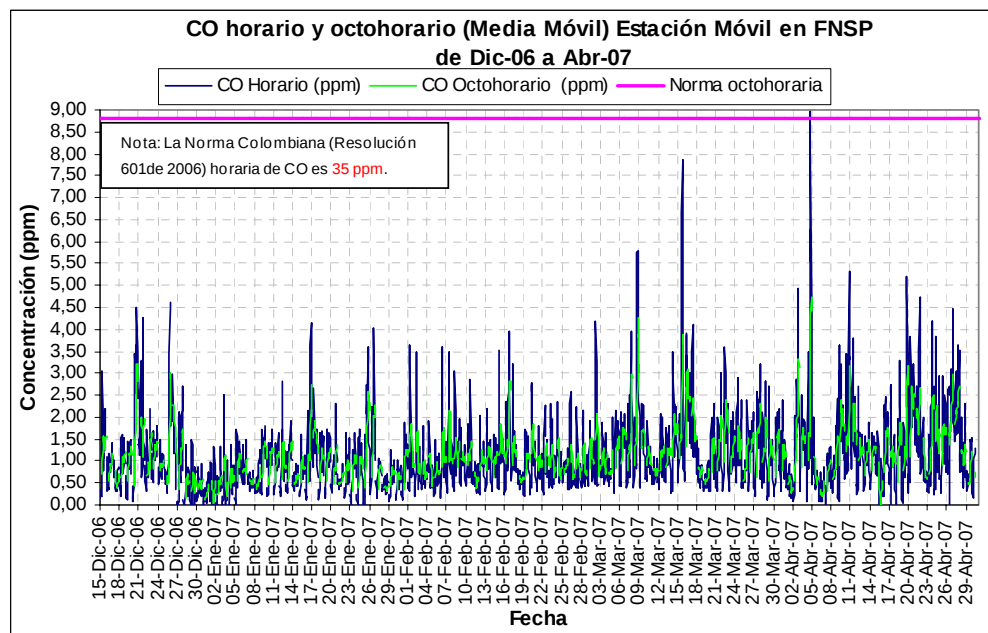
Las concentraciones horarias más altas de monóxido de carbono fueron 8,98 ppm en la Facultad Nacional de Salud Pública, 9,20 ppm en la Universidad de Antioquia y 6,60 ppm en el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid y las concentraciones Octohorarias mas altas fueron 4,75 ppm, 5,56 ppm y 3,91 ppm en los mismos lugares anteriores, las 2 primeras fueron mas de la mitad de la norma octohoraria (8,8 ppm). Estas se pueden apreciar en la gráfica 85.

Gráfica 85. Máximos de CO horarios y octohorarios en cada sitio de monitoreo



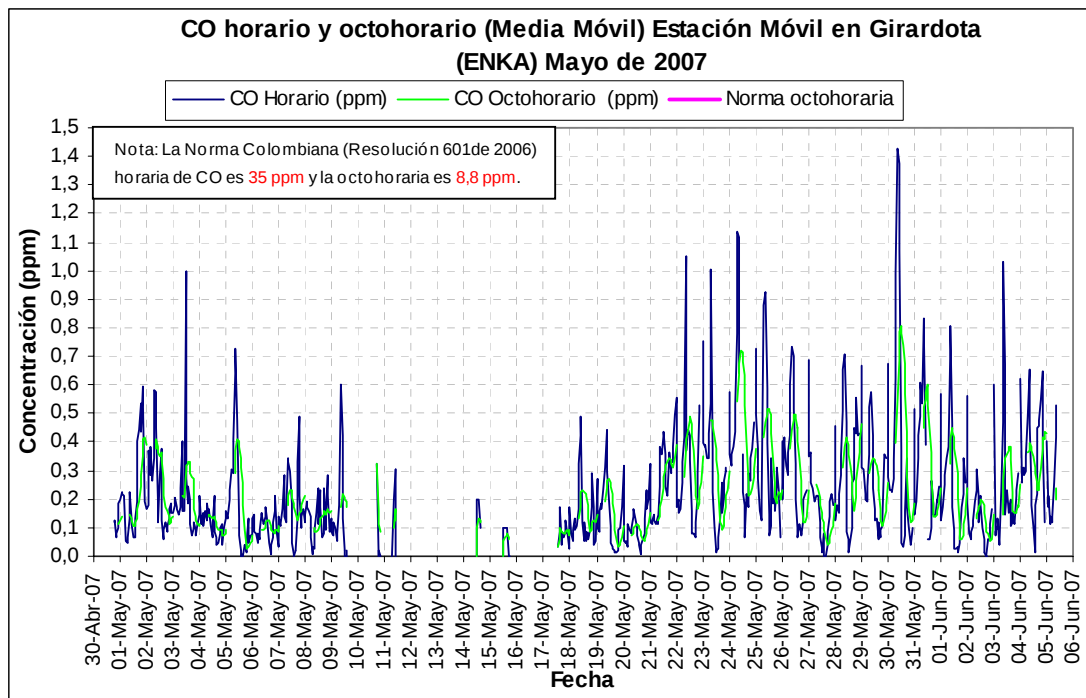
Las concentraciones de monóxido de carbono en FNSP no superaron en ninguna ocasión la norma colombiana (Resolución 601 de 2006 del MAVDT) tanto horaria (35 ppm) como octohoraria (8,8 ppm). El promedio aritmético de diciembre de 2006 al 30 abril fue 1,08 ppm. En la gráfica 86 se puede apreciar el comportamiento horario y octohorario.

Gráfica 86. Concentración horaria y octohoraria de monóxido de carbono del 15-dic-06 al 30-abr-07 en la Facultad Nacional de Salud Pública



Las concentraciones de monóxido de carbono en Girardota (Enka) no superaron en ninguna ocasión la norma colombiana (Resolución 601 de 2006 del MAVDT) tanto horaria (35 ppm) como octohoraria (8,8 ppm) en el periodo monitoreado en este sitio. El promedio aritmético del 30 de abril al 5 de junio fue 0,23 ppm. En la gráfica 87 se puede apreciar el comportamiento horario y octohorario.

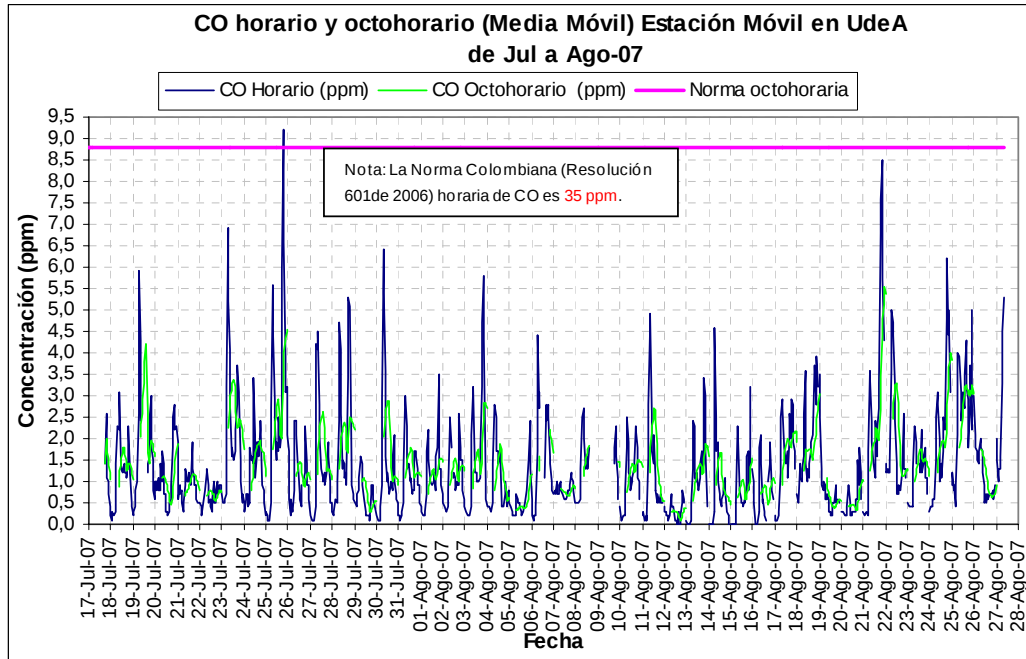
Gráfica 87. Concentración horaria y octohoraria de monóxido de carbono del 30-abr-07 al 5-jun-07 en el municipio de Girardota (Enka)



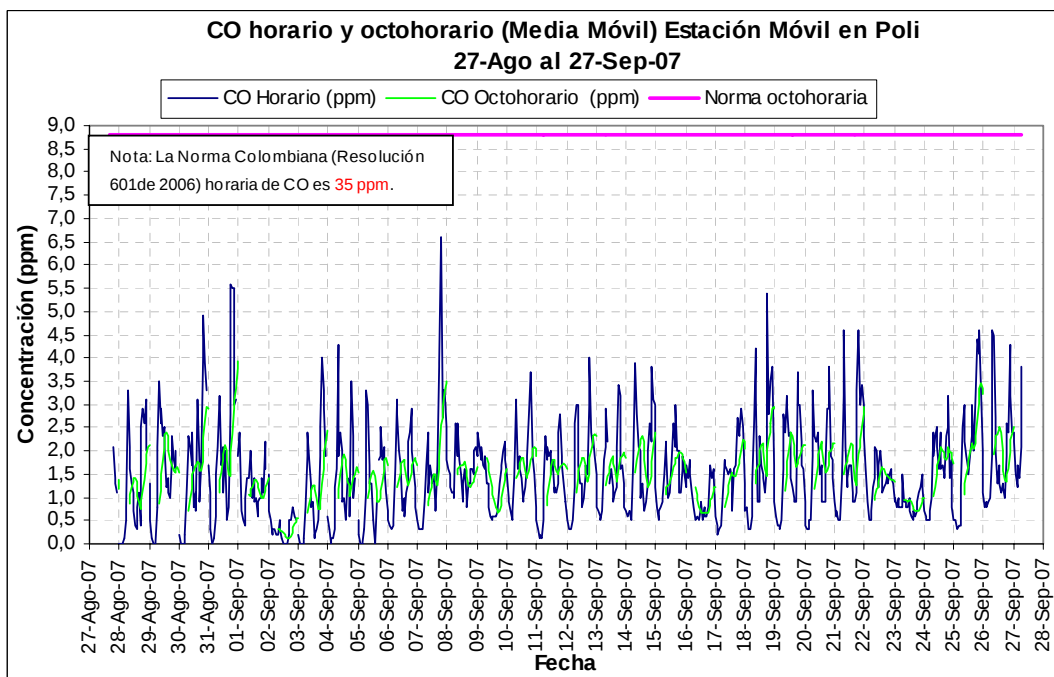
Las concentraciones de monóxido de carbono en UdeA no superaron en ninguna ocasión la norma colombiana (Resolución 601 de 2006 del MAVDT) tanto horaria (35 ppm) como octohoraria (8,8 ppm) en el periodo monitoreado en este sitio. El promedio aritmético del 17 de julio al 26 de julio fue 1,32 ppm. En la gráfica 88 se puede apreciar el comportamiento horario y octohorario.

Las concentraciones de monóxido de carbono en Poli no superaron en ninguna ocasión la norma colombiana (Resolución 601 de 2006 del MAVDT) tanto horaria (35 ppm) como octohoraria (8,8 ppm) en el periodo monitoreado en este sitio. El promedio aritmético del 27 de agosto al 27 de septiembre fue 1,50 ppm. En la gráfica 89 se puede apreciar el comportamiento horario y octohorario.

Gráfica 88. Concentración horaria y octohoraria de monóxido de carbono del 17-jul-07 al 26-ago-07 en la Universidad de Antioquia.

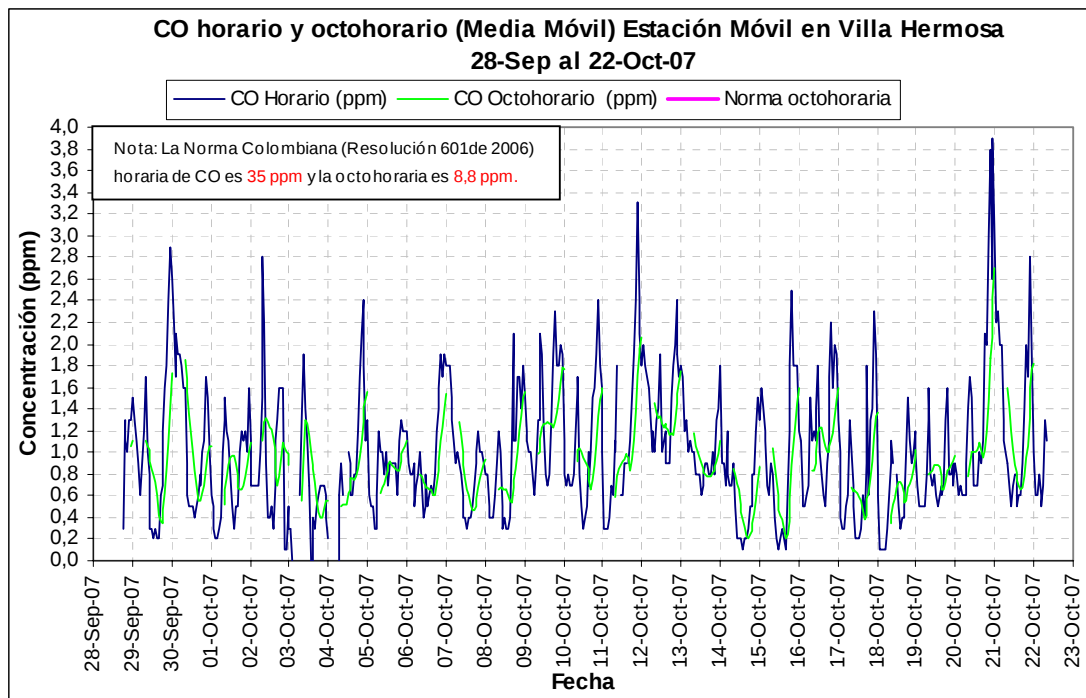


Gráfica 89. Concentración horaria y octohoraria de monóxido de carbono del 27-ago al 27-sep-07 en el Politécnico Colombiano JIC



Las concentraciones de monóxido de carbono en Villa Hermosa no superaron en ninguna ocasión la norma colombiana (Resolución 601 de 2006 del MAVDT) tanto horaria (35 ppm) como octohoraria (8,8 ppm) en el periodo monitoreado en este sitio. El promedio aritmético del periodo fue 1,02 ppm. En la gráfica 90 se puede apreciar el comportamiento horario y octohorario.

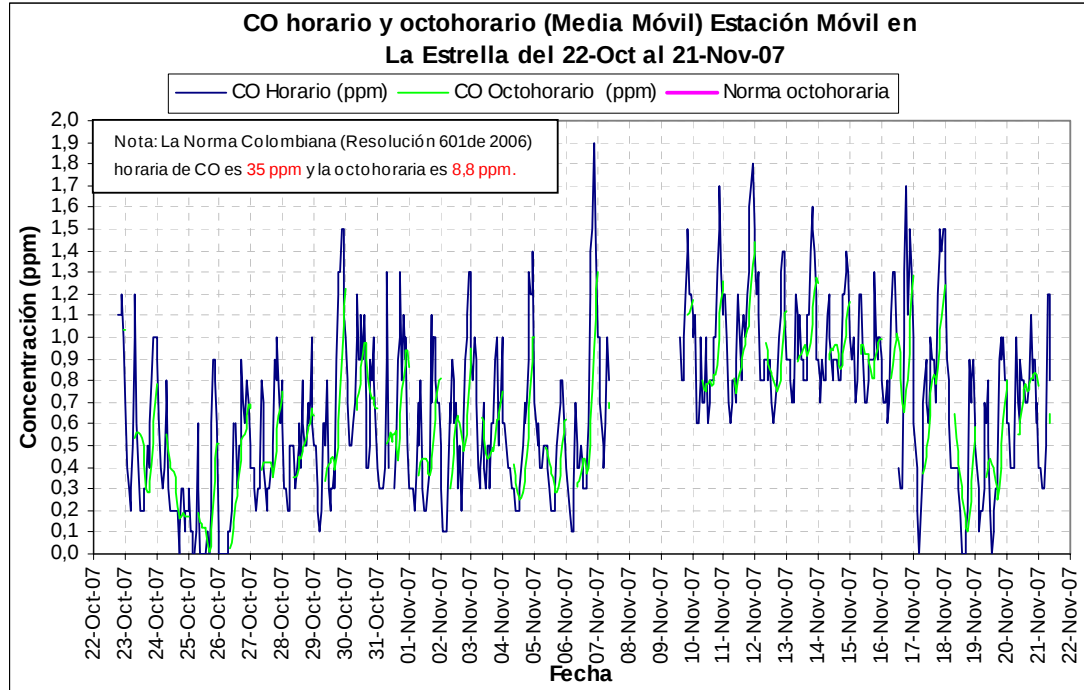
Gráfica 90. Concentración horaria y octohoraria de monóxido de carbono del 28-sep-07 al 22-oct-07 en el Villa Hermosa



Las concentraciones de monóxido de carbono en La Estrella no superaron en ninguna ocasión la norma colombiana (Resolución 601 de 2006 del MAVDT) tanto horaria (35 ppm) como octohoraria (8,8 ppm) en el periodo monitoreado en este sitio. El promedio aritmético del periodo fue 0,67 ppm. En la gráfica 91 se puede apreciar el comportamiento horario y octohorario.

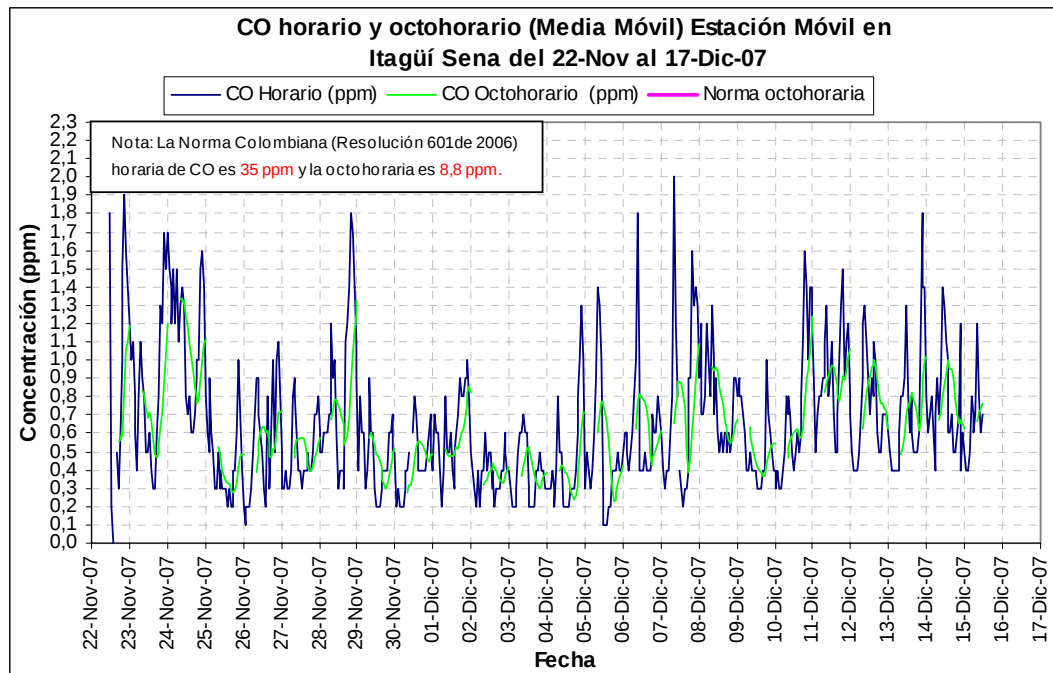
Las concentraciones de monóxido de carbono en Itagüí-Sena no superaron en ninguna ocasión la norma colombiana (Resolución 601 de 2006 del MAVDT) tanto horaria (35 ppm) como octohoraria (8,8 ppm) en el periodo monitoreado en este sitio. El promedio aritmético del periodo fue 0,65 ppm. En la gráfica 92 se puede apreciar el comportamiento horario y octohorario.

Gráfica 91. Concentración horaria y octohoraria de monóxido de carbono del 22-oct-07 al 21-nov-07 en el La Estrella.



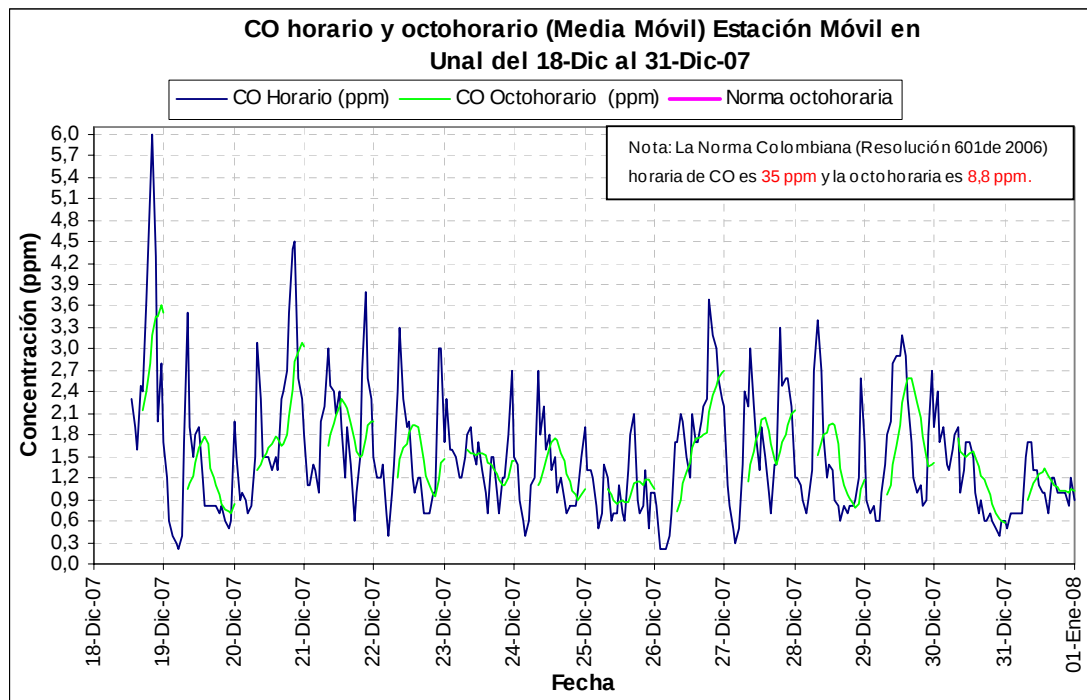
Nota: No se trazan las líneas de las Normas horaria y octohoraria para apreciar mejor el comportamiento del contaminante

Gráfica 92. Concentración horaria y octohoraria de monóxido de carbono del 22-nov-07 al 17-dic-07 en Itagüí Sena



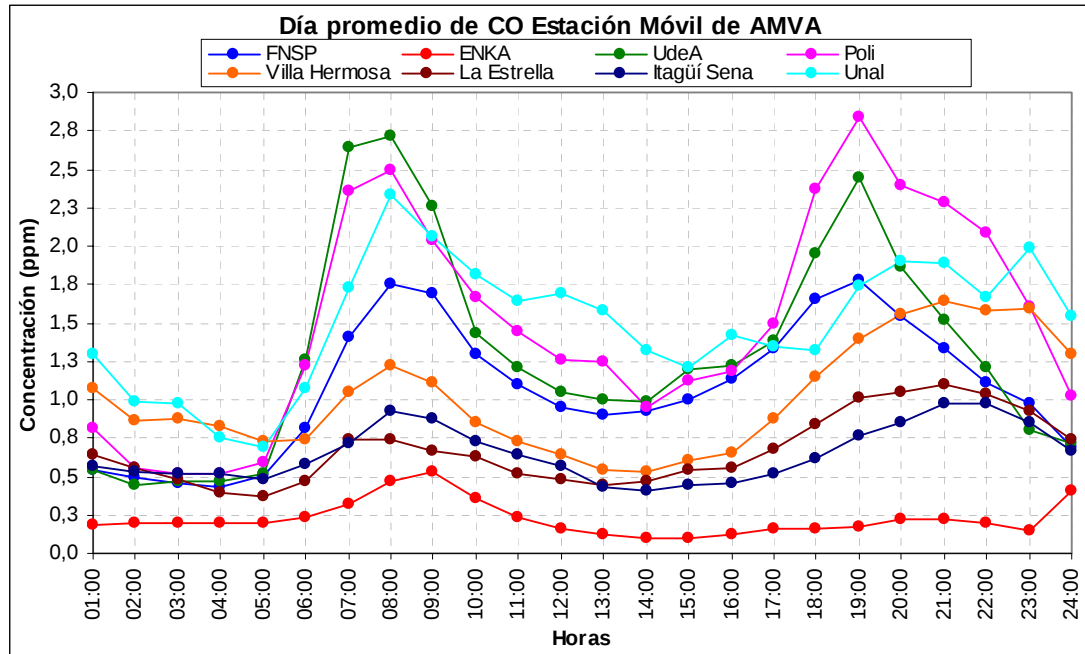
Las concentraciones de monóxido de carbono en Unal no superaron en ninguna ocasión la norma colombiana (Resolución 601 de 2006 del MAVDT) tanto horaria (35 ppm) como octohoraria (8,8 ppm) en el periodo monitoreado en este sitio. El promedio aritmético del periodo fue 1,5 ppm, pero el periodo monitoreado fue en vacaciones. En la gráfica 92 se puede apreciar el comportamiento horario y octohorario.

Gráfica 93. Concentración horaria y octohoraria de monóxido de carbono del 18 al 31-dic-07 en Unal



En la gráfica 94 se presenta la concentración de un día promedio de Monóxido de Carbono en la estación móvil en cada uno de los puntos donde se monitoreó en el periodo perteneciente al convenio 289 de 2006. Se puede apreciar que en las horas del día las mayores concentraciones se presentan de 07:00 a las 9:00 horas, en la tarde y noche de las 18:00 a las 22:00 horas. Además en los lugares donde se presentaron las mayores concentraciones fueron FNSP, UdeA y Poli.

Gráfica 94. Día promedio de Monóxido de Carbono en cada punto de muestreo



- **Ozono en la Estación Automática Móvil.**

En la tabla 21 y gráfica 95 se presenta el resumen de los resultados de las concentraciones obtenidas de Ozono tanto horarias como octohorarias.

Las concentraciones de Ozono superaron la norma colombiana (Resolución 601 de 2006 del MAVDT) horaria (0,061 ppm) en 20 ocasiones que equivale a un 0,68% en FNSP, en 6 ocasiones que equivale a un 0,51% en UdeA, en 15 ocasiones que equivale a un 2,15% en Poli, en 22 ocasiones que equivale a un 4,1% en Villa hermosa, en 11 ocasiones que equivale a un 1,56% en La Estrella, en 21 ocasiones equivalente al 4% de los datos en Itagüí Sena y en 1 ocasión equivalente al 0,33% de los datos en Unal.

La norma octohoraria (0,041 ppm) fue superada en 9 ocasiones que equivale a un 0,42% en FNSP, en 13 ocasiones que equivale a un 2,58% en UdeA, 35 ocasiones que equivale a un 9,1% en Villa Hermosa, en 8 ocasiones que equivale a un 1,76% en La Estrella y en 31 ocasiones equivalente al 8,03% en Itagüí.

Tabla 21. Concentración de O₃ de dic-06 a nov-07 en la Estación Móvil

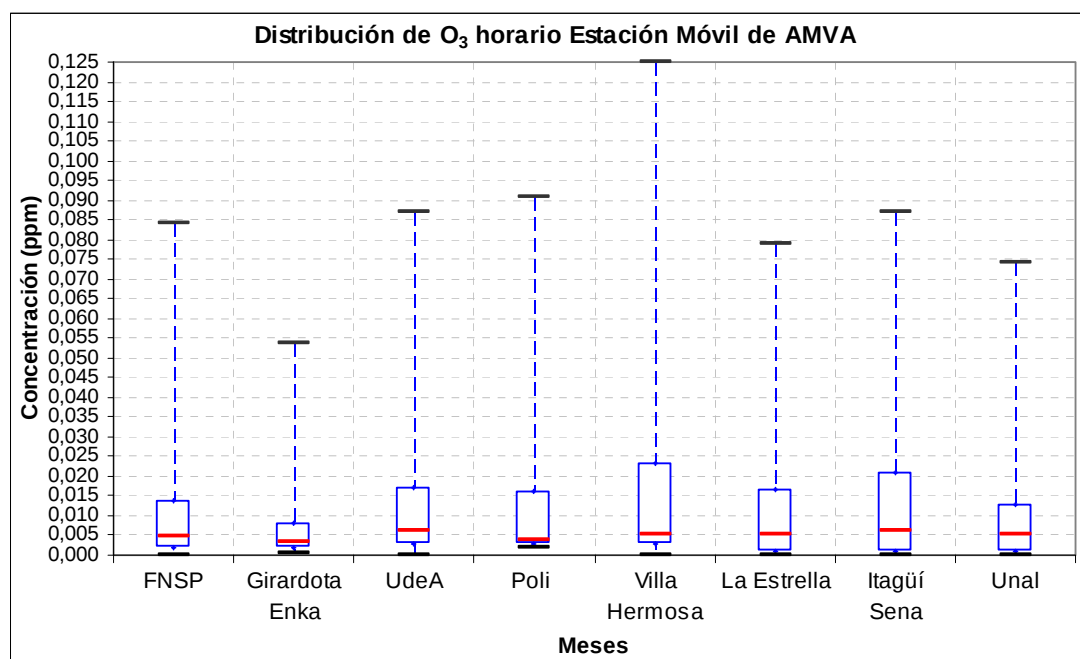
O ₃ (ppm)	FNSP	Girardota Enka	UdeA	Poli	Villa Hermosa	La Estrella	Itagüí Sena	Unal
Promedio aritmético	0,010	0,006	0,011	0,012	0,016	0,011	0,015	0,007
Desviación estándar	0,012	0,006	0,012	0,016	0,021	0,014	0,019	0,009
Valor máximo 1hora	0,084	0,054	0,087	0,091	0,125	0,079	0,087	0,074
Valor máximo 8hora	0,045	0,026	0,037	0,049	0,078	0,053	0,053	0,027
Valor mínimo 1hora	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000
Valor mínimo 8hora	0,000	0,001	0,000	0,002	0,000	0,000	0,001	0,000
Cantidad Datos 1 hora	2928	711	1178	697	532	639	525	307
Cantidad Datos 8 horas	2132	513	1178	503	385	454	386	228
NVSN1H	20	0	6	15	22	11	21	1
NVSN8H	9	0	0	13	35	8	31	0
NVSN1H/CD [%]	0,68	0,00	0,51	2,15	4,1	1,72	4,00	0,33
NVSN8H/CD [%]	0,42	0,00	0,00	2,58	9,1	1,76	8,03	0,00

NVSN1H: Número de Veces que Supera la Norma Horaria [0,061 ppm]

NVSN8H: Número de Veces que Supera la Norma Octohoraria [0,041ppm]

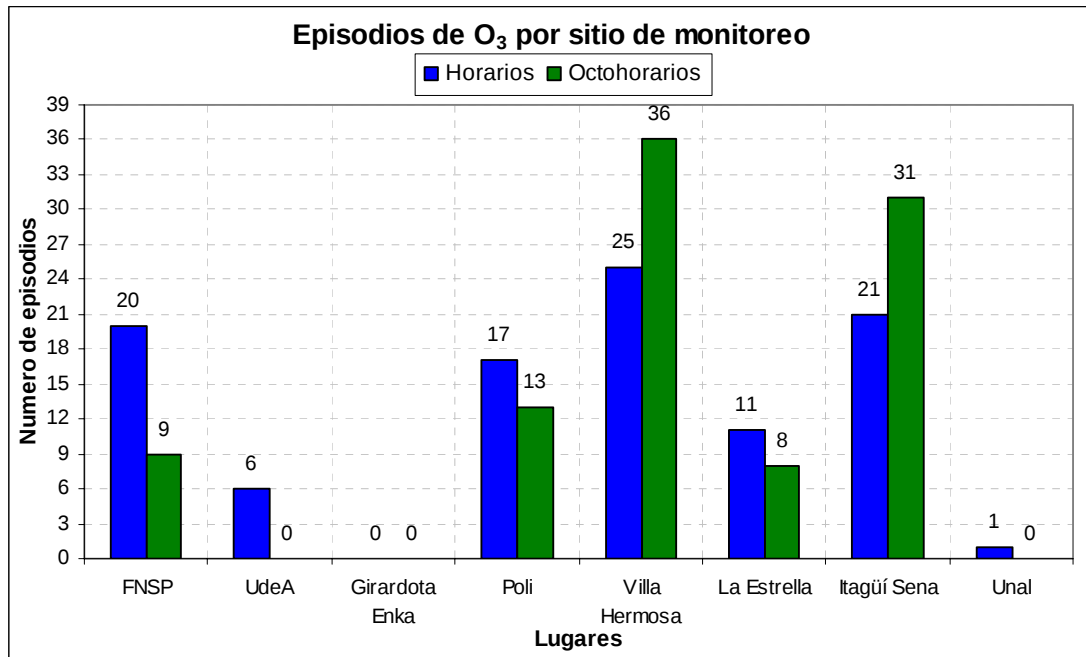
El diagrama de cajas y bigotes de la gráfica 95 muestra el resumen del comportamiento de las concentraciones de O₃ horarias en cada punto de muestreo. Entre diciembre de 2006 y diciembre de 2007, se puede observar que las mayores concentraciones se obtuvieron en Villa Hermosa, Poli e Itagüí.

Gráfica 95. Caja de bigotes de O₃ horario Estación Móvil AMVA



En la gráfica 96 se muestran los episodios de ozono por sitio de monitoreo, se aprecia que cuando estuvo en Villa Hermosa se presentó el mayor número de episodios tanto horarios como octohorarios.

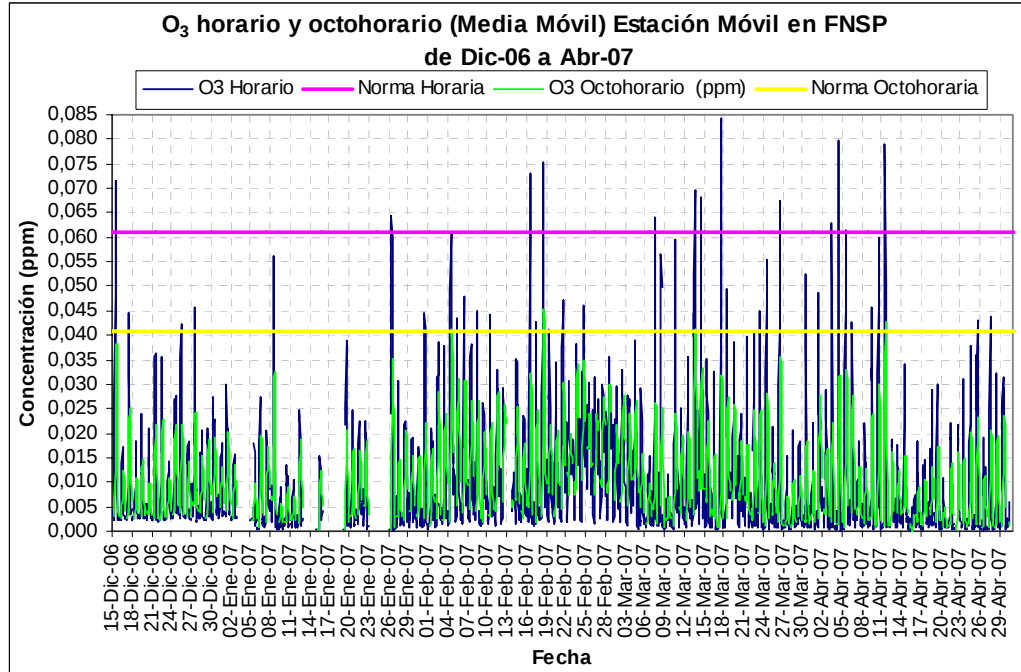
Gráfica 96. Episodios de O₃ horarios y octohorarios por sitio de monitoreo.



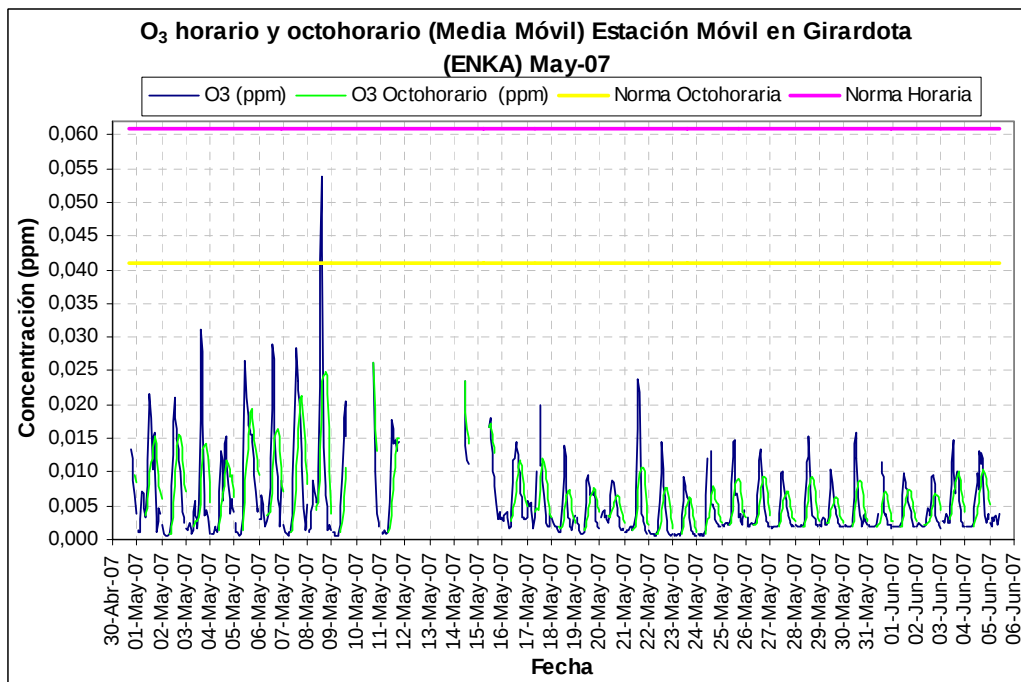
Las concentraciones de Ozono en FNSP superaron la norma colombiana (Resolución 601 de 2006 del MAVDT) de 0,061 ppm horaria en 20 ocasiones que equivale a un 0,68% de los datos de del periodo en el que se monitoreo; la octohoraria (0,041 ppm) en 9 ocasiones que equivale a un 0,42% de los datos del periodo. El promedio aritmético de diciembre de 2006 a abril de 2007 fue 0,010 ppm. En la gráfica 97 se puede apreciar la concentración horaria y octohoraria con sus normas.

Las concentraciones de Ozono en Girardota (Enka) no superaron en ninguna ocasión la norma colombiana (Resolución 601 de 2006 del MAVDT) de 0,061 ppm horaria, ni la octohoraria (0,041 ppm) en el periodo monitoreado en este sitio. El promedio aritmético del 30 de abril al 5 de junio de 2007 fue 0,006 ppm. En la gráfica 98 se puede apreciar la concentración horaria y octohoraria con sus normas.

Gráfica 97. Concentración horaria y octohoraria de ozono del 15-dic-06 al 30-abr-07 en la Facultad Nacional de Salud Pública

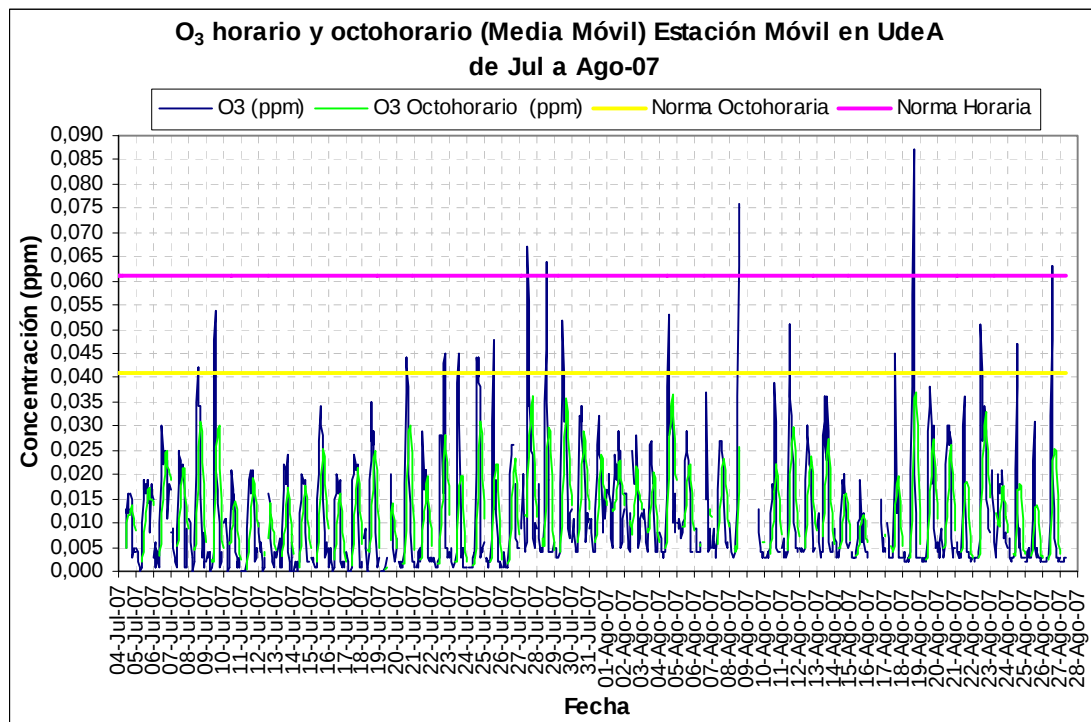


Gráfica 98. Concentración horaria y octohoraria de ozono del 30-abr-07 al 5-jun-07 en el municipio de Girardota (Enka)



Las concentraciones de Ozono en UdeA solo superaron la norma colombiana (Resolución 601 de 2006 del MAVDT) horaria (0,061 ppm) en 6 ocasiones que equivale a un 0,51% de los datos; la octohoraria (0,041 ppm) no fue superada en el periodo monitoreado. El promedio aritmético del periodo fue 0,011 ppm. En la gráfica 99 se puede apreciar la concentración horaria y octohoraria con sus normas.

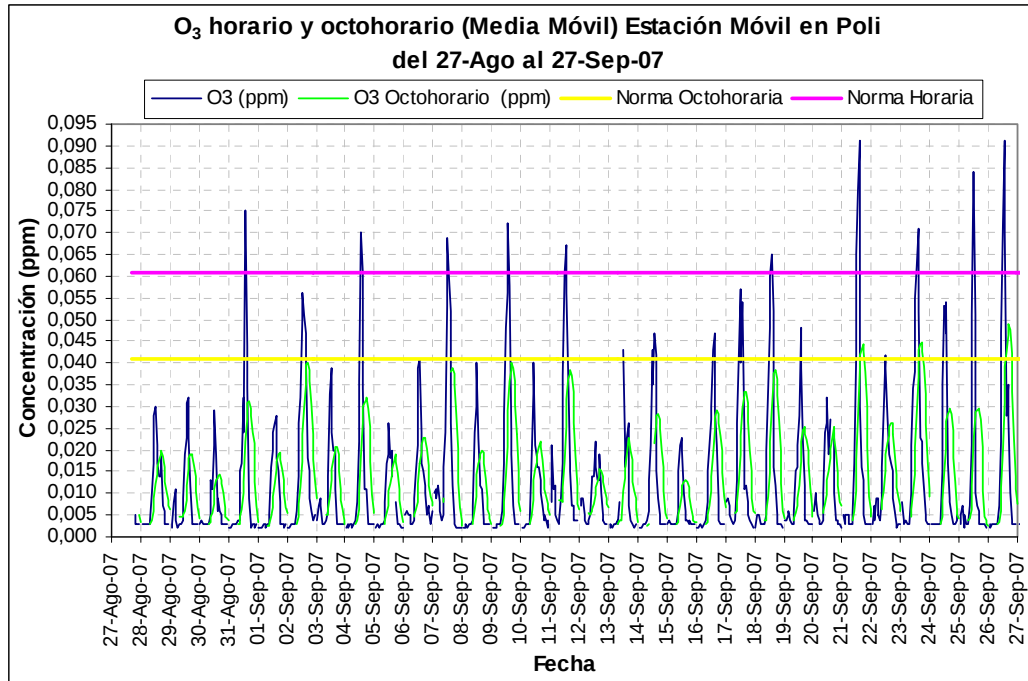
Gráfica 99. Concentración horaria y octohoraria de ozono del 4-jul-07 al 26-ago-07 en la Universidad de Antioquia



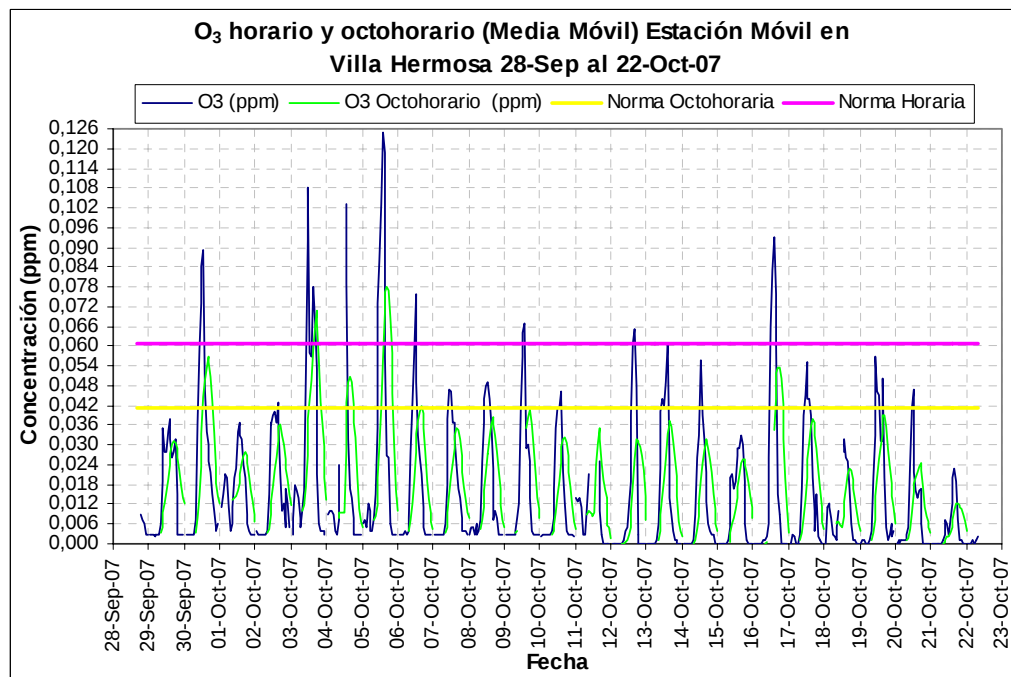
Las concentraciones de Ozono en Poli solo superaron la norma colombiana (Resolución 601 de 2006 del MAVDT) horaria (0,061 ppm) en 15 ocasiones que equivale a un 2,15% de los datos; la octohoraria (0,041 ppm) en 13 ocasiones que equivale a un 2,58% de los datos del periodo monitoreado. El promedio aritmético del periodo fue 0,012 ppm. En la gráfica 100 se puede apreciar la concentración horaria y octohoraria con sus normas.

Las concentraciones de Ozono Villa Hermosa superaron la norma colombiana (Resolución 601 de 2006 del MAVDT) horaria (0,061 ppm) en 22 ocasiones que equivale a un 4,1% de los datos; la octohoraria (0,041 ppm) en 35 ocasiones que equivale a un 9,1% de los datos del periodo monitoreado. El promedio aritmético del periodo fue 0,016 ppm. En la gráfica 101 se puede apreciar la concentración horaria y octohoraria con sus normas.

Gráfica 100. Concentración horaria y octohoraria de ozono del 27-ago-07 al 27-sep-07 en el Politécnico Colombiano JIC

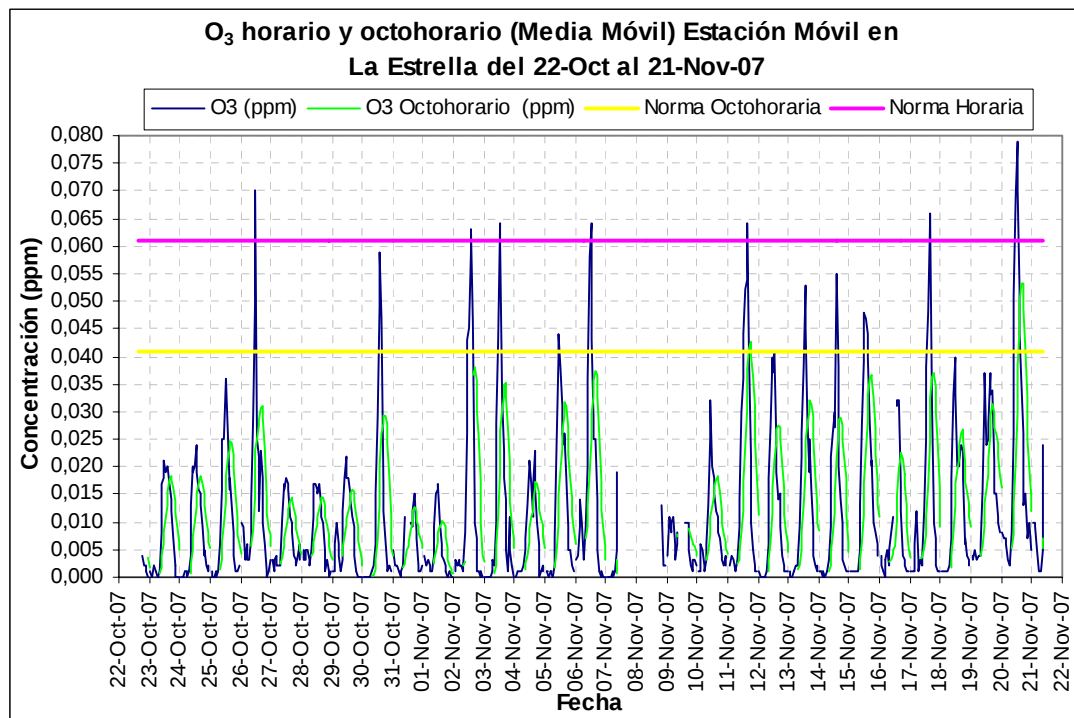


Gráfica 101. Concentración horaria y octohoraria de ozono del 28-sep-07 al 22-oct-07 en Villa Hermosa



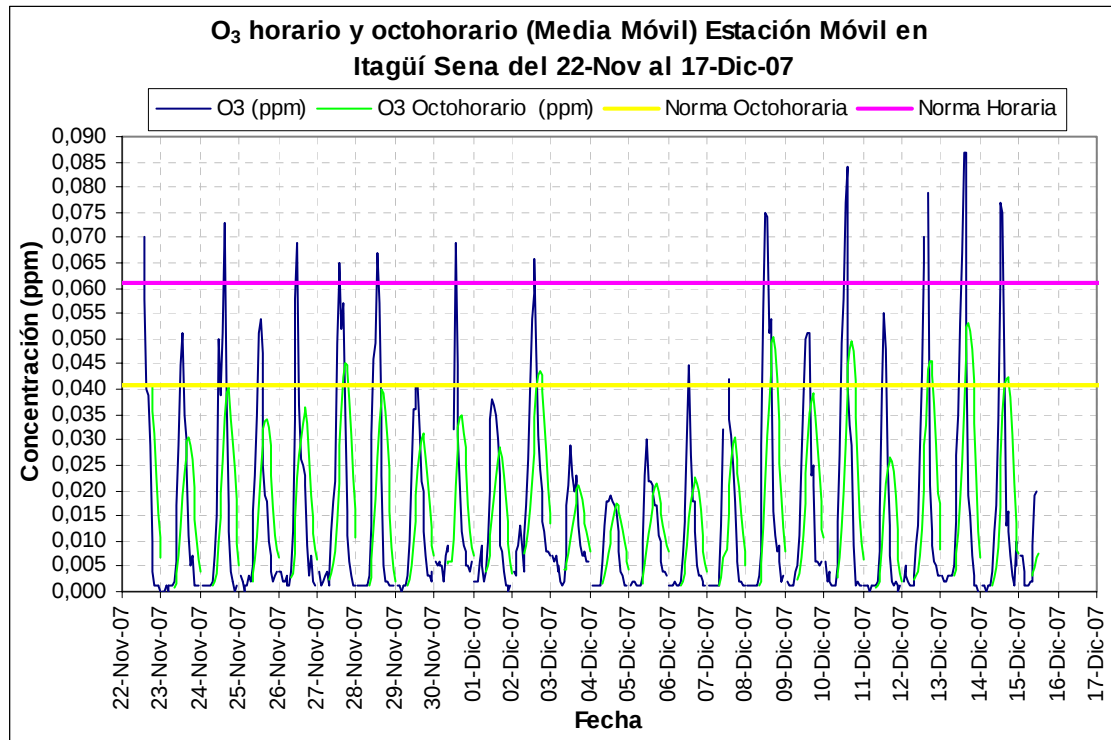
Las concentraciones de Ozono en la Estrella superaron la norma colombiana (Resolución 601 de 2006 del MAVDT) horaria (0,061 ppm) en 11 ocasiones que equivale a un 1,72% de los datos; la octohoraria (0,041 ppm) en 8 ocasiones que equivale a un 1,76% de los datos del periodo monitoreado. El promedio aritmético del periodo fue 0,011 ppm. En la gráfica 102 se puede apreciar la concentración horaria y octohoraria con sus normas.

Gráfica 102. Concentración horaria y octohoraria de ozono del 22-oct-07 al 21-nov-07 en La Estrella



Las concentraciones de Ozono en Itagüí Sena superaron la norma colombiana (Resolución 601 de 2006 del MAVDT) horaria (0,061 ppm) en 21 ocasiones que equivale a un 4% de los datos; la octohoraria (0,041 ppm) en 31 ocasiones que equivale a un 8,03% de los datos del periodo monitoreado. El promedio aritmético del periodo fue 0,015 ppm. En la gráfica 103 se puede apreciar la concentración horaria y octohoraria con sus normas.

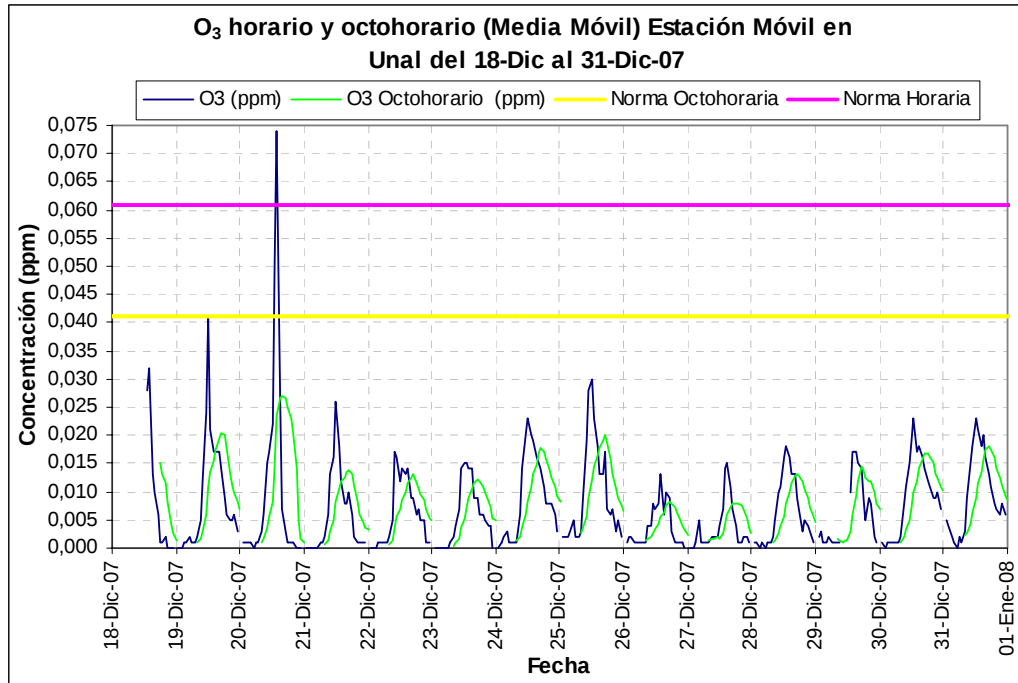
Gráfica 103. Concentración horaria y octohoraria de ozono del 22-nov al 17-dic-07 en Itagüí Sena



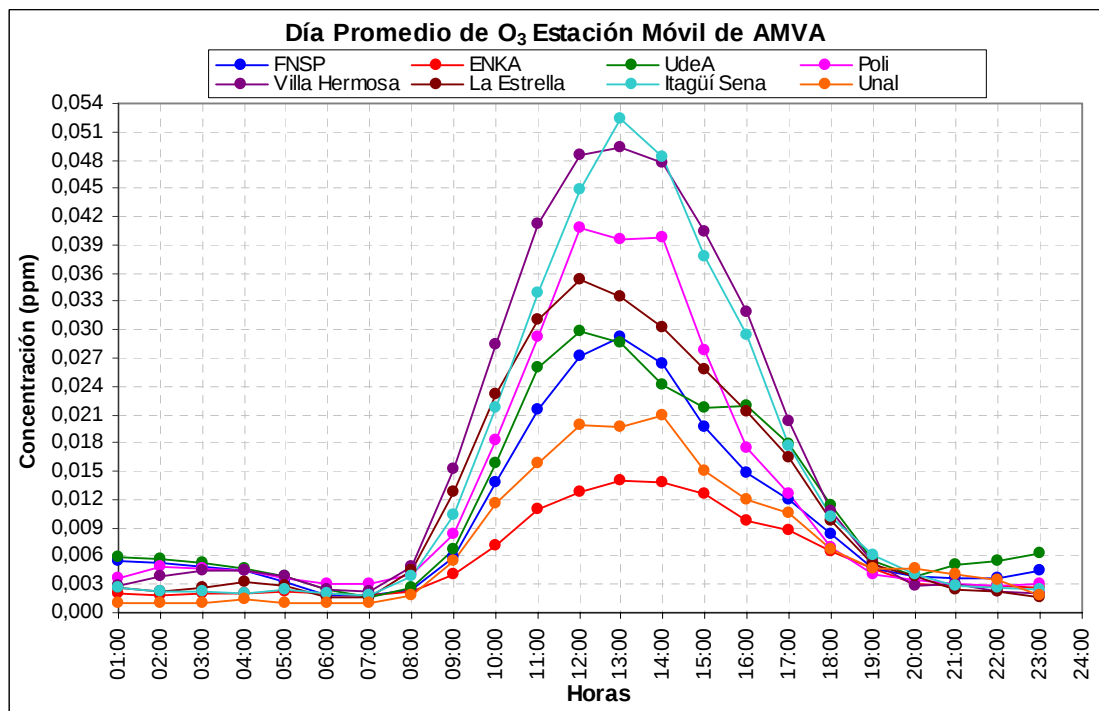
Las concentraciones de Ozono en Unal solo superaron la norma colombiana (Resolución 601 de 2006 del MAVDT) horaria (0,061 ppm) en 1 ocasión que equivale a un 0,33% de los datos; la octohoraria (0,041 ppm) no fue superada ninguna ocasión de los datos del periodo monitoreado. El promedio aritmético del periodo fue 0,007 ppm. En la gráfica 104 se puede apreciar la concentración horaria y octohoraria con sus normas.

Los resultados de ozono en Villa Hermosa confirman la formación mayor de ozono en las laderas que en el centro del Valle de Aburrá. En la gráfica 105 se aprecia que en la Estrella se presentan valores día promedio mayores que en la Universidad de Antioquia y que en la Facultad de Salud Pública y los valores menores se obtuvieron en el municipio de Girardota (Enka). Las mediciones realizadas en el Politécnico muestran valores promedio mayores que los otros sitios de medición exceptuando Villa Hermosa e Itagüí y podemos deducir que los precursores de ozono que se emiten en el norte de la región metropolitana logran reaccionar fotoquímicamente en el centro del valle.

Gráfica 104. Concentración horaria y octohoraria de ozono del 18 al 31-dic-07 en Unal

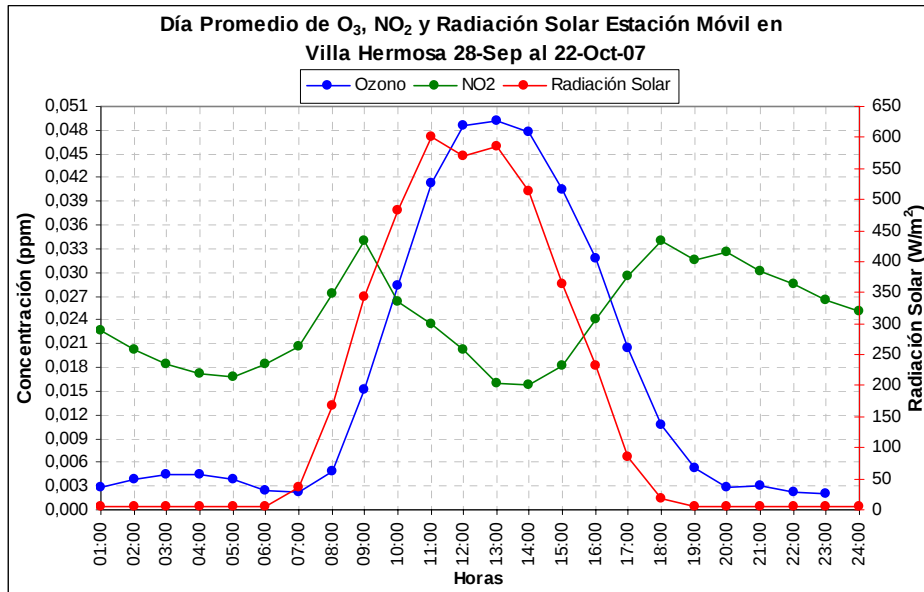


Gráfica 105. Día promedio de Ozono en cada punto de muestreo

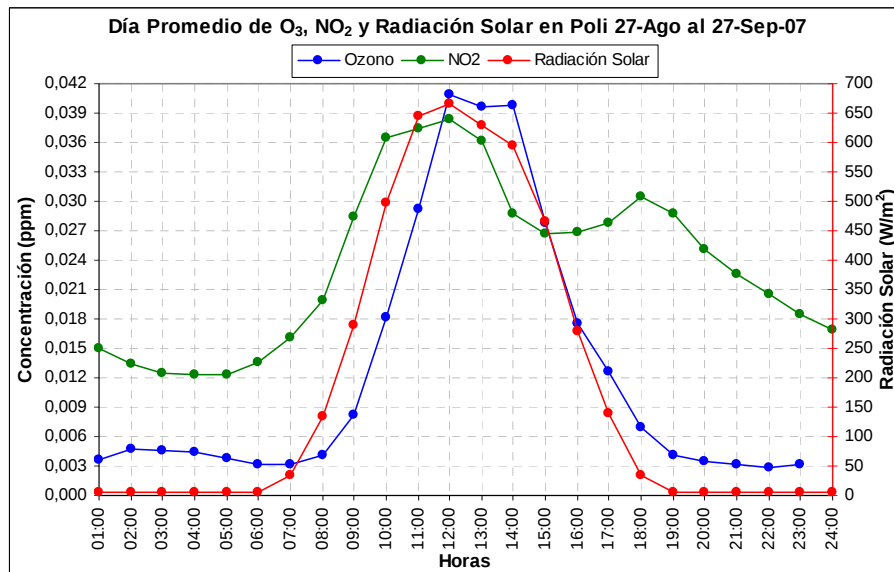


En las gráficas 106 y 107 se presenta la concentración de un día promedio de Ozono con sus precursores (Dióxido de Nitrógeno y radiación solar) en la estación Móvil ubicada en Villa Hermosa y en el Poli respectivamente. Se puede apreciar que primero se presenta el pico de NO_2 y radiación solar para luego formarse el Ozono, en las horas del día que se presentan las mayores concentraciones son las del medio día.

Gráfica 106. Día promedio de Ozono, NO_2 y radiación solar del 28-sep-07 al 22-oct-07 en Villa Hermosa



Gráfica 107. Día promedio de Ozono, NO_2 y radiación solar del 27-ago-07 al 27-sep-07 en el Politécnico Colombiano JIC



- **Material Particulado menor a 10 micras (PM10) en la estación automática móvil.**
En la tabla 22 y gráfica 108 se presenta el resumen de los resultados de las concentraciones obtenidas de Material Particulado menor a 10 micras tanto horarias como diarias.

Las concentraciones de PM10 diarias superaron la norma colombiana (Resolución 601 de 2006 del MAVDT) de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 6 ocasiones equivalente al 4,41%.

La norma colombiana anual ($70 \mu\text{g}/\text{m}^3$) fue superada en 114, 24, 3, 2, 4 y 8 ocasiones en FNSP, Poli, Villa Hermosa, La Estrella, Itagüí y Unal respectivamente. Comparando con la guía diaria de la OMS y la norma anual de USA ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) fue superada 132, 2, 27, 17, 11, 17 y 10 ocasiones en FNSP, Enka Poli, Villa Hermosa, La Estrella, Itagüí y Unal respectivamente.

La Guía anual de la OMS ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) es superada en 136, 11, 30, 25, 29 y 24 ocasiones equivalente entre el 90 y 100% de los datos de cada punto de muestreo. En la gráfica 109 se muestran los Episodios de PM10 por sitio de monitoreo.

Tabla 22. Concentración de PM10 de dic-06 a nov-07 en la estación móvil

PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	FNSP	Girardota Enka	Poli	Villa Hermosa	La Estrella	Itagüí Sena	Unal
Promedio Aritmético	101	38	81	59	45	61	80
Desviación estándar	60	33	40	30	26	29	57
Valor máximo 1hora	465	272	280	235	233	229	267
Valor máximo 24horas	189	68	121	78	81	98	170
Valor mínimo 1hora	6	5	9	5	5	8	9
Valor mínimo 24horas	31	21	39	35	15	35	35
Cantidad Datos 1 hora	3182	239	733	560	669	546	257
Cantidad Datos 24horas	136	12	31	25	31	24	12
NVSNA*	114	0	24	3	2	4	8
NVSND	6	0	0	0	0	0	1
NVSNAUSA	132	2	27	17	11	17	10
NVSNAOMS	136	11	30	25	29	24	12
NVSNDOMS	132	2	27	17	11	17	10
NVSNA/CD [%]	83,82	0,00	77,42	12,0	6,5	16,7	66,7
NVSND/CD [%]	4,41	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	8,3
NVSNAUSA/CD [%]	97,06	16,67	87,10	68,0	35,5	70,8	83,3
NVSNAOMS/CD [%]	100,00	91,67	96,77	100,0	93,5	100,0	100,0
NVSNDOMS/CD [%]	97,06	16,67	87,10	68,0	35,5	70,8	83,3

NVSND: Número de Veces que Supera la Norma Diaria Colombiana [$150 \mu\text{g}/\text{m}^3$]

NVSNA: Número de Veces que Supera la Norma Anual Colombiana [$70 \mu\text{g}/\text{m}^3$]

NVSNAUSA: Número de Veces que Supera la Norma Anual USA [$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$]

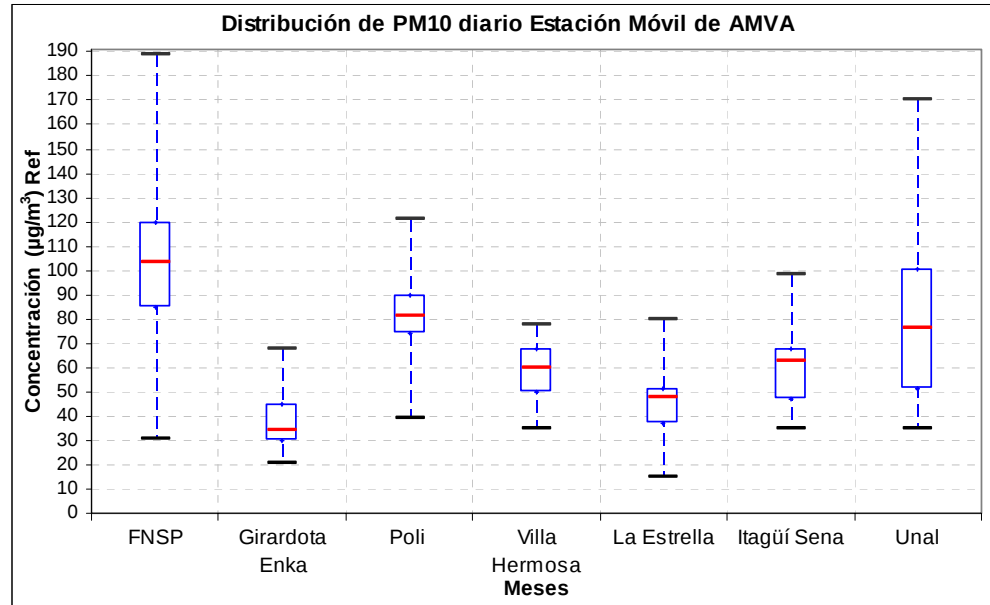
NVSNAOMS: Número de Veces que Supera la Norma Anual OMS [$20 \mu\text{g}/\text{m}^3$]

NVSNDOMS: Número de Veces que Supera la Norma Diaria OMS [$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$]

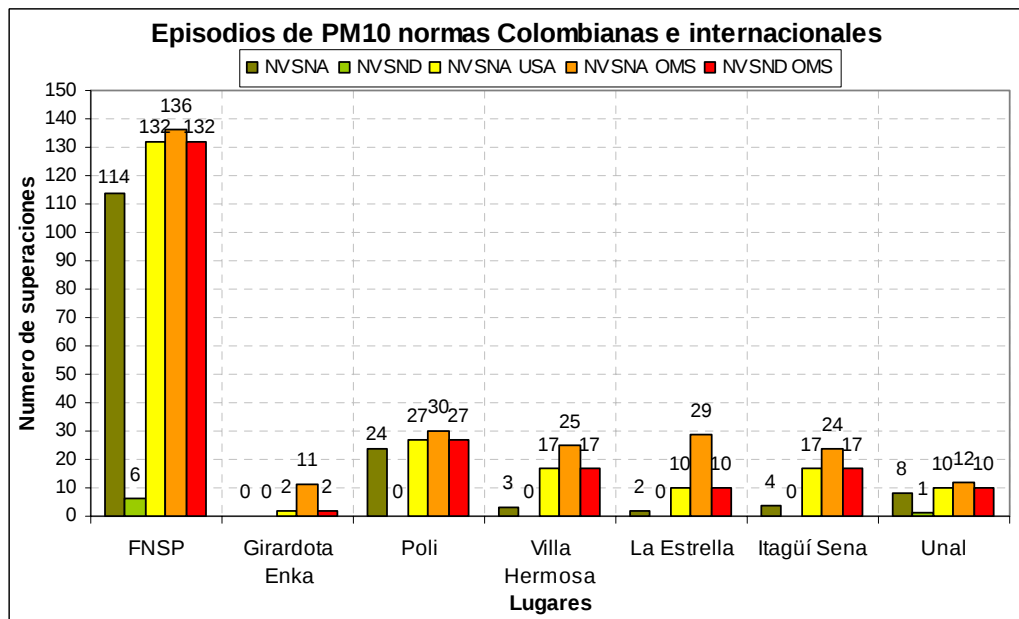
Nota 1: el NVSNA/CD [%], el NVSNAUSA/CD [%], el NVSNAOMS/CD [%] y el NVSNDOMS/CD [%] se calcularon con las concentraciones diarias medidas en el periodo monitoreado.

El diagrama de cajas y bigotes de la gráfica 108 muestra el resumen del comportamiento de las concentraciones de O_3 horarias en cada punto de muestreo. Entre diciembre de 2006 y diciembre de 2007, se puede observar que las mayores concentraciones se obtuvieron en FNSP, Poli e Itagüí.

Gráfica 108. Caja de bigotes de PM10 diario estación móvil AMVA

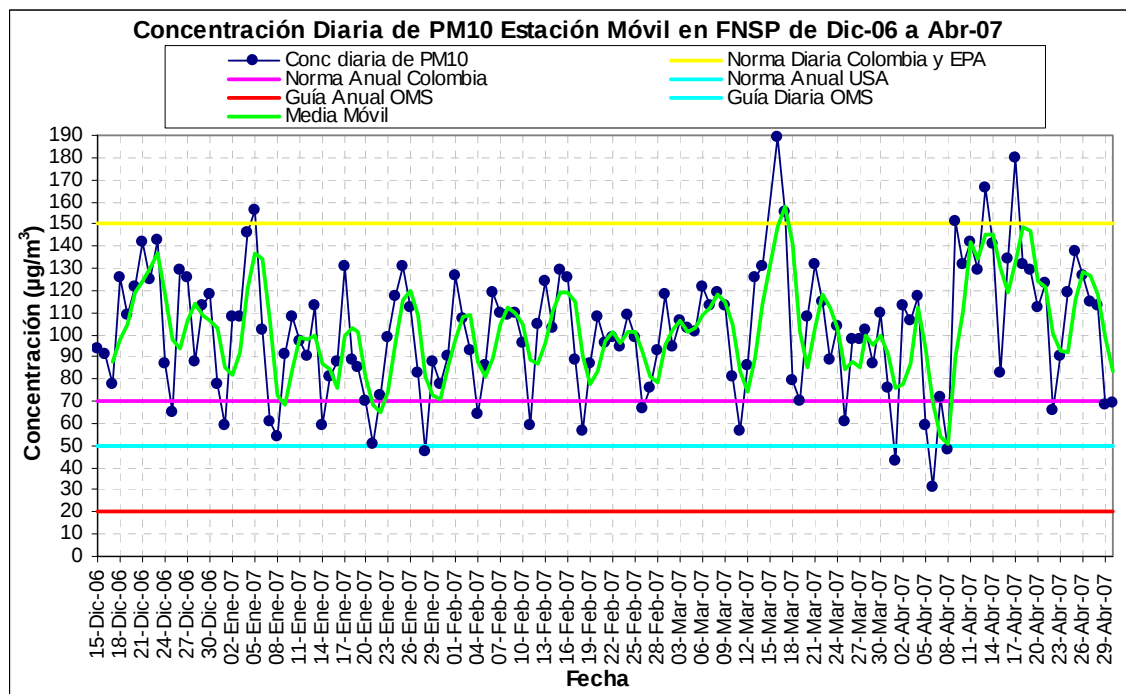


Gráfica 109. Episodios de PM10 por sitio de monitoreo



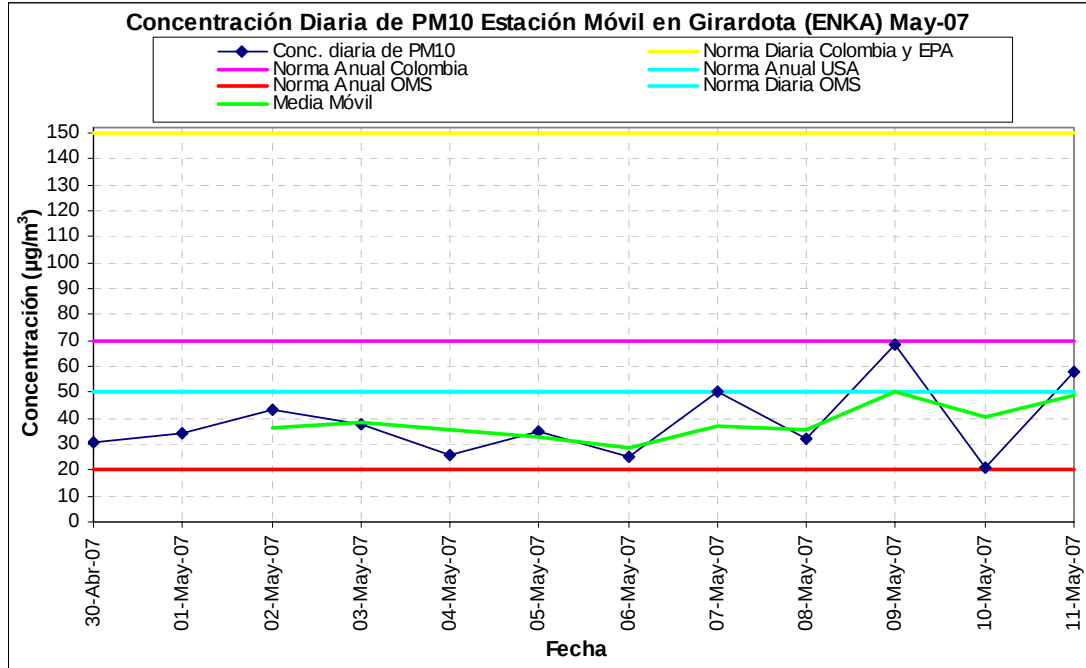
Las concentraciones de PM10 en la Facultad Nacional de Salud Pública (FNSP) fueron las mas altas obtenidas en el periodo de monitoria, se presume que esto es debido a los arreglos que se realizaron en la carrera Carabobo ya que parte de esta vía se encuentra sin asfalto y con la circulación de los vehículos que producen el levantamiento de bastante polvo. Además, se incrementaron las concentraciones debido a la circulación constante y periódica de muchas rutas de buses, automotores y motocicletas por este sector. En la gráfica 110 se puede apreciar las concentraciones solo dieron por debajo de la norma colombiana algunos domingos, festivos y en Semana Santa, además comparando con las guías de la OMS estas fueron superadas casi todos los días. La concentración promedio del periodo fue $101 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Gráfica 110. Concentración diaria de PM10 de dic-06 a abr-07 en la Facultad Nacional de Salud Pública



Las concentraciones de PM10 en Girardota fueron las más bajas obtenidas en el periodo de monitoria. En la gráfica 111 se puede apreciar las concentraciones estuvieron por debajo de las normas colombianas, además comparando con la guía de la OMS diaria esta fue superada pocas veces, mientras que la diaria solo fue superada en dos ocasiones. La concentración promedio del periodo fue $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

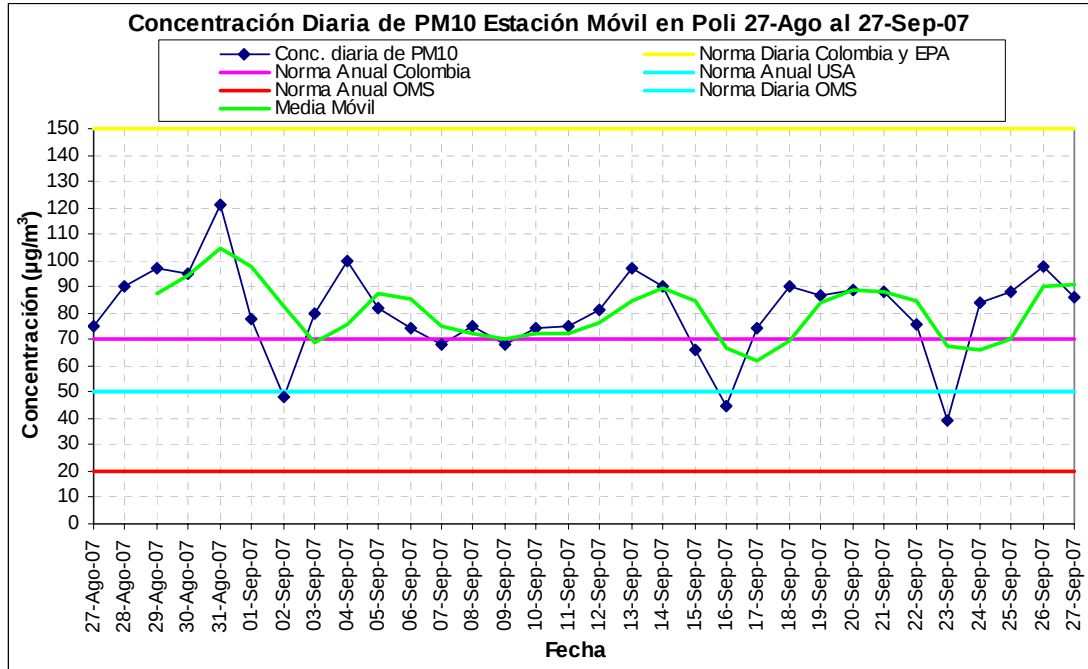
Gráfica 111. Concentración diaria de PM10 de mayo 2007 en Girardota (Enka)



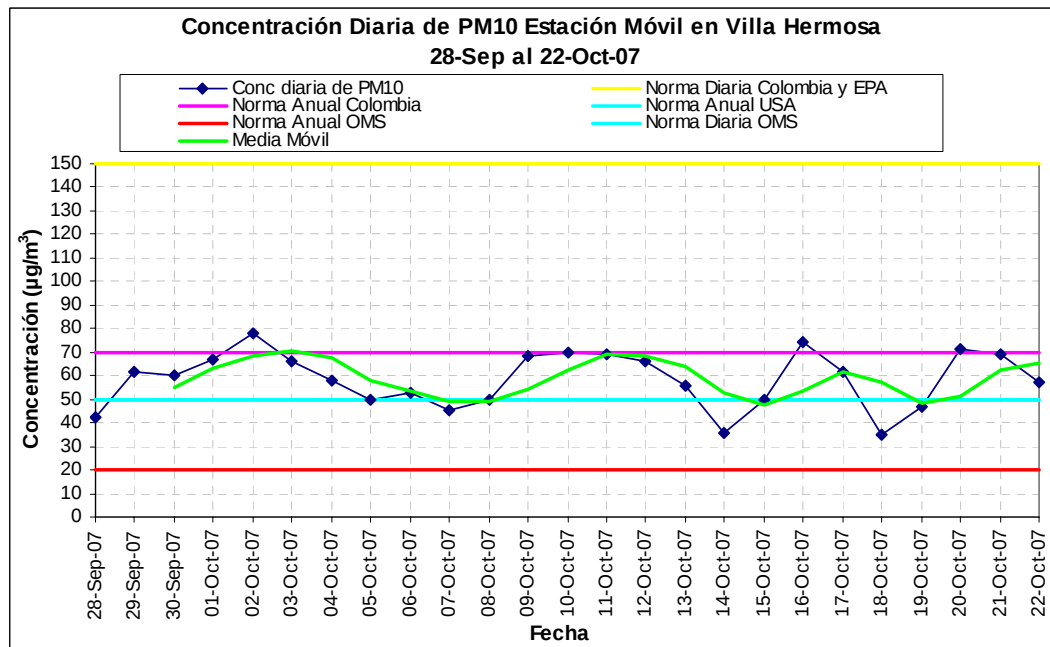
Las concentraciones de PM10 en el Politécnico Colombiano JIC se pueden apreciar en la gráfica 112 las cuales estuvieron por encima de la norma colombiana anual solo los días domingo no la superaron, además comparando con las guías de la OMS estas fueron superadas en casi todos los días monitoreados. La concentración promedio del periodo fue $81 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Las concentraciones de PM10 en Villa Hermosa se pueden apreciar en la gráfica 113 las cuales oscilaron entre 50 a $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, las guías de la OMS fueron superadas en casi todos los días monitoreados. La concentración promedio del periodo fue $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Gráfica 112. Concentración diaria de PM10 del 27-ago-07 al 27-sep-07 en el Politécnico Colombiano JIC

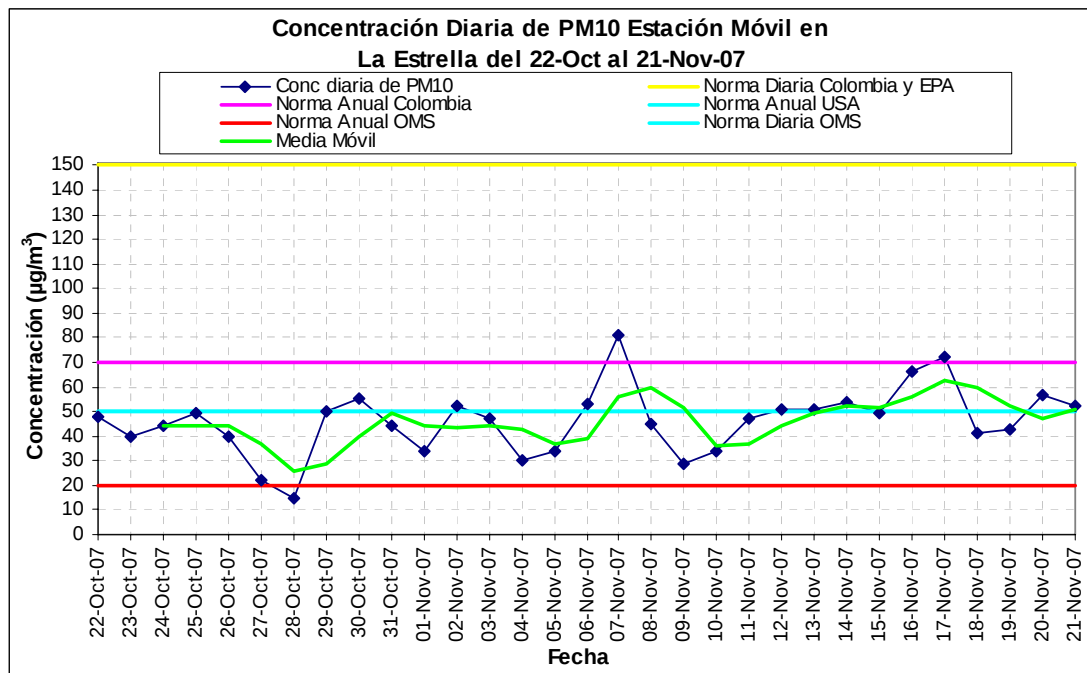


Gráfica 113. Concentración diaria de PM10 del 28-sep-07 al 22-oct-07 en Villa Hermosa



Las concentraciones de PM10 en La Estrella fueron de las más bajas obtenidas en el periodo de monitoria, estas se pueden apreciar en la gráfica 114 las cuales estuvieron por debajo de las normas colombianas, además comparando con la guía de la OMS anual esta fue superada en casi todos los días monitoreados. La concentración promedio del periodo fue $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

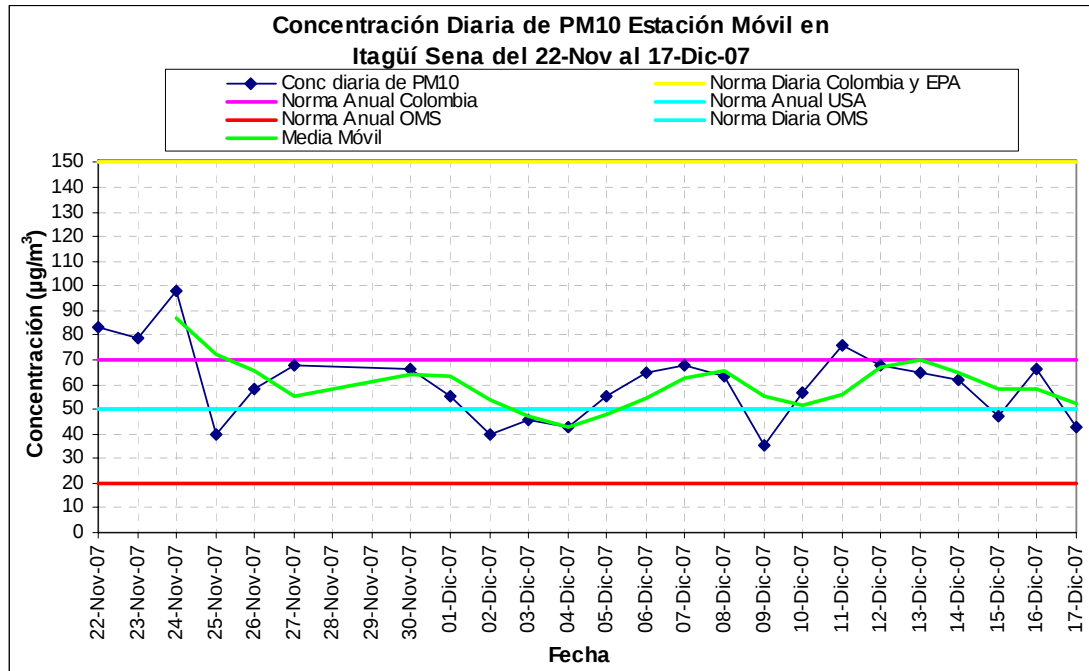
Gráfica 114. Concentración diaria de PM10 del 22-oct-07 al 21-nov-07 en La Estrella



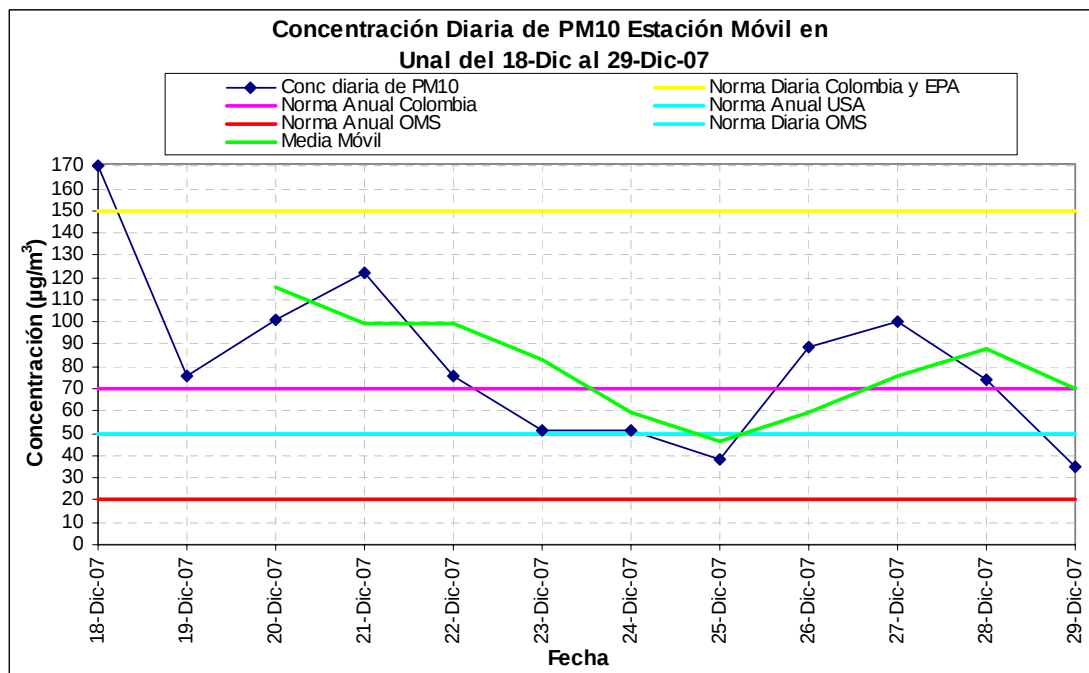
Las concentraciones de PM10 en Itagüí se pueden apreciar en la gráfica 115 las cuales oscilaron entre 50 a $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ un comportamiento muy similar a Villa Hermosa, las guías de la OMS fueron superadas en casi todos los días monitoreados. La concentración promedio del periodo fue $61 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Las concentraciones de PM10 en Unal se pueden apreciar en la gráfica 116 las cuales oscilaron entre 35 a $170 \mu\text{g}/\text{m}^3$, las guías de la OMS fueron superadas en casi todos los días monitoreados. La concentración promedio del periodo fue $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Fue uno de los lugares donde se obtuvieron las concentraciones más altas a pesar de estar en periodo vacacional incluyendo el 24 y 25 de diciembre.

Gráfica 115. Concentración diaria de PM10 del 21-nov al 17-dic-07 en Itagüí Sena

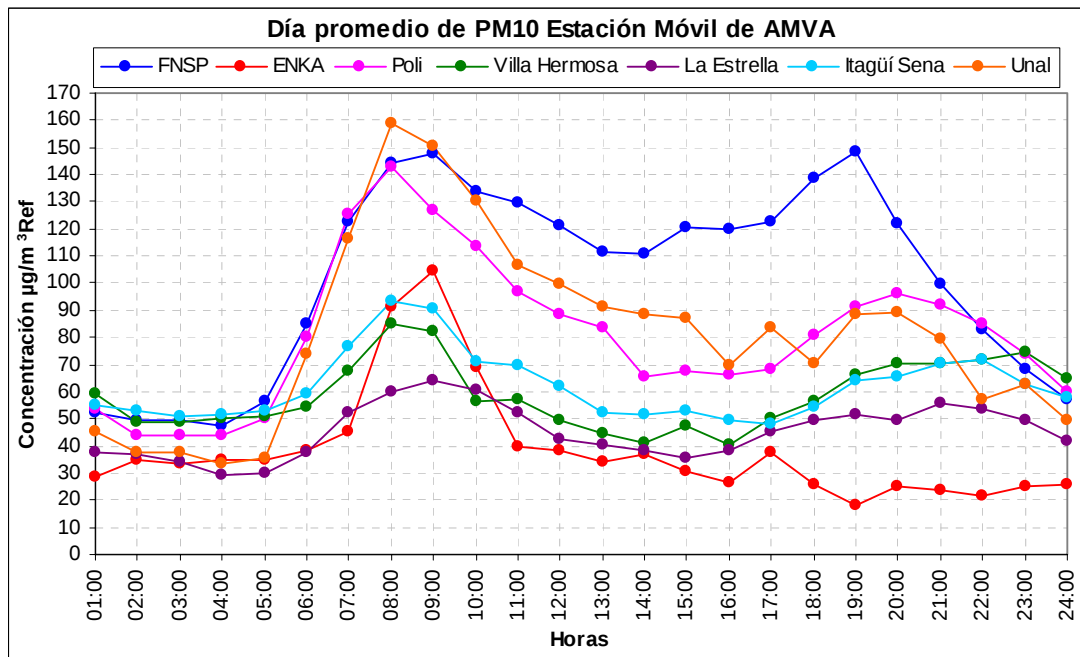


Gráfica 116. Concentración diaria de PM10 del 18 al 31-dic-07 en Unal



En la gráfica 117 se presenta la concentración de un día promedio de PM₁₀ en la estación móvil en el periodo del convenio. Se puede apreciar que en las horas del día que las mayores concentraciones se presentan de 07:00 a 10:00 horas, en la tarde y noche de las 18:00 a las 22:00 horas que son las horas de mayor flujo vehicular. Además en los lugares donde se presentaron las mayores concentraciones fueron FNSP, Poli y Unal con promedios aritméticos de 101 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 81 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente.

Gráfica 117. Día promedio de PM₁₀ en cada punto de muestreo



- **Dióxido de Azufre en la estación automática móvil.**

En la tabla 23 y gráfica 118 se presenta el resumen de los resultados de las concentraciones obtenidas de Dióxido de Azufre (SO₂) diarias y con promedios cada 3 horas.

Las concentraciones de Dióxido de Azufre no superaron en ninguna ocasión la norma colombiana (Resolución 601 de 2006) tanto diaria (0,096 ppm) como tri-horaria (0,287 ppm) en el periodo monitoreado en cada sitio. El promedio aritmético del periodo monitoreado en cada punto fue 0,005 ppm, 0,009 ppm, 0,011 ppm, 0,009 ppm, 0,015 ppm y 0,026 ppm.

Tabla 23. Concentración de SO₂ de jul a nov-07 en la estación automática móvil

SO ₂ (ppm)	UdeA	Poli	Villa Hermosa	La Estrella	Itagüí Sena	Unal
Promedio Aritmético	0,005	0,009	0,011	0,009	0,015	0,026
Desviación estándar	0,003	0,005	0,005	0,004	0,007	0,008
Valor máximo 3 hora	0,018	0,029	0,031	0,026	0,051	0,054
Valor máximo 24 horas	0,010	0,018	0,017	0,014	0,024	0,036
Valor mínimo 3 hora	0,001	0,002	0,005	0,004	0,006	0,016
Valor mínimo 24 horas	0,003	0,005	0,008	0,005	0,008	0,019
Cantidad Datos 3 hora	831	721	554	656	552	322
Cantidad Datos 24 horas	39	32	25	30	25	14
NVSN3H	0	0	0	0	0	0
NVSN3H/CD [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NVSN3H/CD [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

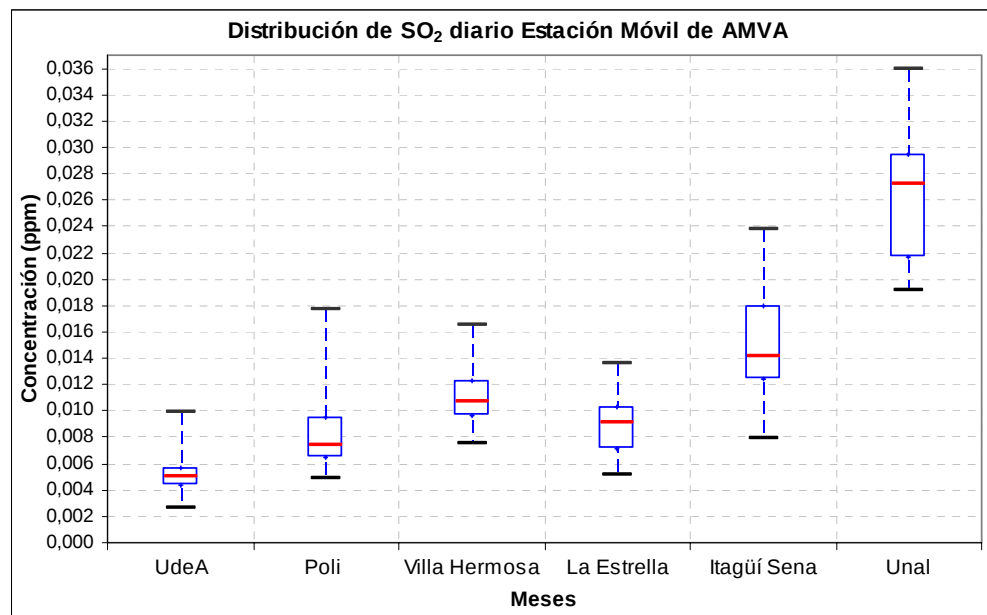
NVSN3H: Número de Veces que Supera la Norma 3 Horas [0,287 ppm]

NVSN3H/CD [%]: Número de Veces que Supera la Norma Diaria [0,096 ppm]

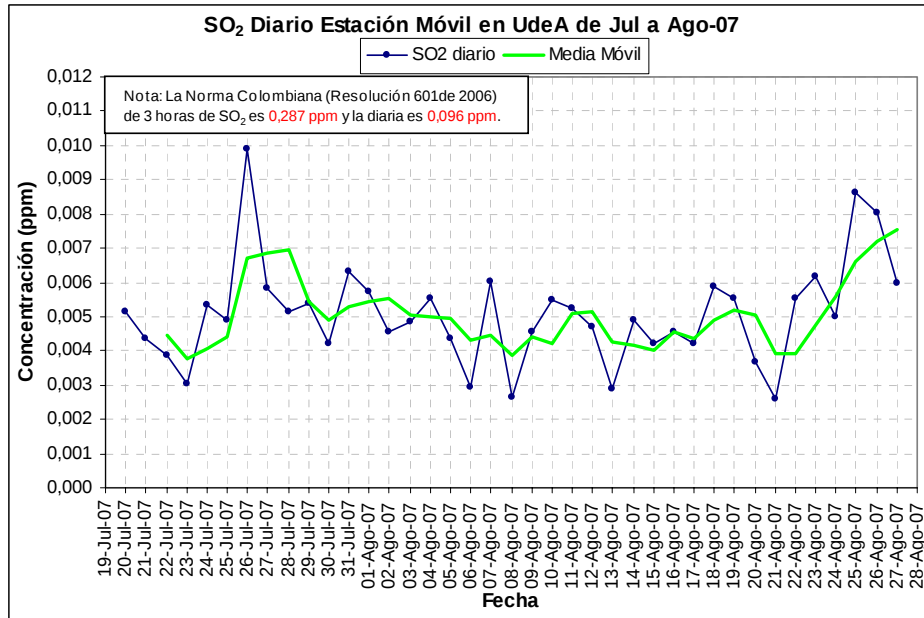
El diagrama de cajas y bigotes de la gráfica 118 muestra el resumen del comportamiento de las concentraciones de O₃ horarias en cada punto de muestreo. Entre diciembre de 2006 y diciembre de 2007, se puede observar que las mayores concentraciones se obtuvieron en Unal, Poli, Villa Hermosa e Itagüí.

Las concentraciones de SO₂ en UdeA se pueden apreciar en la gráfica 119 las cuales oscilaron entre 0,003 a 0,010 ppm, la concentración promedio del periodo fue 0,005 ppm.

Gráfica 118. Caja de bigotes de SO₂ diario estación móvil AMVA

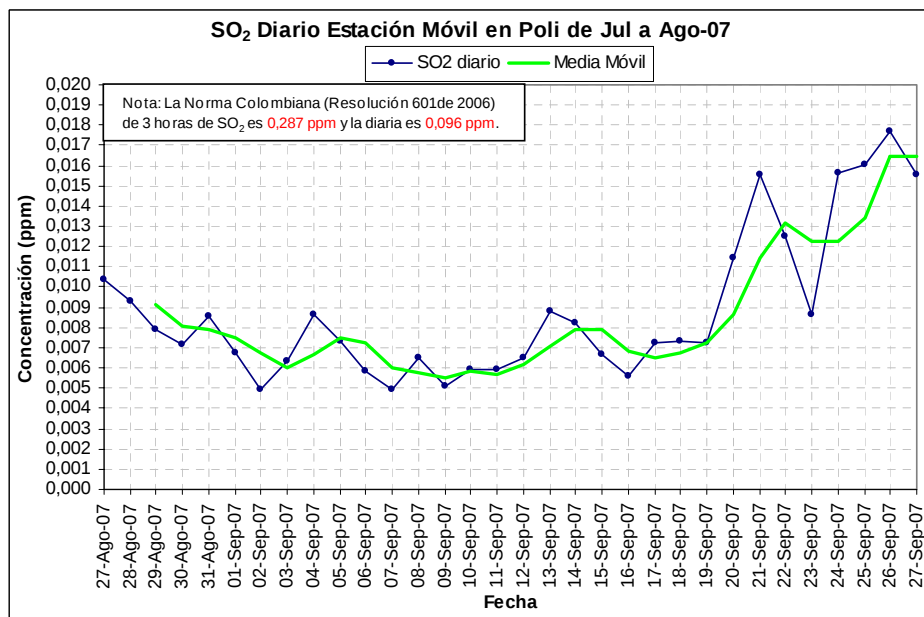


Gráfica 119. Concentración diaria de SO₂ del 4-jul-07 al 26-ago-07 en la Universidad de Antioquia



Las concentraciones de SO₂ en Poli se pueden apreciar en la gráfica 120 las cuales oscilaron entre 0,005 a 0,018 ppm, la concentración promedio del periodo fue 0,009 ppm.

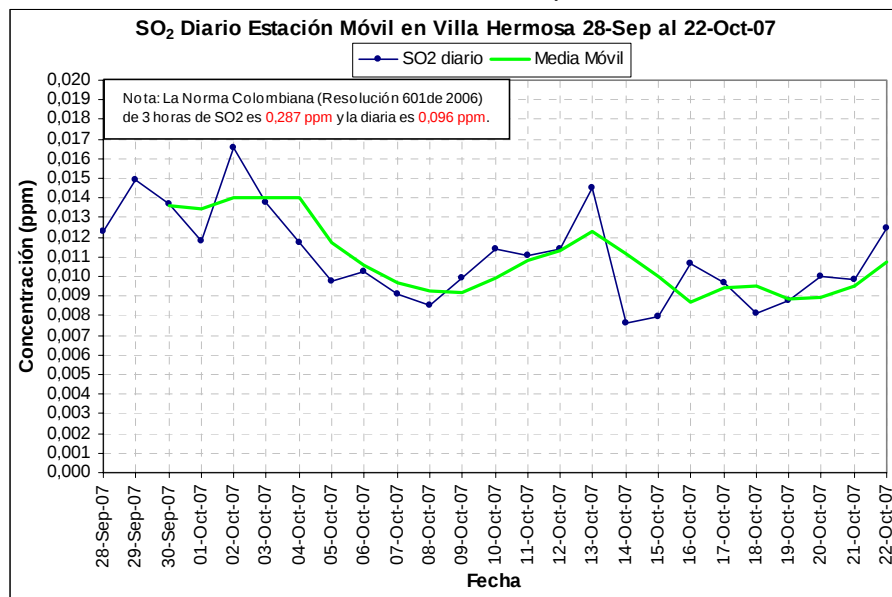
Gráfica 120. Concentración diaria de SO₂ del 27-ago-07 al 27-sep-07 en el Politécnico Colombiano JIC



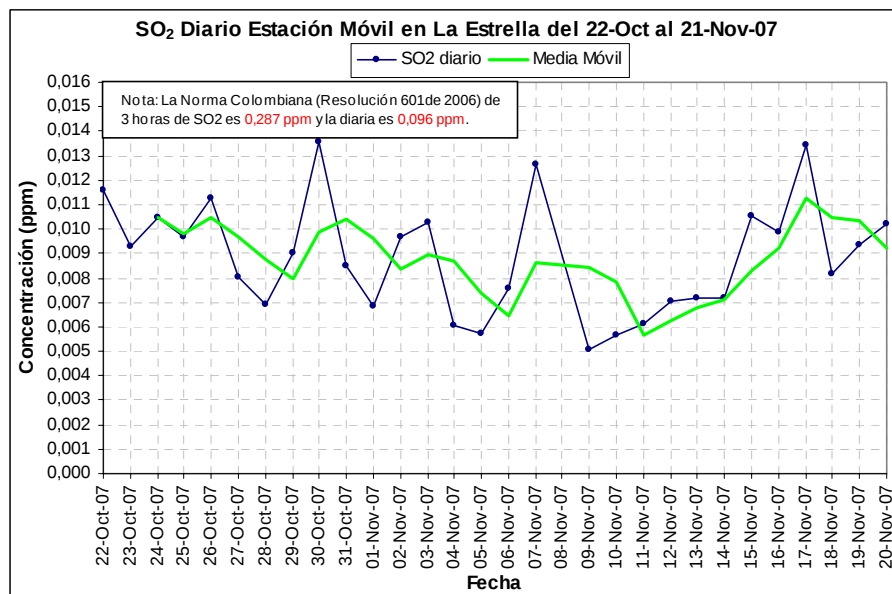
Las concentraciones de SO₂ en Villa Hermosa se pueden apreciar en la gráfica 121 las cuales oscilaron entre 0,008 a 0,017 ppm, la concentración promedio del periodo fue 0,011 ppm.

Las concentraciones de SO₂ en La Estrella se pueden apreciar en la gráfica 122 las cuales oscilaron entre 0,005 a 0,014 ppm, la concentración promedio del periodo fue 0,009 ppm.

Gráfica 121. Concentración diaria de SO₂ del 28-sep al 22-oct-07 en Villa Hermosa

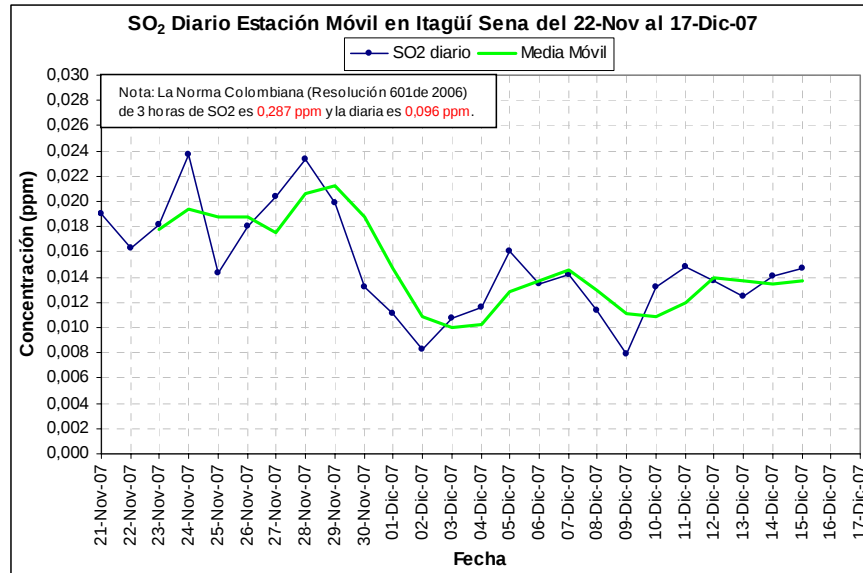


Gráfica 122. Concentración diaria de SO₂ del 22-oct al 21-nov-07 en La Estrella



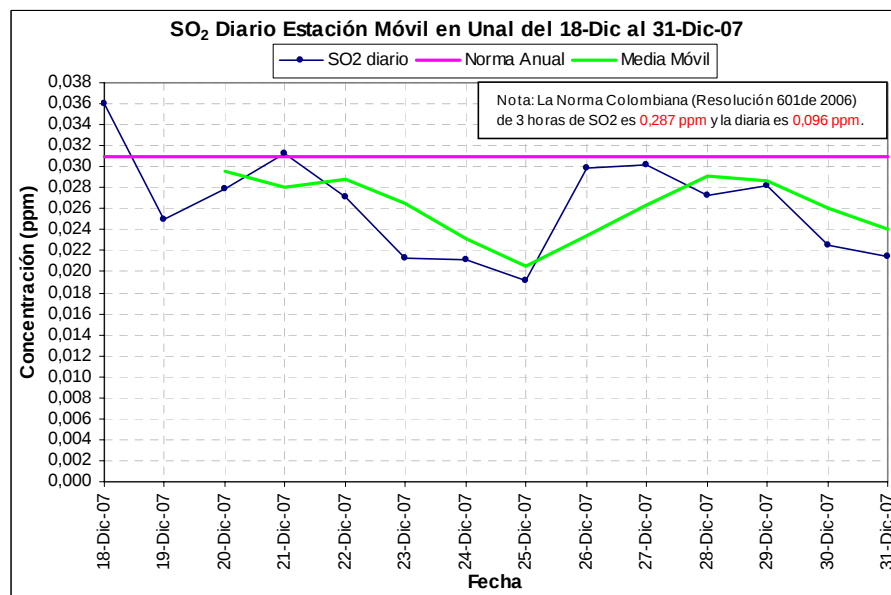
Las concentraciones de SO₂ en Itagüí se pueden apreciar en la gráfica 123 las cuales oscilaron entre 0,008 a 0,024 ppm, la concentración promedio del periodo fue 0,015 ppm fue la mas alta posiblemente debido a que es zona industrial.

Gráfica 123. Concentración diaria de SO₂ del 21-nov al 17-dic-07 en Itagüí Sena



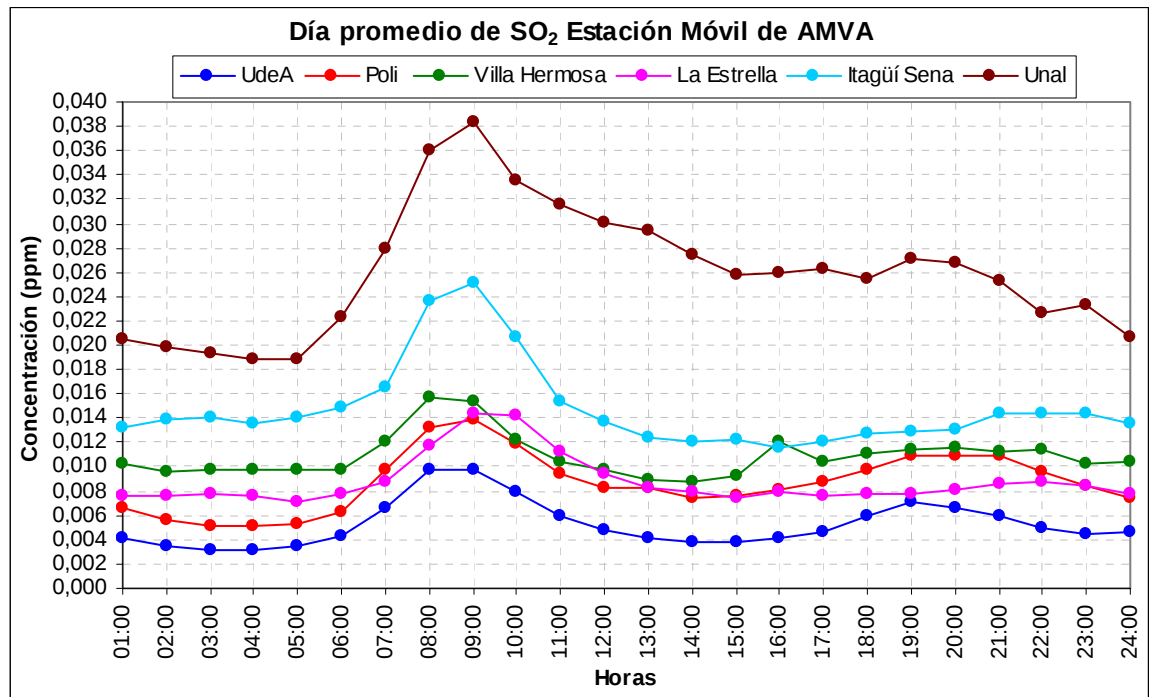
Las concentraciones de SO₂ en Unal se pueden apreciar en la gráfica 124 las cuales oscilaron entre 0,019 a 0,036 ppm, la concentración promedio del periodo fue 0,026 ppm fue la mas alta muy seguramente por ser en uno de los cruces con mas alto flujo vehicular en la ciudad de Medellín.

Gráfica 124. Concentración diaria de SO₂ del 18 al 31-dic-07 en Unal



En la gráfica 125 se presenta la concentración de un día promedio de SO_2 en la estación móvil en cada punto donde se muestreo. Se aprecia que las mayores concentraciones se presentan de 7 a 11 y de 18 a 22 pero el pico de la mañana es mayor. Los lugares donde se presentaron las mayores concentraciones fueron Unal e Itagüí con concentraciones promedio de 0,026 ppm y 0,015 ppm.

Gráfica 125. Día promedio de SO_2 en cada punto de muestreo



- **Dióxido de Nitrógeno en la estación automática móvil.**

En la tabla 24 y la gráfica 126 se presenta el resumen de los resultados de las concentraciones obtenidas de Dióxido de Nitrógeno (NO_2) diarias y con promedios cada 3 horas. De los Óxidos de Nitrógeno solo el Dióxido de Nitrógeno posee Norma.

Las concentraciones de Dióxido de Nitrógeno no superaron en ninguna ocasión la norma colombiana (Resolución 601 de 2006 del MAVDT) tanto diaria (0,08 ppm) como horaria (0,106 ppm) en el periodo monitoreado en cada sitio.

Tabla 24. Concentración de NO₂ en la estación móvil

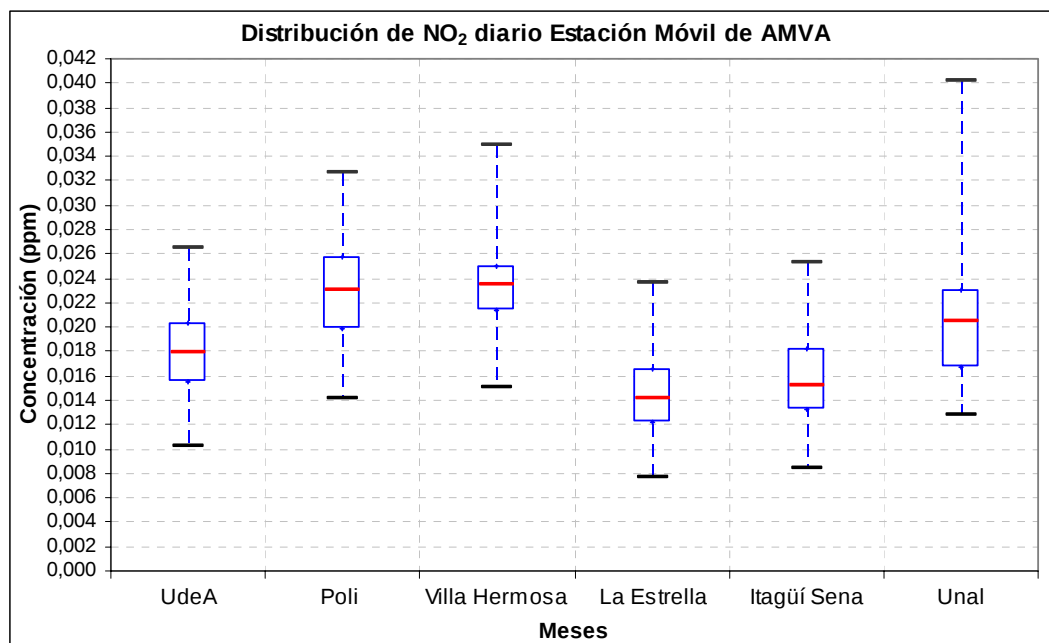
NO ₂ (ppm)	UdeA	Poli	Villa Hermosa	La Estrella	Itagüí Sena	Unal
Promedio Aritmético	0,018	0,023	0,024	0,014	0,016	0,020
Desviación estándar	0,008	0,011	0,011	0,007	0,008	0,011
Valor máximo 1 hora	0,061	0,074	0,105	0,047	0,053	0,060
Valor máximo 24 horas	0,027	0,033	0,035	0,024	0,025	0,040
Valor mínimo 1 hora	0,005	0,007	0,005	0,001	0,002	0,006
Valor mínimo 24 horas	0,010	0,014	0,015	0,008	0,008	0,013
Cantidad Datos 1 hora	1229	721	548	654	549	324
Cantidad Datos 24 horas	54	32	25	30	24	14
NVSN1H	0	0	0	0	0	0
NVSN24H	0	0	0	0	0	0
NVSN1H/CD [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NVSN24H/CD [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

NVSN1H: Número de Veces que Supera la Norma Horaria [0,106 ppm]

NVSN24H: Número de Veces que Supera la Norma Diaria [0,08 ppm]

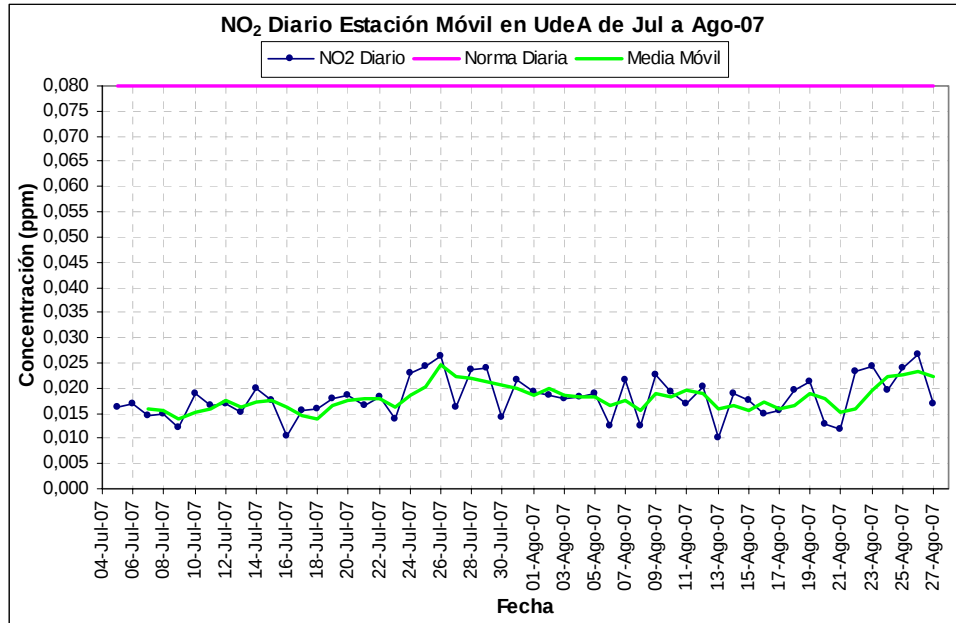
El diagrama de cajas y bigotes de la gráfica 126 muestra el resumen del comportamiento de las concentraciones de O₃ horarias en cada punto de muestreo. Entre diciembre de 2006 y diciembre de 2007, se puede observar que las mayores concentraciones se obtuvieron en Villa Hermosa, Poli y Unal.

Gráfica 126. Caja de bigotes de NO₂ diario estación móvil AMVA

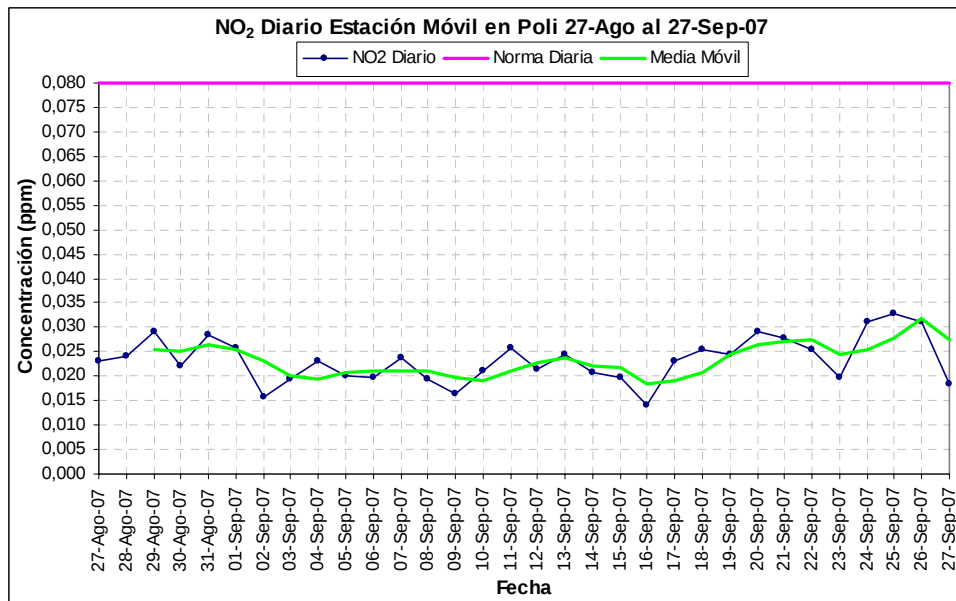


Las concentraciones de NO₂ en UdeA se pueden apreciar en la gráfica 127 las cuales oscilaron entre 0,010 a 0,027 ppm, la concentración promedio del periodo fue 0,018ppm. Las concentraciones de NO₂ en Poli se pueden apreciar en la gráfica 128 las cuales oscilaron entre 0,014 a 0,031 ppm, la concentración promedio del periodo fue 0,023ppm.

Gráfica 127. Concentración diaria de NO₂ del 4-jul-07 al 26-ago-07 en la Universidad de Antioquia

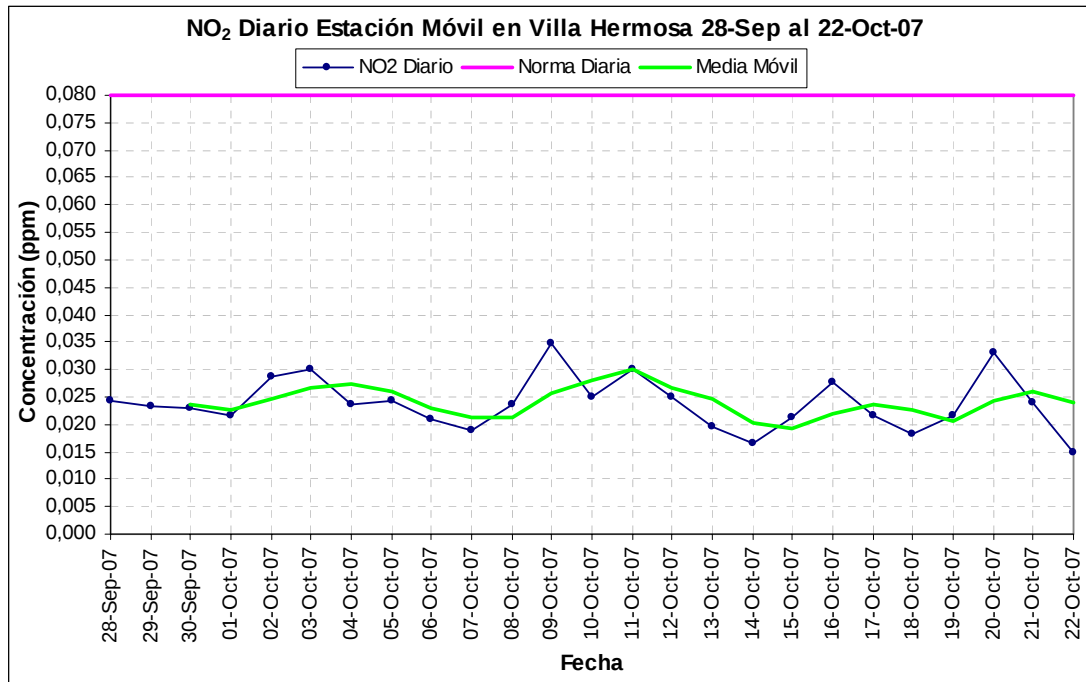


Gráfica 128. Concentración diaria de NO₂ del 27-ago-07 al 27-sep-07 en el Politécnico Colombiano JIC



Las concentraciones de NO₂ en Villa Hermosa se pueden apreciar en la gráfica 129 las cuales oscilaron entre 0,015 a 0,035 ppm, la concentración promedio del periodo fue 0,024ppm.

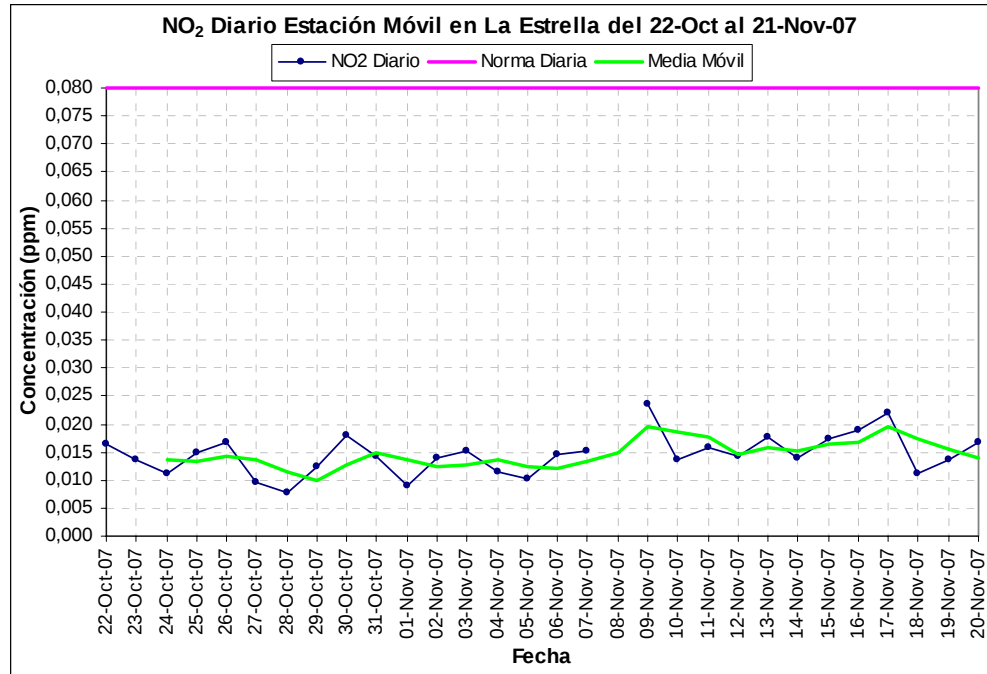
Gráfica 129. Concentración diaria de NO₂ del 28-sep-07 al 22-oct-07 en Villa Hermosa



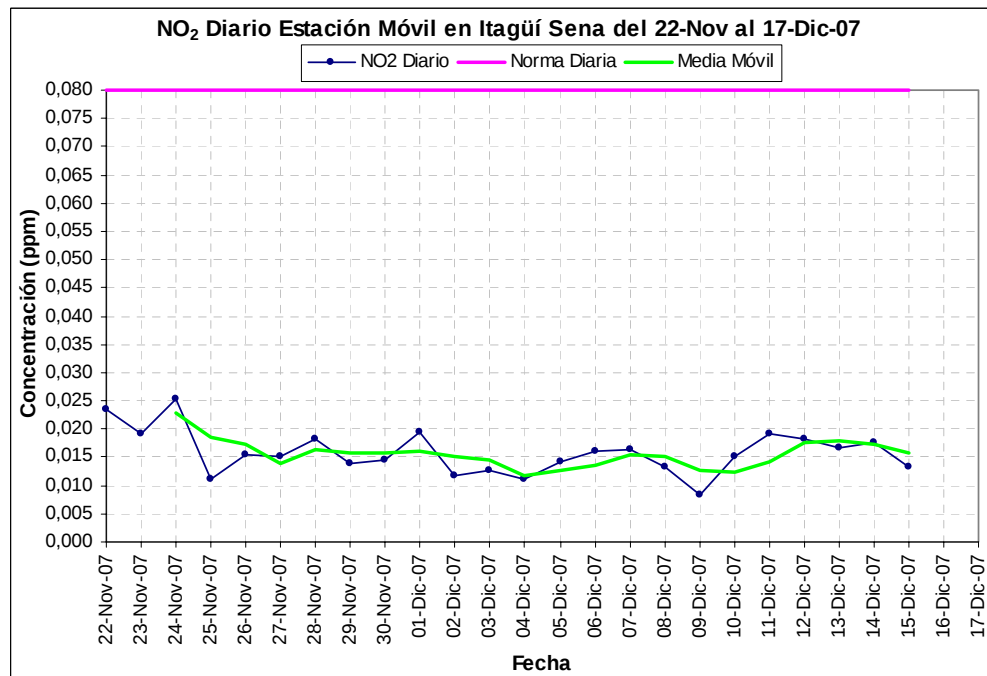
Las concentraciones de NO₂ en La Estrella se pueden apreciar en la gráfica 130 las cuales oscilaron entre 0,008 a 0,024 ppm, la concentración promedio del periodo fue 0,014ppm. Se obtuvieron las concentraciones mas bajas para este contaminante.

Las concentraciones de NO₂ en Itagüí se pueden apreciar en la gráfica 131 las cuales oscilaron entre 0,008 a 0,025 ppm, la concentración promedio del periodo fue 0,016ppm.

Gráfica 130. Concentración diaria de NO₂ del 22-oct-07 al 21-nov-07 en La Estrella

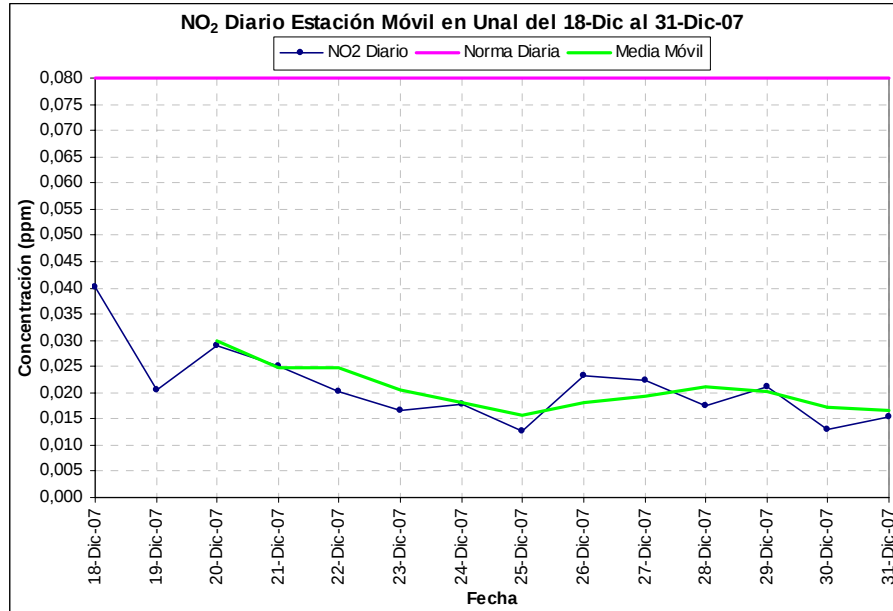


Gráfica 131. Concentración diaria de NO₂ del 21-nov-07 al 17-dic-07 en Itagüí Sena



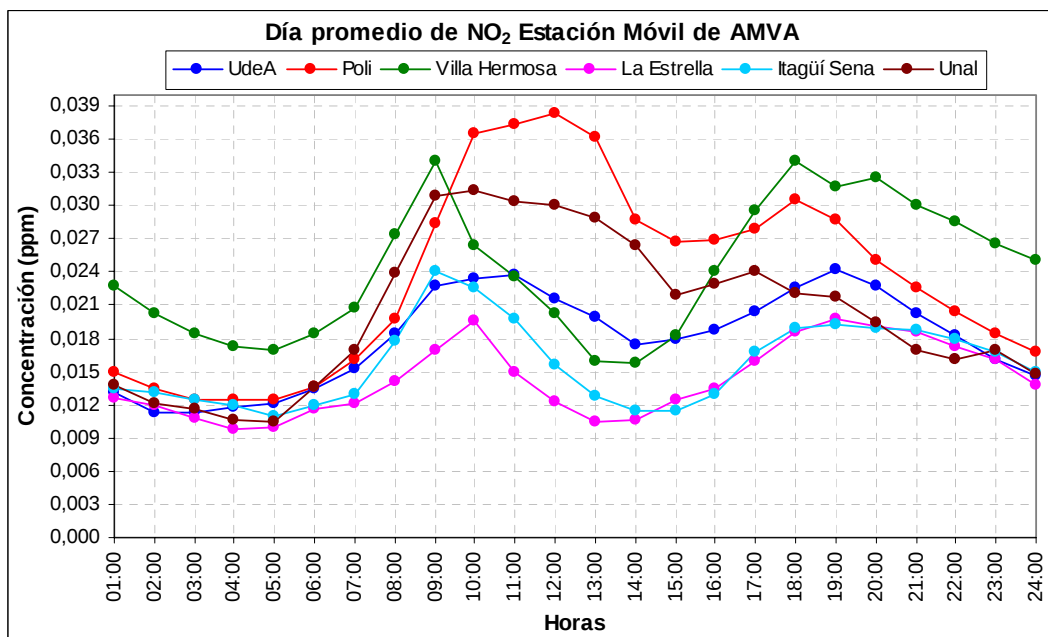
Las concentraciones de NO₂ en Unal se pueden apreciar en la gráfica 132 las cuales oscilaron entre 0,013 a 0,040 ppm, la concentración promedio del periodo fue 0,020ppm.

Gráfica 132. Concentración diaria de NO₂ del 18 al 31 de diciembre del 2007 en Unal



En la gráfica 133 se presenta la concentración de un día promedio de NO₂ en la estación Móvil en cada punto donde se midió. En los lugares donde se presentaron las mayores concentraciones fueron Poli, Villa Hermosa y Unal.

Gráfica 133. Día promedio de NO₂ en cada punto de muestreo

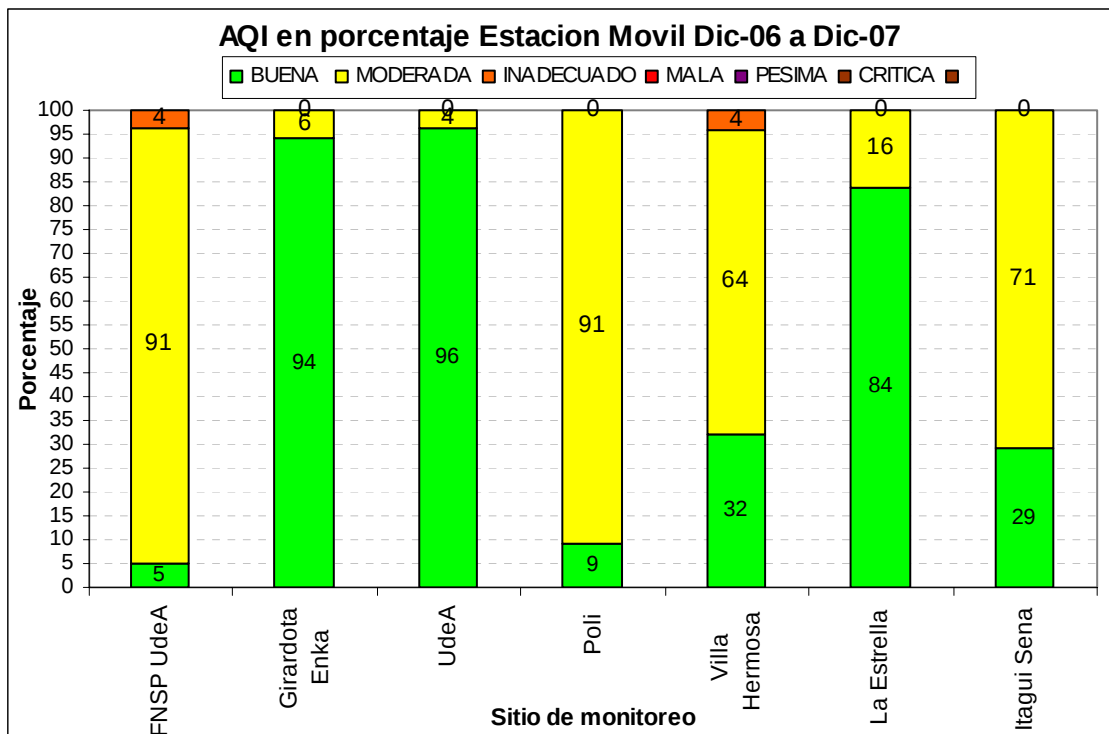


- **Índice de Calidad del Aire (AQI) en la estación móvil automática.**

En la gráfica 134 se presentan los resultados en porcentaje (%) de cada una de las categorías atmosféricas del AQI (Índice de Calidad del Aire) Total de los contaminantes Monóxido de Carbono (8 horas), Ozono (1 hora y 8 horas), Dióxido de Azufre (24 horas) y Dióxido de Nitrógeno (1 hora) de la Estación Móvil Automática ubicada en cada punto donde se midió.

En la Facultad Nacional de Salud Pública estuvo en categoría no saludable para grupos sensibles en el 4% de los días del periodo, en 91% fue Moderada y Buena en el 5%; el contaminante responsable de la categoría Moderada y no saludable para grupos sensibles en todos los casos fue el PM10. En la FNSP se aprecia una calidad del aire casi todo el tiempo moderada, en comparación con los lugares donde ha estado ubicada la Estación Automática, las concentraciones de PM10 mostraron un incremento sustancial en la Facultad Nacional de Salud Pública, se presume que esto es debido a los arreglos que se realizaron en la carrera Carabobo ya que parte de esta vía se encontraba sin asfalto y con la circulación de los vehículos que producen el levantamiento de bastante polvo. Además, se incrementaron las concentraciones debido a la circulación constante y periódica de muchas rutas de buses, automotores y motocicletas por este sector.

Gráfica 134. Índice de Calidad del Aire (AQI) en porcentaje (%) por punto de muestreo



En Girardota en el interior de la empresa Enka estuvo en categoría Moderada en el 6% de los días del periodo monitoreado y Buena en el 94%; el contaminante responsable de la categoría Moderada en todos los casos fue el PM10

En la Universidad de Antioquia estuvo en categoría Moderada en el 4% de los días del periodo monitoreado y Buena en el 96%; el contaminante responsable de la categoría Moderada fue el Monóxido de Carbono octohorario. Si no se hubieran tenido problemas el flujo del Monitor de Partículas el PM10, muy seguramente este hubiera sido el contaminante responsable del AQI.

En el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, estuvo en categoría Moderada en el 91% de los días del periodo monitoreado y Buena en el 9%; el contaminante responsable de la categoría Moderada y Buena fue el material particulado menor de 10 micrones (PM10).

En Villa Hermosa estuvo en categoría No Saludable para Grupos Sensibles en un día por Ozono de 1 hora equivalente al 4% de los días del periodo monitoreado, Moderada en 16 días equivalente al 64% y Buena en 8 días equivalente al 32%; el contaminante responsable de la categoría Moderada fue el material particulado menor de 10 micrones (PM10) exceptuando un día que dio por Ozono de 8 horas.

En La Estrella estuvo en categoría Moderada en el 16% de los días del periodo monitoreado y Buena en el 84%; el contaminante responsable de la categoría Moderada y Buena fue el material particulado menor de 10 micrones (PM10).

En Itagüí estuvo en categoría Moderada en el 71% de los días del periodo monitoreado y Buena en el 29%; el contaminante responsable de la categoría Moderada, el contaminante responsable de la categoría Moderada y Buena fue el material particulado menor de 10 micrones (PM-10).

En Unal estuvo en categoría No Saludable para Grupos Sensibles en un día por PM10 de equivalente al 7% de los días del periodo monitoreado, Moderada en el 72% de los días del periodo monitoreado (7 días por PM10 y 3 por PM2.5) y Buena en el 21%; el contaminante responsable de la categoría Moderada y Buena fue el material particulado menor de 10 micrones (PM10) y el menor de 2.5 micrones a partir del momento en que se empezó a monitorear.

- **Hidrocarburos Totales en la Estación Automática Móvil.**

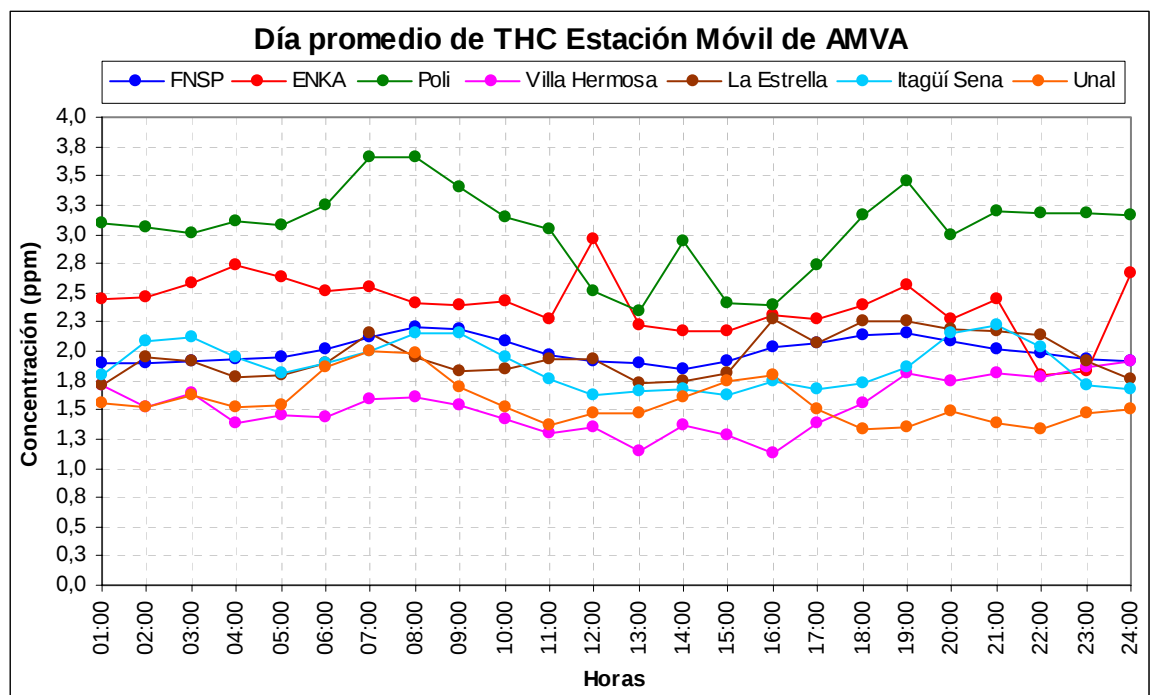
En la tabla 25 se presenta el resumen de los resultados de las concentraciones obtenidas de Hidrocarburos Totales horarias.

Las mayores concentraciones de THC se obtuvieron en el Poli luego en Girardota (Enka) como se observa en la gráfica 135, además concentración promedio del periodo fue 3,05 ppm y 2,40ppm respectivamente.

Tabla 25. Concentración de THC de dic-06 a nov-07 en la Estación Móvil

THC (ppm)	FNSP	Girardota ENKA	Poli	Villa Hermosa	La Estrella	Itagüí Sena	Unal
Promedio	2,00	2,40	3,05	1,53	1,96	1,88	1,57
Desviación estándar	0,52	0,59	0,78	0,88	1,08	0,73	0,73
Valor máximo 1hora	7,81	5,11	4,90	4,80	9,80	4,20	4,50
Valor mínimo 1hora	0,85	0,45	0,10	0,10	0,10	0,20	0,20
Cantidad Datos 1 hora	2887	72	137	567	675	551	324

Gráfica 135. Día promedio de THC en cada punto de muestreo



6.1.2 Variables meteorológicas en la Estación Automática Móvil. En la gráfica 136 se presentan las rosas de vientos con la información suministrada por la Estación meteorológica de la Estación Móvil.

En UdeA la dirección predominante de los vientos es N (Norte) en un 11,97% con velocidades menores a 2,5 m/s, en un 20,27% con velocidades entre 2,5 a 5m/s y la dirección. NE (Noreste) en un 30,57% con velocidades menores de 2,5 m/s, en un 6,54% con velocidades entre 2,5 a 5 m/seg. El 70,78% de los datos de la velocidad del viento se encuentra en el rango de 0 y 2,5m/seg.

En Poli las direcciones predominantes de los vientos fueron S (Sur) en un 22,83% con velocidades menores a 2,5 m/s y la dirección NE (Noreste) en un 18,75% con velocidades menores de 2,5 m/s, en un 0,27% con velocidades entre 2,5 a 5 m/seg. El 98,11% de los datos de la velocidad del viento se encuentra en el rango de 0 y 2,5m/seg.

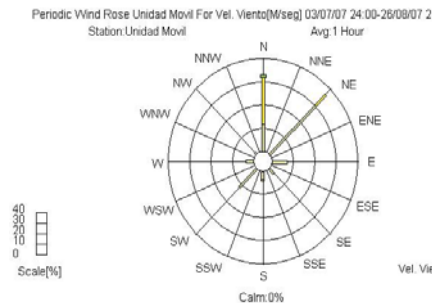
En Villa Hermosa las direcciones predominantes de los vientos fueron N (Norte) 17,64% de los cuales 15,34% fueron con velocidades menores de 2,5 m/s y 2,29% con velocidades entre 2,5 a 5 m/s; La dirección NW (Noroeste) 16,93% de los cuales 14,81% con velocidades menores a 2,5 m/s y 2,12% con velocidades entre 2,5 a 5 m/seg. El 89,58% de los datos de la velocidad del viento se encuentra en el rango de 0 y 2,5m/s y 10,41% con velocidades entre 2,5 a 5 m/seg.

En La estrella las direcciones predominantes de los vientos fueron W (Oeste) 18,78% de los cuales 18,27% fueron velocidades menores de 2,5 m/s y 0,5% con velocidades entre 2,5 a 5 m/s; La dirección SW (Noroeste) 16,45% de los cuales 14,52% con velocidades menores a 2,5 m/s y 1,91% con velocidades entre 2,5 a 5 m/seg. El 90,81% de los datos de la velocidad del viento se encuentra en el rango de 0 y 2,5m/s, el 8,67% con velocidades entre 2,5 a 5 m/s y el 0,5% con velocidades entre 5 a 7,5 m/seg.

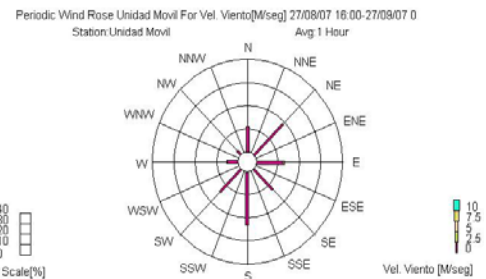
En Itagüí las direcciones predominantes de los vientos fueron NE (Noreste) 31,55% de los cuales 31,38% fueron velocidades menores de 2,5 m/s y 0,17% con velocidades entre 2,5 a 5 m/s; La dirección SW (Noroeste) 21,90% de los cuales 20,17% con velocidades menores a 2,5 m/s y 1,72% con velocidades entre 2,5 a 5 m/seg. El 96,89% de los datos de la velocidad del viento se encuentra en el rango de 0 y 2,5m/s y el 3,1% con velocidades entre 2,5 a 5 m/seg.

En Unal las direcciones predominantes de los vientos fueron N (Norte) 31,45% de los cuales 16,91% fueron velocidades menores de 2,5 m/s y 14,54% con velocidades entre 2,5 a 5 m/s; La dirección NE (Noreste) 22,26% de los cuales 20,77% con velocidades menores a 2,5 m/s y 1,48% con velocidades entre 2,5 a 5 m/seg. El 83,98% de los datos de la velocidad del viento se encuentra en el rango de 0 y 2,5m/s y el 16,02% con velocidades entre 2,5 a 5 m/seg.

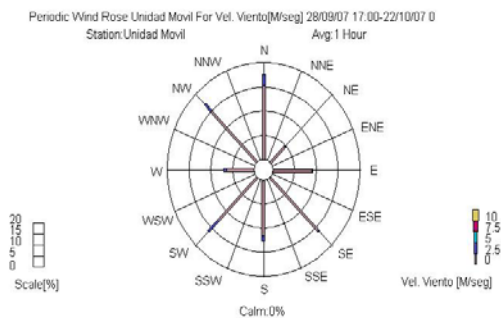
Gráfica 136. Rosa de viento en cada punto



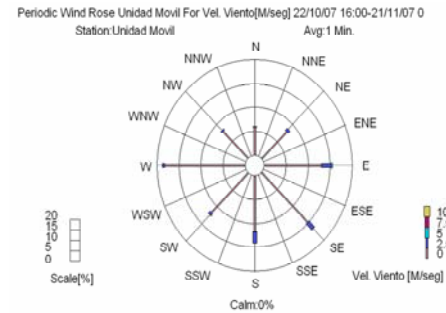
Universidad de Antioquia (cerca de la
portería de la Regional)



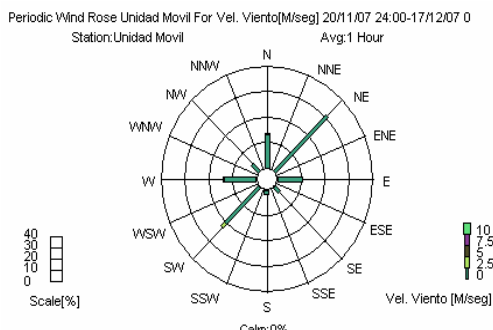
Politécnico Colombiano Jaime Isaza
Cadavid (cerca de las Vegas)



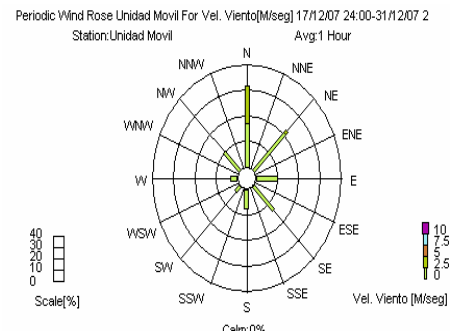
Villa Hermosa Tanques de Agua de EPM



La Estrella Centro Administrativo
Municipal (CAM)



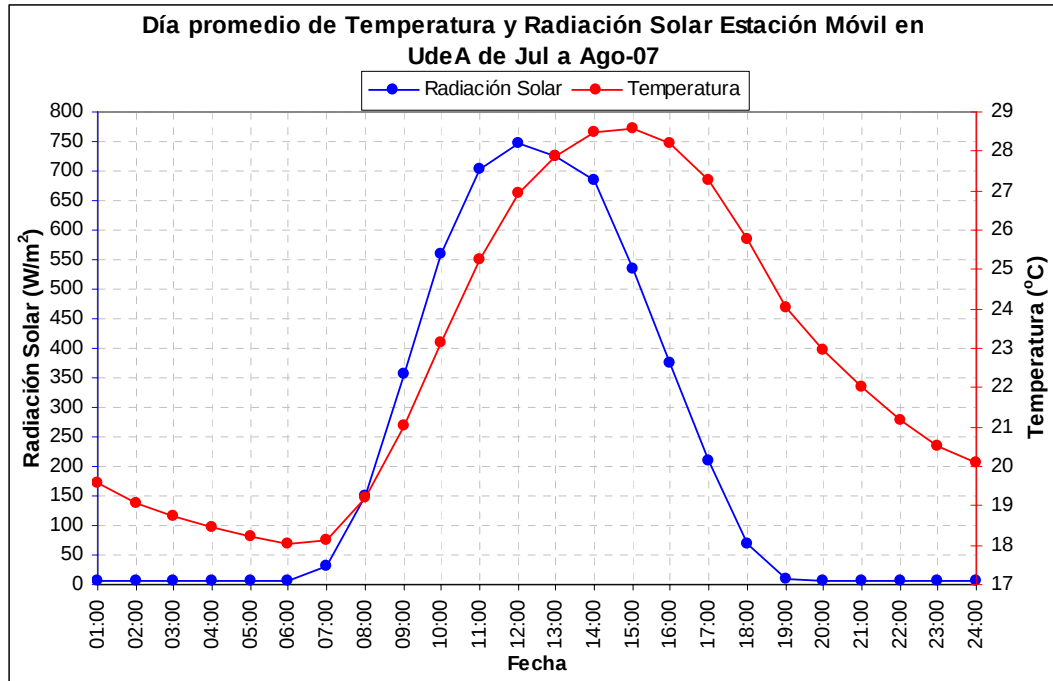
Itagüí en el SENA de Calatrava



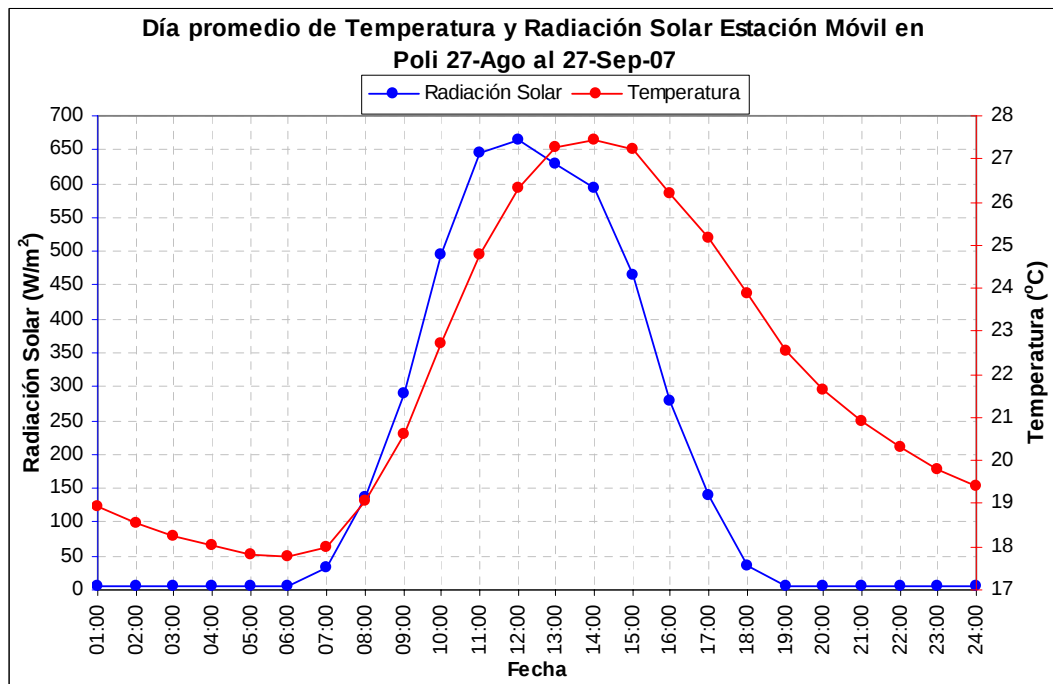
Facultad de Minas de la Universidad
Nacional (Robledo)

- **Comparación de temperatura con radiación solar.** En las gráficas 137 a la 142 se muestra el comportamiento de un día promedio de temperatura del aire y radiación solar, se puede apreciar que primero se presenta el pico de radiación solar y luego la temperatura como consecuencia del calentamiento subsiguiente y el retardo de la atmósfera.

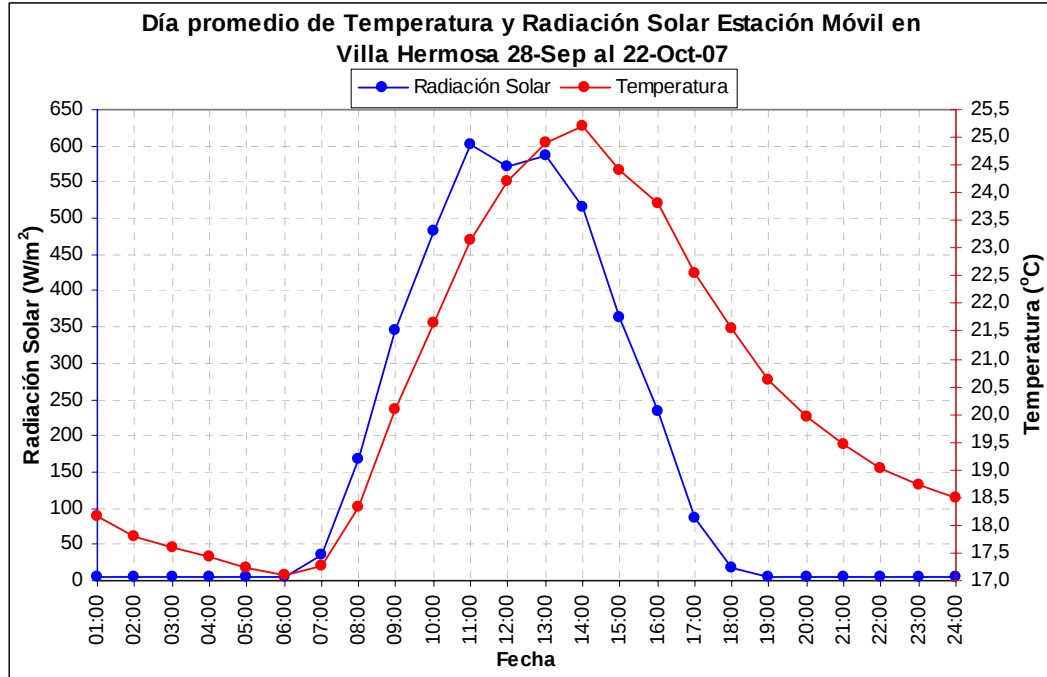
Gráfica 137. Día promedio de temperatura con radiación solar en UdeA



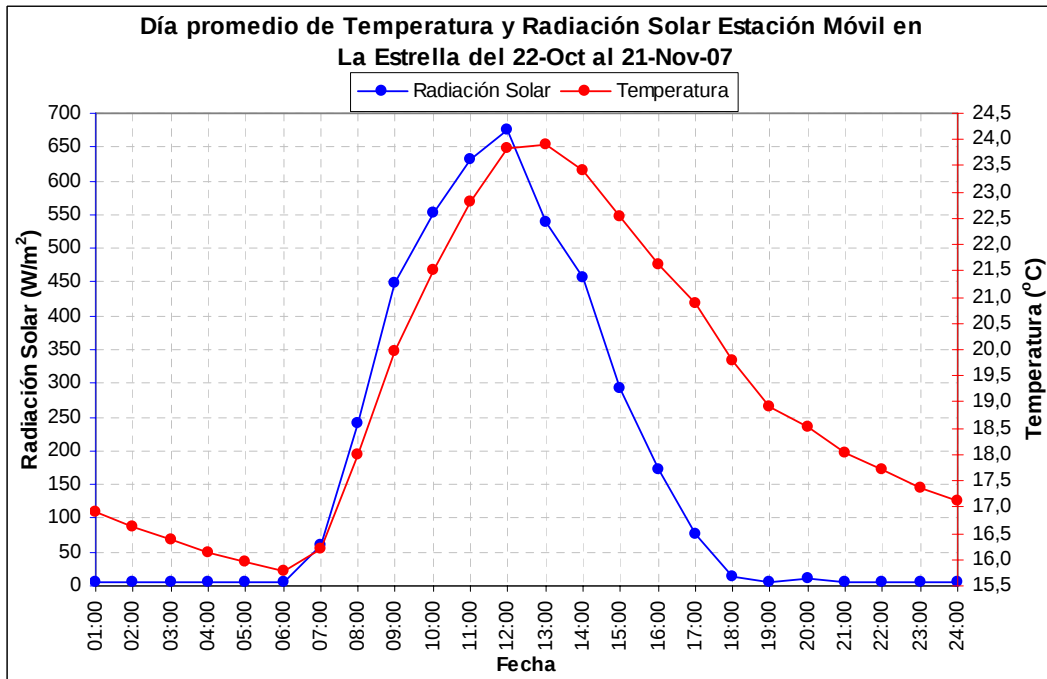
Gráfica 138. Día promedio de temperatura con radiación solar en Poli



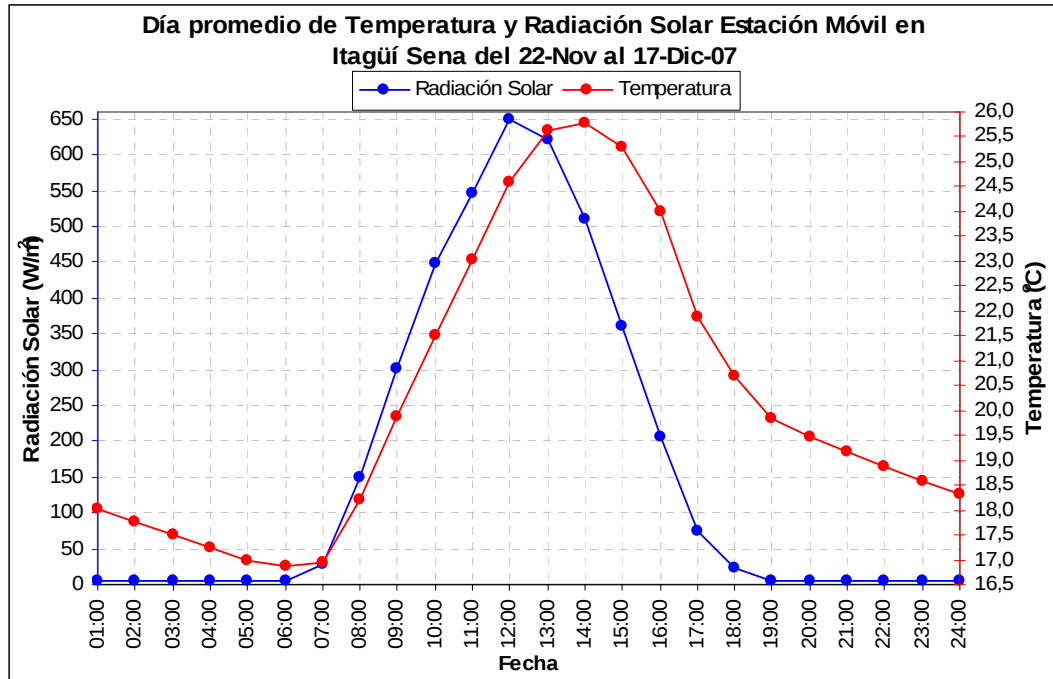
Gráfica 139. Día promedio de temperatura con radiación solar en Villa Hermosa



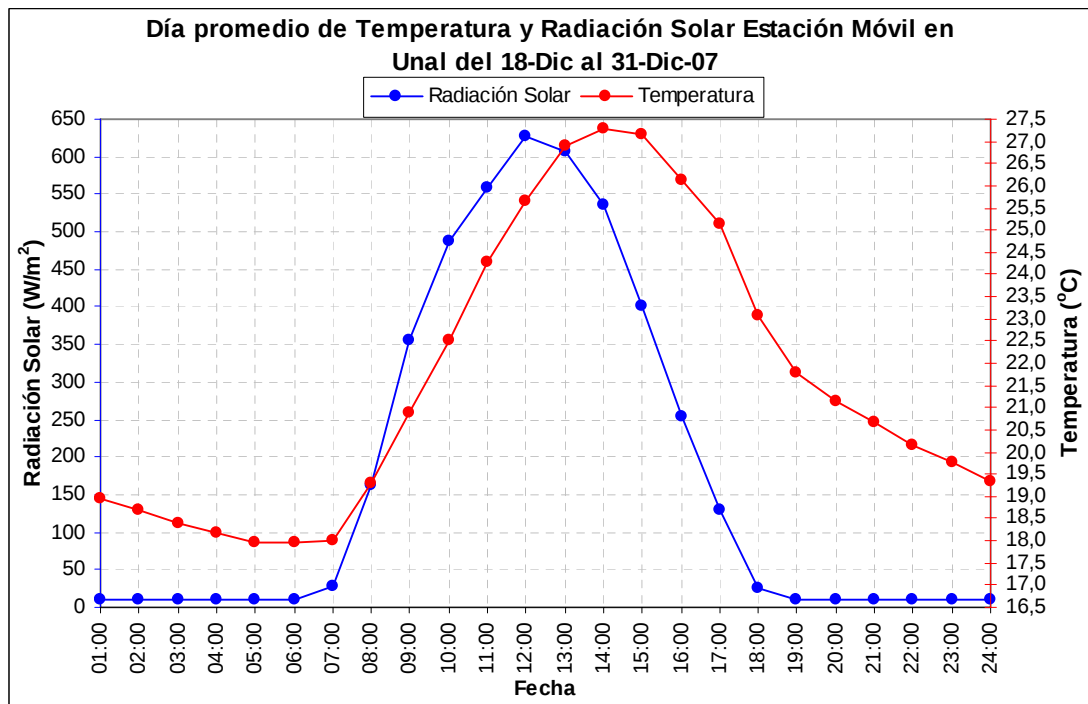
Gráfica 140. Día promedio de temperatura con radiación solar en La Estrella



Gráfica 141. Día promedio de temperatura con radiación solar en Itagüí

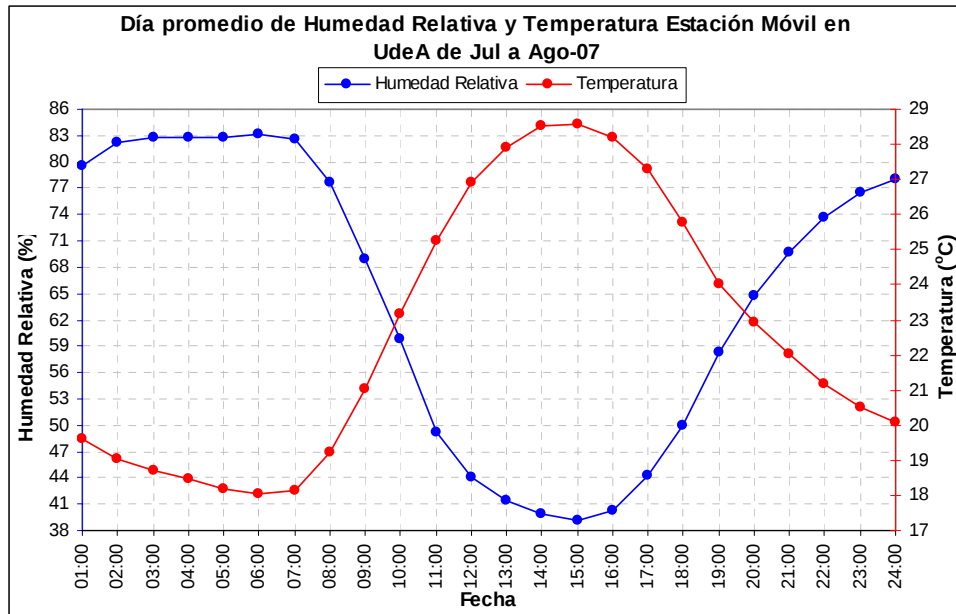


Gráfica 142. Día promedio de temperatura con radiación solar en Unal

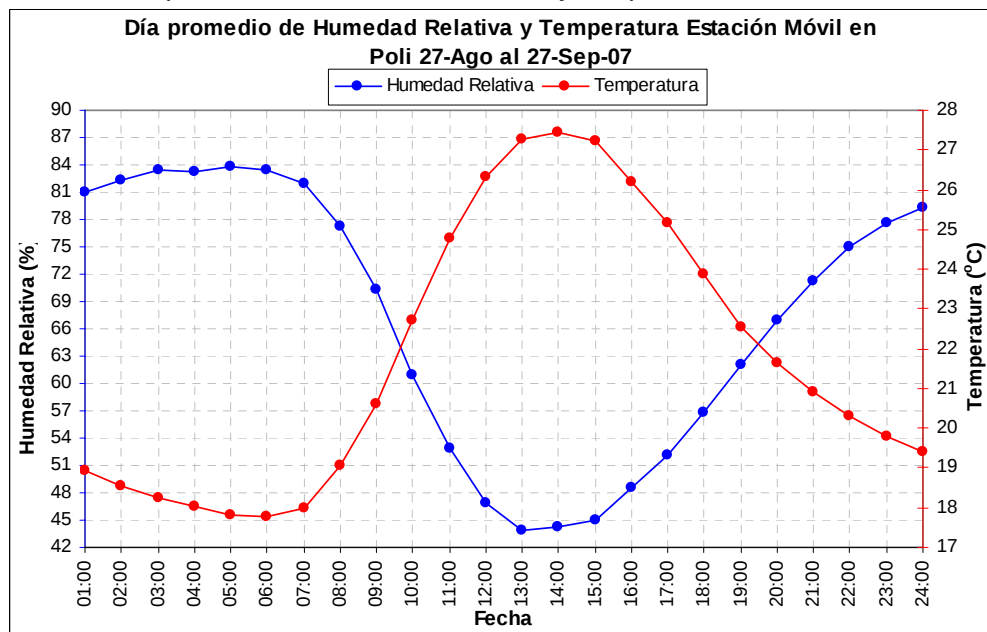


- **Comparación de humedad relativa y temperatura.** En las gráficas 143 a la 148 se muestra el comportamiento de un día promedio de humedad relativa y temperatura, se puede apreciar que son inversos al medio día cuando está la mayor temperatura, se presenta la menor humedad relativa en las horas de la noche y la madrugada. La humedad relativa se incrementa a medida que disminuye la temperatura.

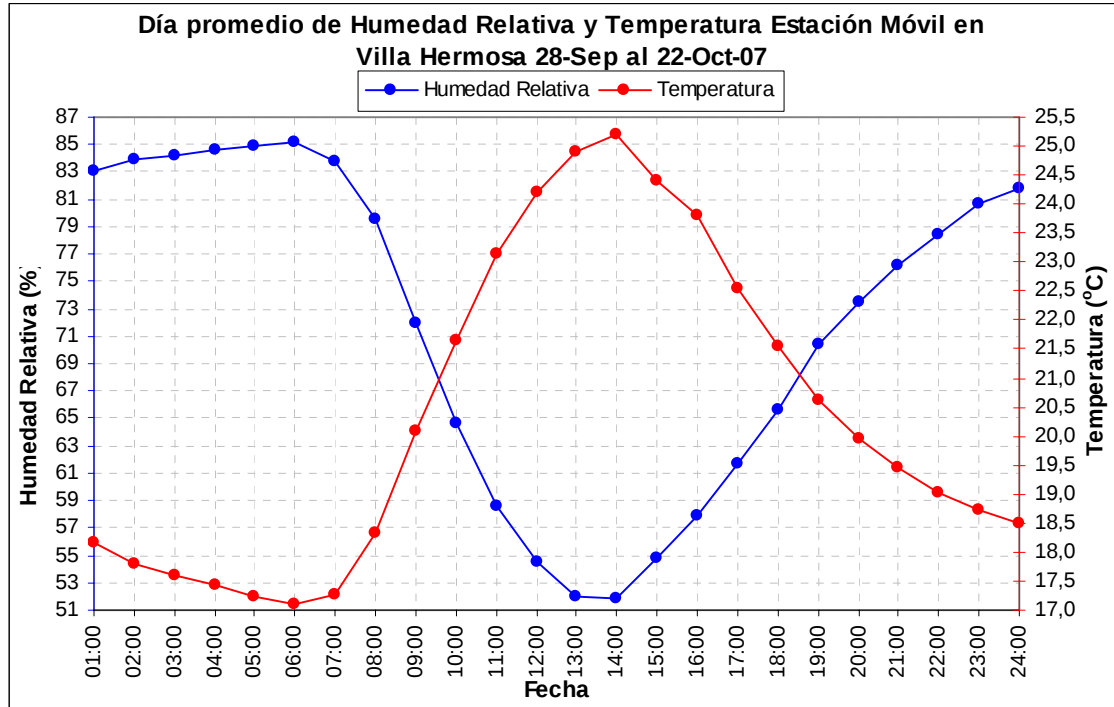
Gráfica 143. Día promedio de humedad relativa y temperatura en UdeA



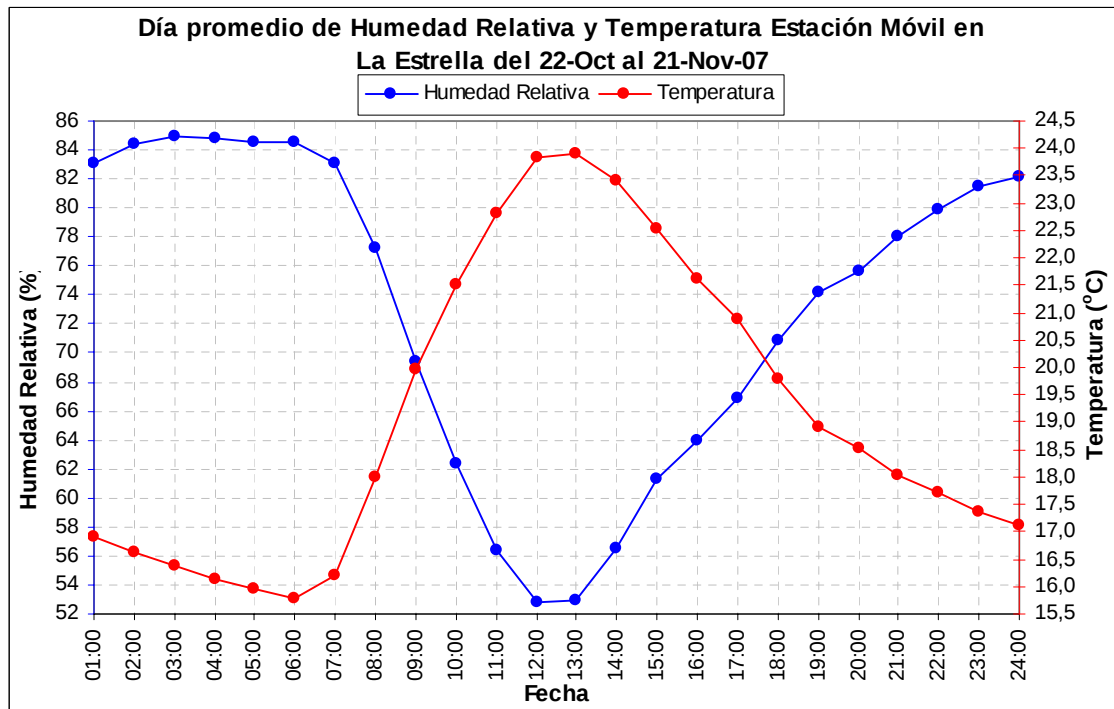
Gráfica 144. Día promedio de humedad relativa y temperatura en Poli



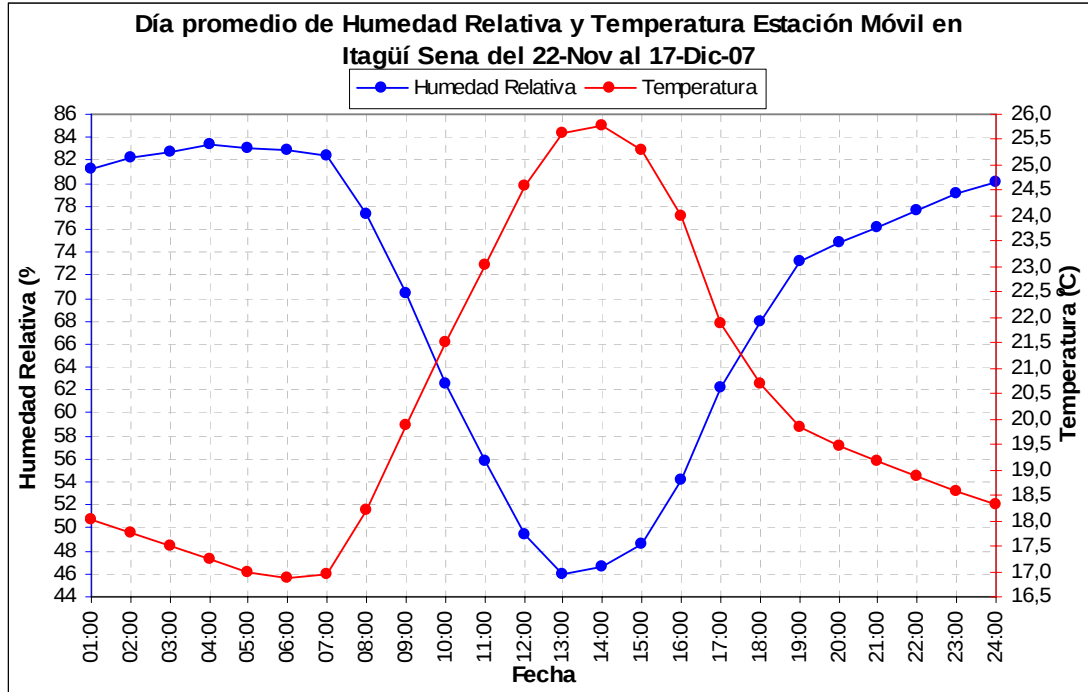
Gráfica 145. Día promedio de humedad relativa y temperatura en Villa Hermosa



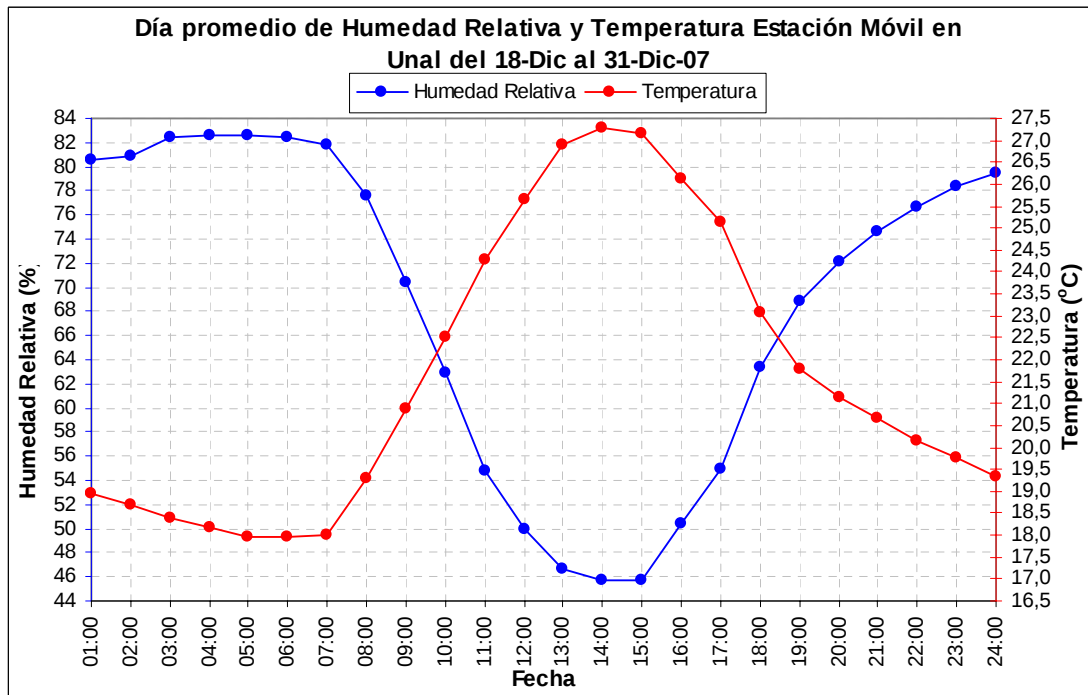
Gráfica 146. Día promedio de humedad relativa y temperatura en La Estrella



Gráfica 147. Día promedio de humedad relativa y temperatura en Itagüí

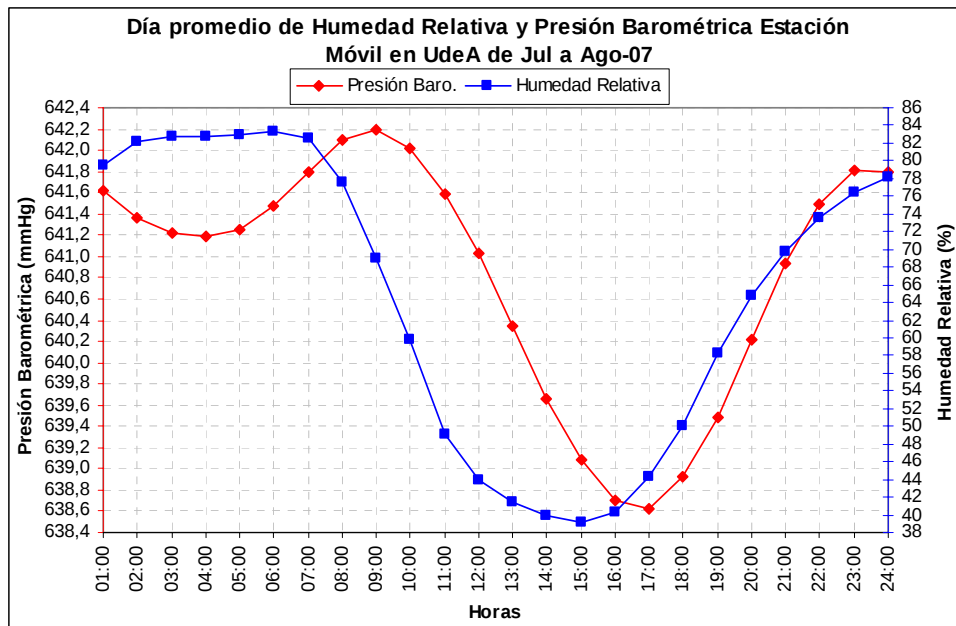


Gráfica 148. Día promedio de humedad relativa y temperatura en Unal

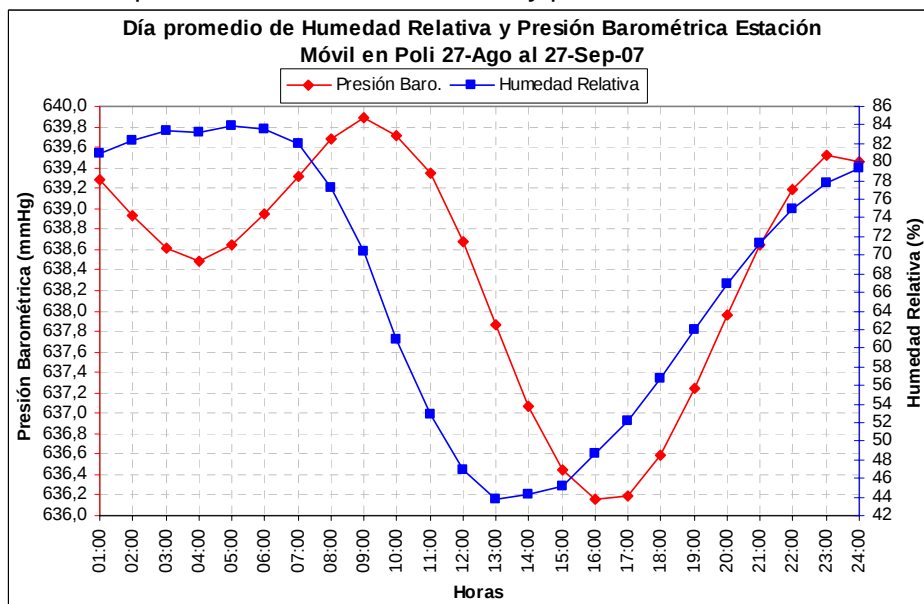


- **Comparación de humedad relativa y presión barométrica.** En las gráficas 149 a la 154 se muestra el comportamiento de un día promedio de humedad relativa y presión barométrica, se observa que hay un descenso de la presión barométrica en las horas de la madrugada que es cuando se presenta la mayor humedad relativa y en la mañana comienza a descender la humedad relativa y poco después la presión barométrica.

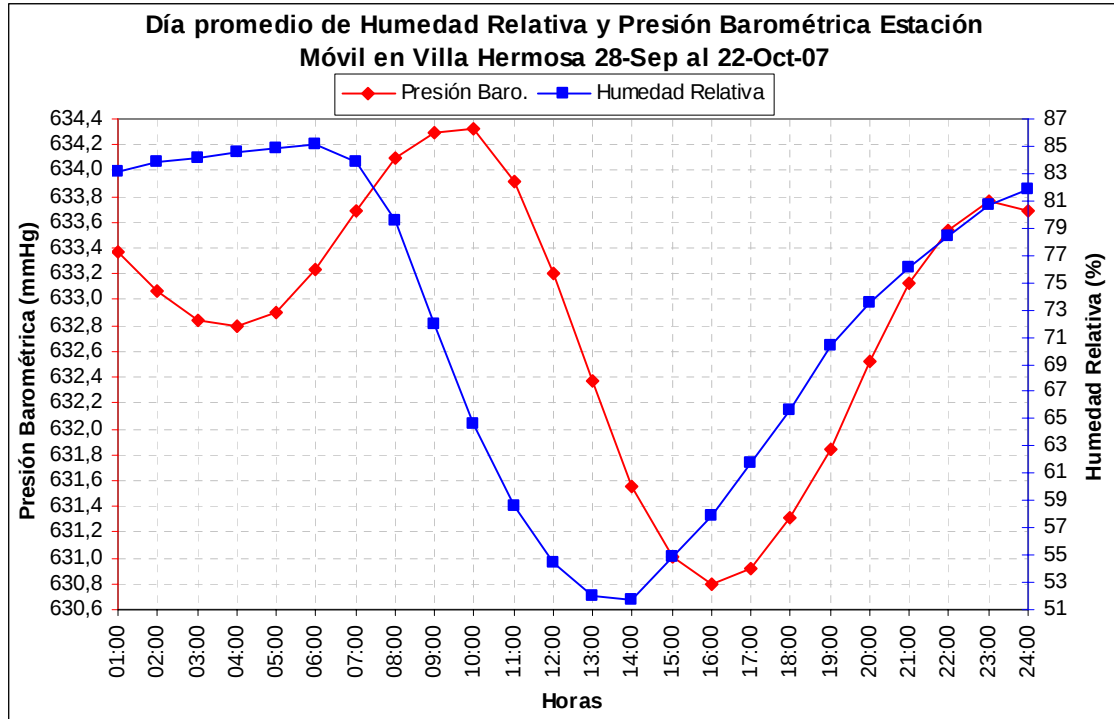
Gráfica 149. Día promedio de humedad relativa y presión barométrica en UdeA



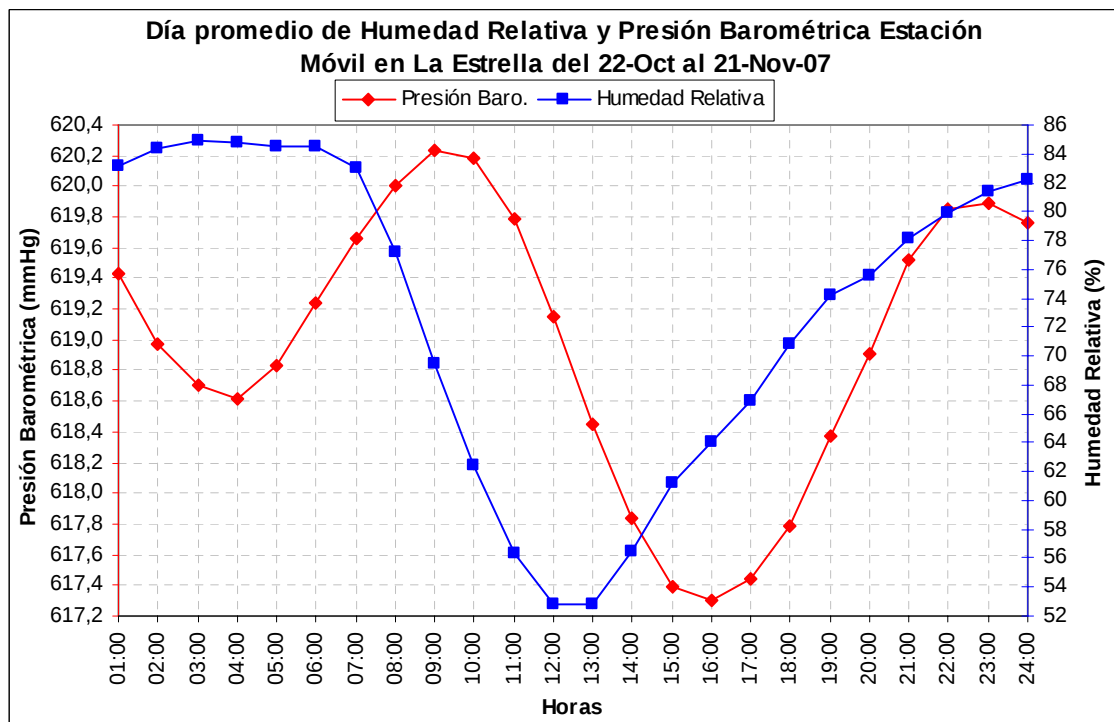
Gráfica 150. Día promedio de humedad relativa y presión barométrica en Poli



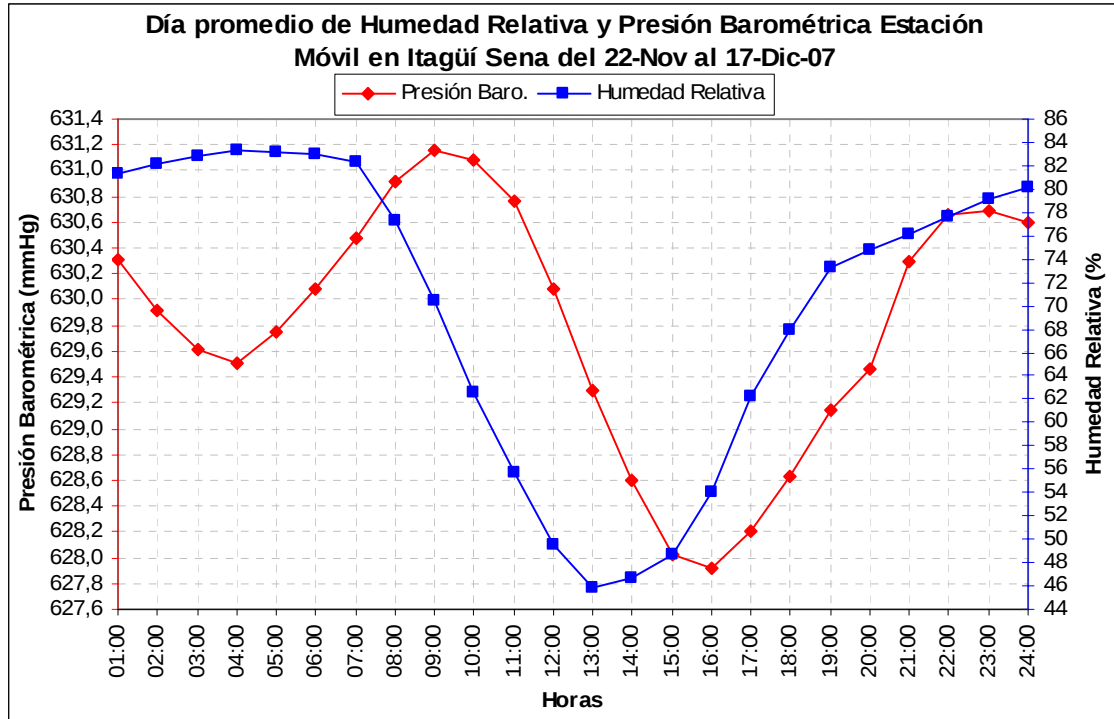
Gráfica 151. Día promedio de humedad relativa y presión barométrica en Villa Hermosa



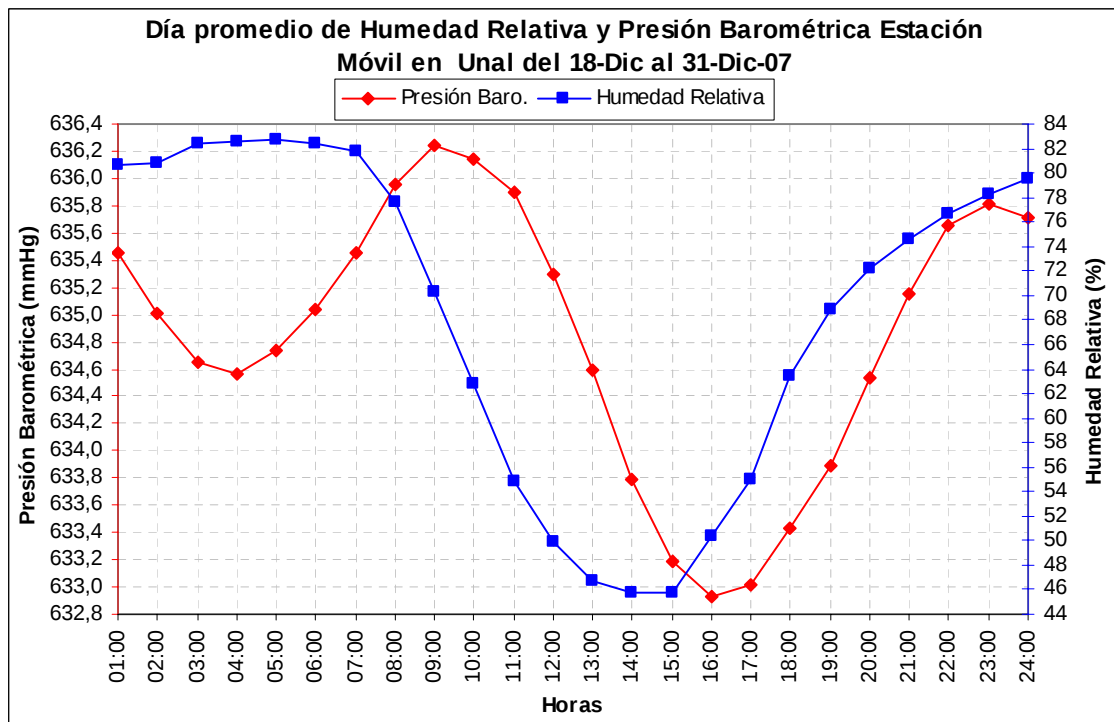
Gráfica 152. Día promedio de humedad relativa y presión barométrica en La Estrella



Gráfica 153. Día promedio de humedad relativa y presión barométrica en Itagüí

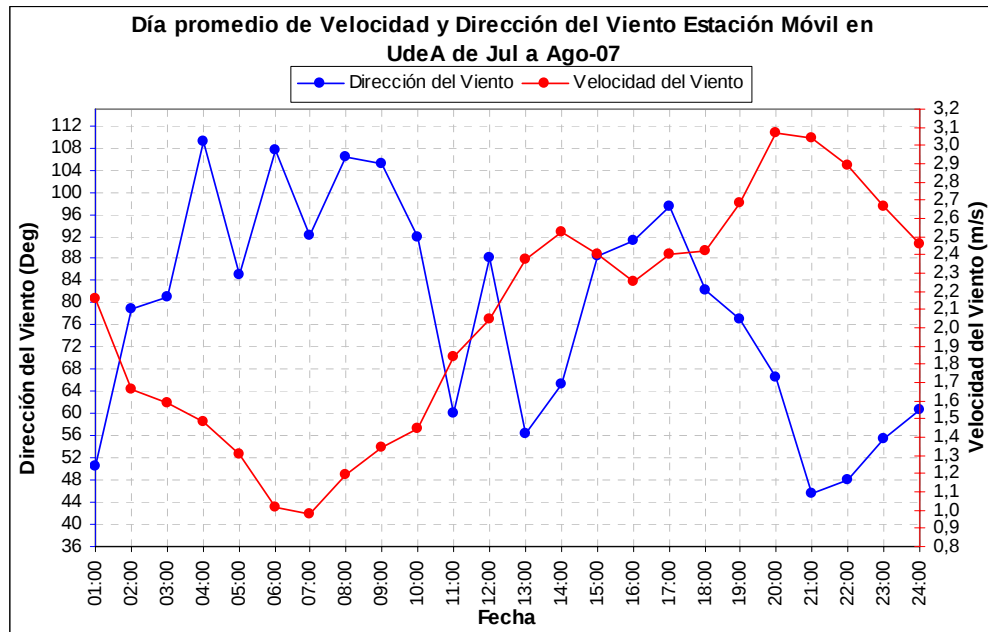


Gráfica 154. Día Promedio de humedad relativa y presión barométrica en Unal

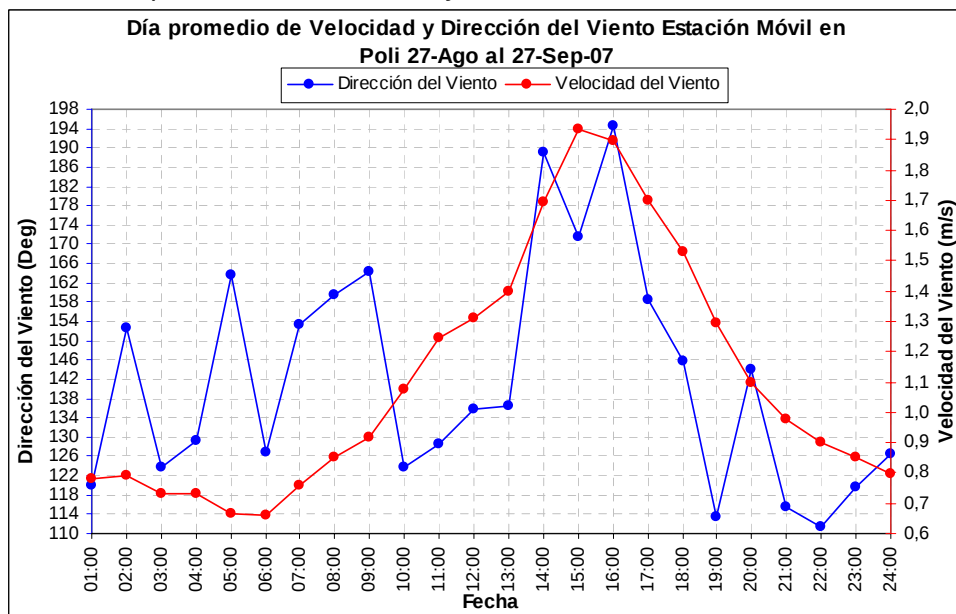


- **Comparación de velocidad y dirección del viento.** En las gráficas 155 a la 160 se presenta el comportamiento de un día promedio de la velocidad y la dirección del viento. Se aprecia que las velocidades menores se presentan en las horas de la noche y la madrugada, mientras que las mayores velocidades se presentan de las 10 a las 18 horas.

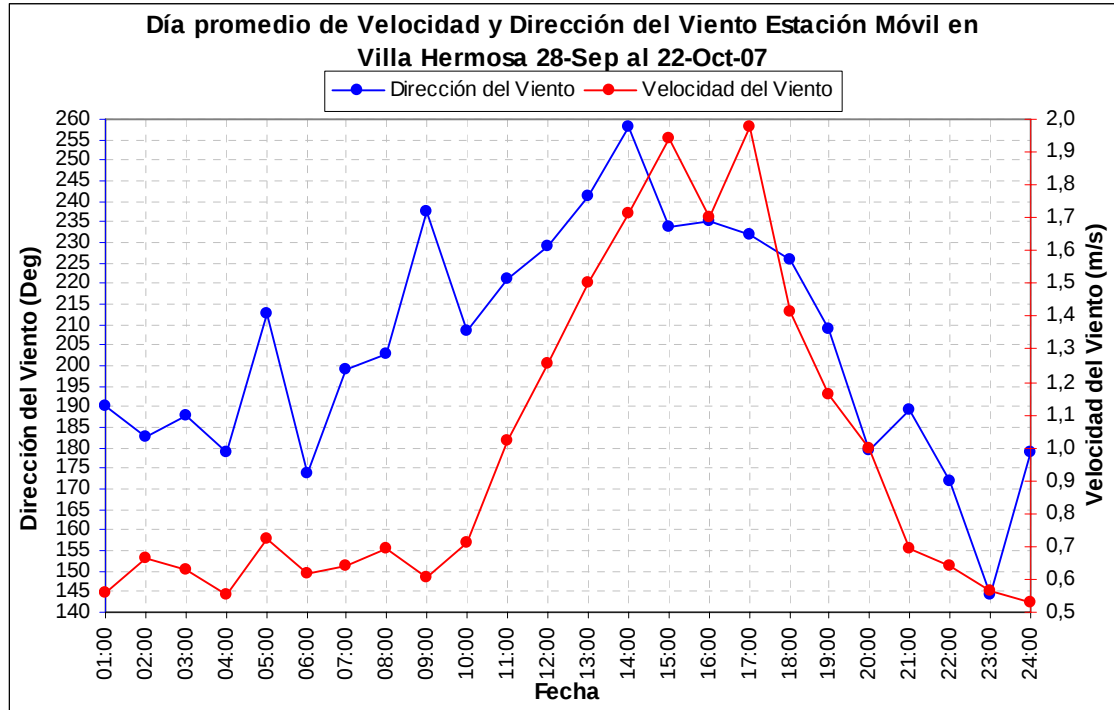
Gráfica 155. Día promedio de velocidad y dirección en UdeA



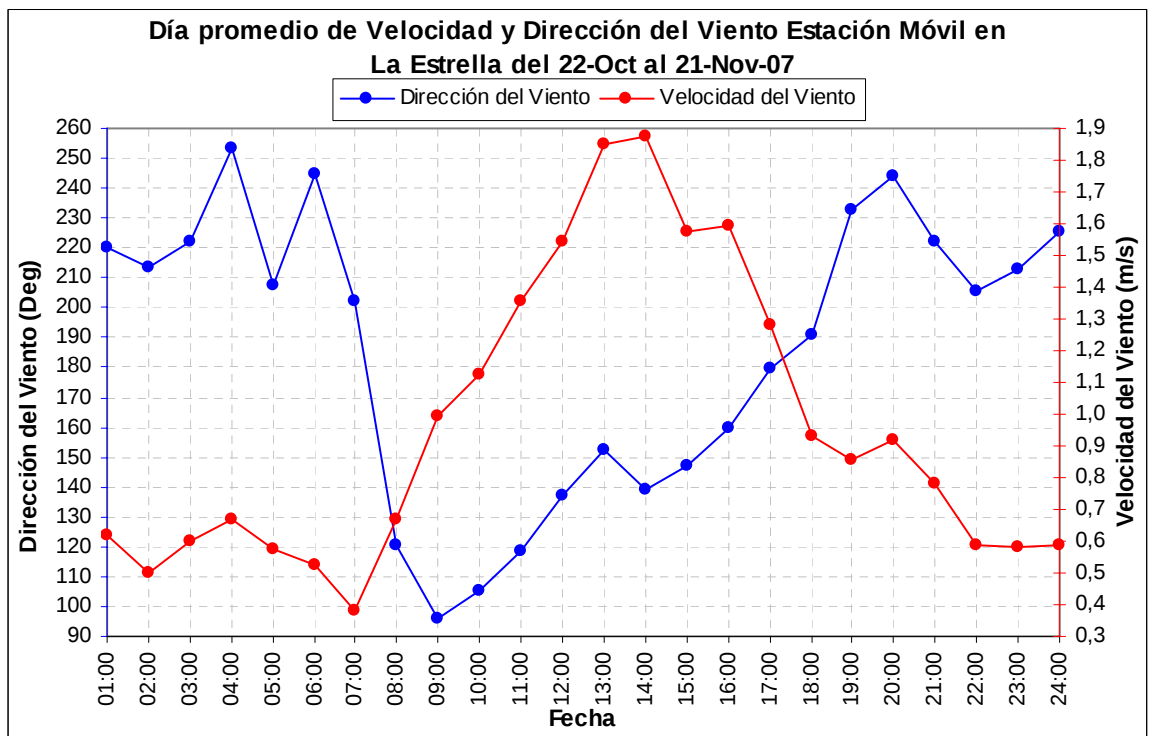
Gráfica 156. Día promedio de velocidad y dirección en Poli



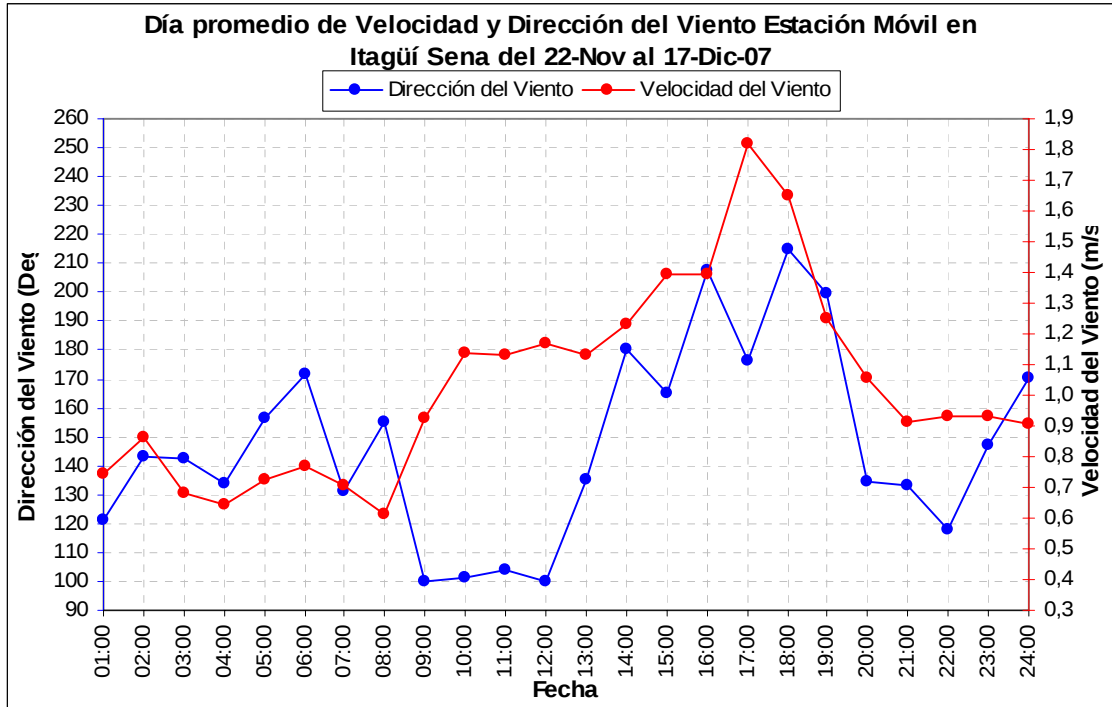
Gráfica 157. Día promedio de velocidad y dirección del viento en Villa Hermosa



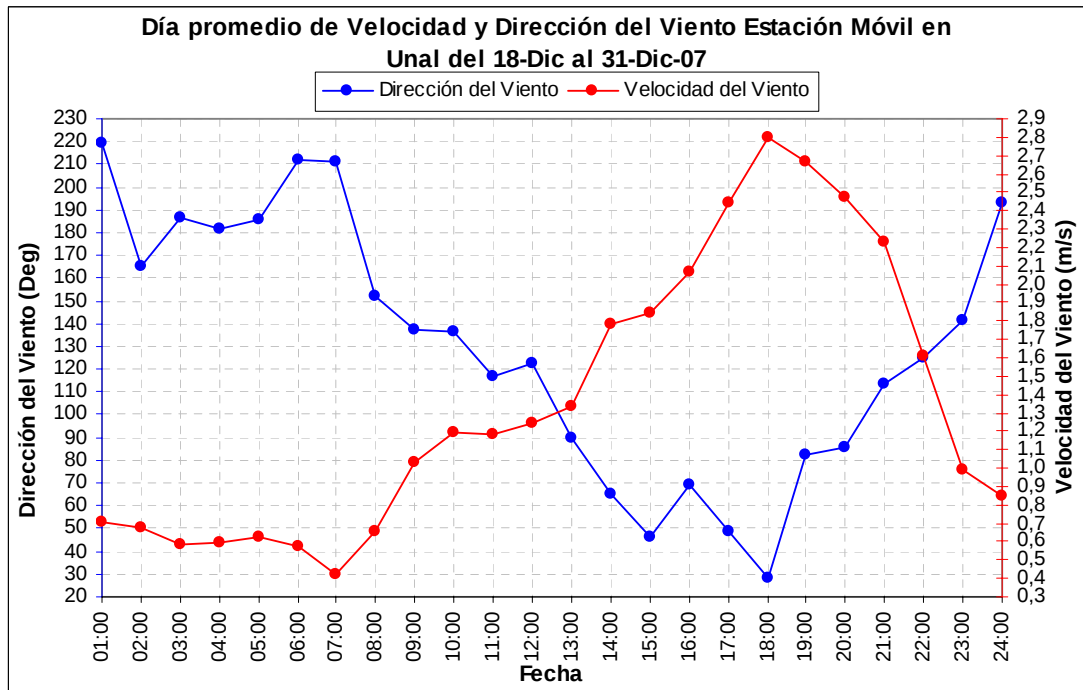
Gráfica 158. Día promedio de velocidad y dirección del viento en La Estrella



Gráfica 159. Día promedio de velocidad y dirección del viento en Itagüí



Gráfica 160. Día promedio de velocidad y dirección del viento en Unal



6.2 ESTACIÓN UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

La estación móvil perteneciente a la Universidad Pontificia Bolivariana dentro del desarrollo del Convenio 289 de 2006, monitoreo en seis sitios del Área Metropolitana que cubre los siguientes municipios Girardota, Medellín y Sabaneta.

En la tabla 26 se presenta los sitios donde estuvo ubicada la estación móvil automática de la Universidad Pontificia Bolivariana.

Tabla 26. Lugares donde estuvo ubicada la estación móvil automática de UPB

Lugar	Periodo
Aguacatala (urbanización Bosques de la Aguacatala)	24-ene-07 a 02-may-07
Municipio de Girardota (parqueadero: carrera 19 No 9 – 32)	09-may-07 al 12-jun-07
Escuela de Carabineros Carlos Holguín	19-jun-07 al 8-ago-07
Barrio Santa Monica	17-ago-07 al 28-ago-07
Robledo	25-sep-07 a 06-nov-07
Casa de la cultura “La Barquereña” (Sabaneta)	11-nov-07 al 04-dic-07

6.2.1 Análisis de datos de la Estación Automática Móvil de la Universidad Pontificia Bolivariana. El análisis de los datos de la estación móvil automática en sus distintas locaciones en el periodo de ejecución del convenio 289 de 2006, se detalla a continuación.

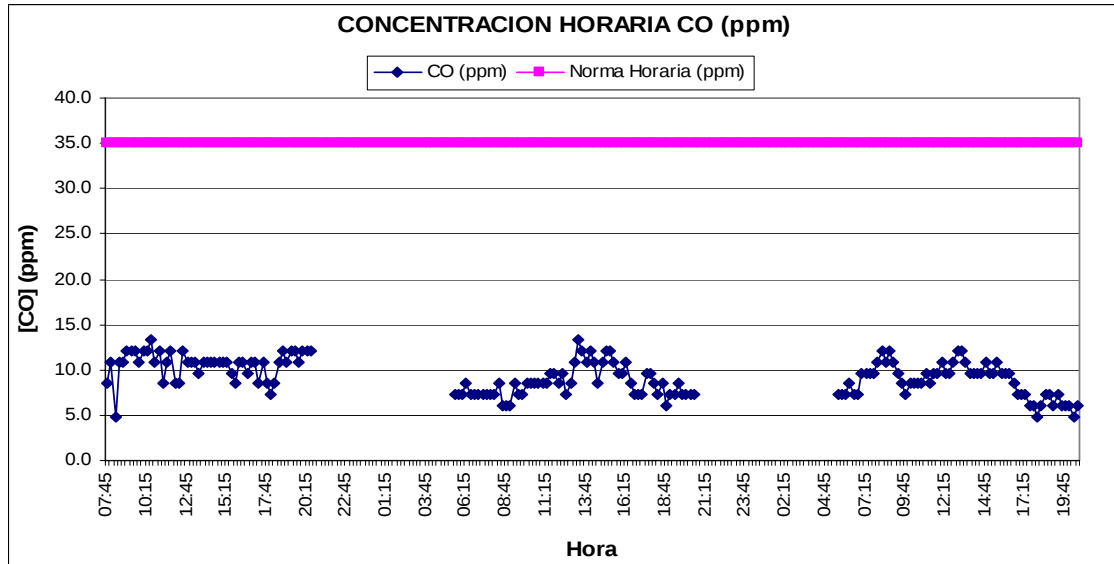
El periodo de medición es diferente en cada sitio de monitoreo, es decir no son simultáneos. Las gráficas se hacen en un solo bloque con el fin de observar las tendencias que presentan las concentraciones de los contaminantes.

- **Monóxido de Carbono en la estación automática móvil.**

Las concentraciones de monóxido de carbono en el sitio de la Aguacatala, se realizó con un equipo portátil automático debido a algunas dificultades técnicas presentadas para la medición de este contaminante con la estación automática.

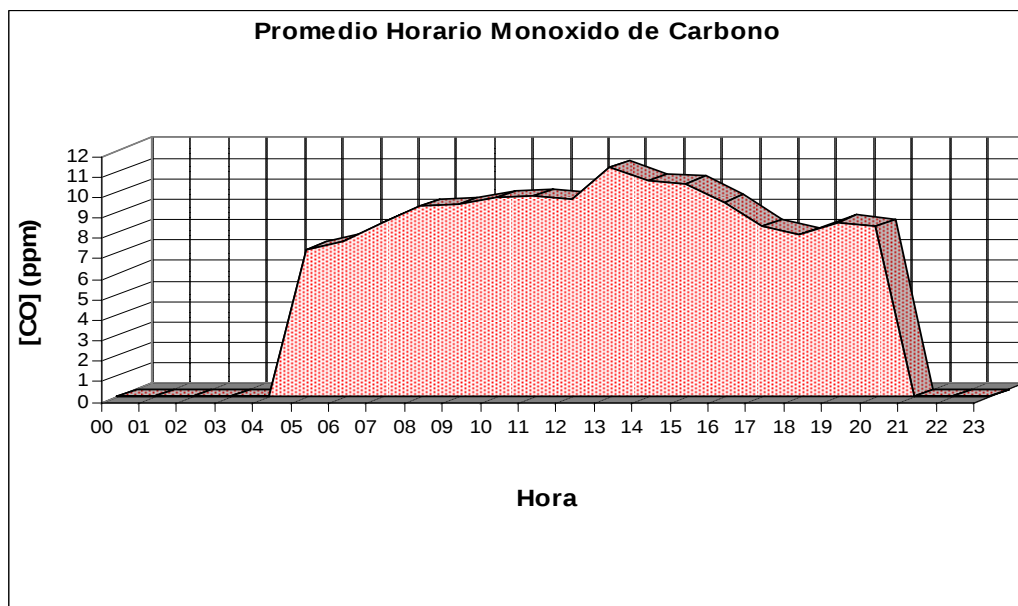
Las concentraciones horarias del Monóxido de Carbono mostrado en la gráfica 161, no superan el valor límite permisible de 35 ppm. Los máximos valores medidos se observan a las 10:30 horas y a la 13:15 horas de 13,1 ppm.

Gráfica 161. Variación horaria de la concentración del Monóxido de Carbono en Aguacatala



En la gráfica 162 se ilustran los promedios horarios del monoxido de carbono resaltando que las mayores concentraciones se dan entre las 11:00 horas y las 15:00 horas alcanzando su valor maximo de 11.2 ppm a la 13:00 horas.

Gráfica 162. Variación horaria del promedio de la concentración del monóxido de carbono en Aguacatala



La tabla 27 y las gráficas 163 y 164, presentan un resumen de los resultados obtenidos de las mediciones para el monóxido de carbono en Girardota tanto horario como octohorario realizado con un equipo con sensor de lectura electroquímico, ya que el sensor de la estación automática se encontraba en el momento fuera de servicio por mantenimiento. Las mediciones de este contaminante se efectuaron entre las 11:00 horas del 14 de agosto y las 13:00 horas del 15 de agosto.

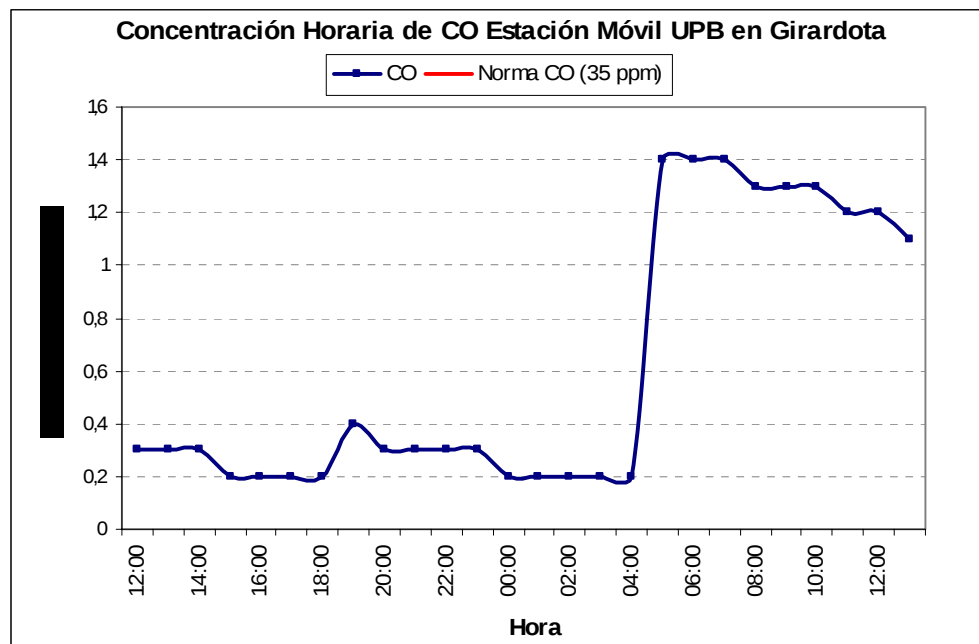
Las concentraciones no superaron en ninguna ocasión la norma colombiana (resolución 601 de 2006) tanto horaria (35 ppm) como octohoraria (8,8 ppm) durante el tiempo de monitoreo, el promedio aritmético obtenido fue de 0.61 ppm para una hora y 0.56 ppm para ocho horas respectivamente.

El valor máximo obtenido para una hora fue de 1,4 ppm y para ocho horas de 1,31 ppm.

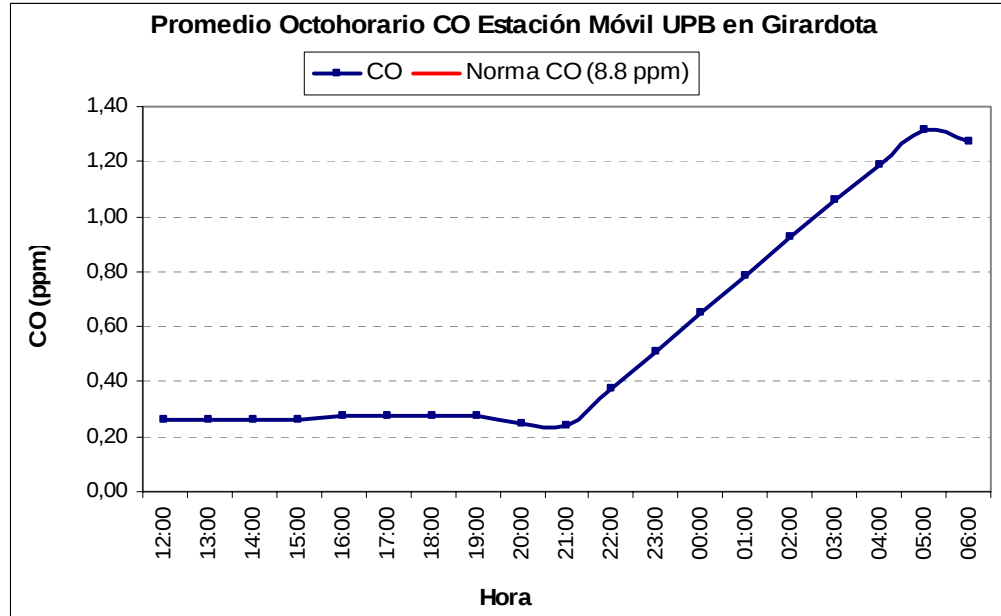
Tabla 27. Concentración de monóxido de carbono para 1 y 8 horas en Girardota

CO (ppm)	1 Hora	8 Horas
Número de datos	26.00	19.00
Máximo	1.40	1.31
Mínimo	0.20	0.24
Desviación Estándar	0.51	0.40
Promedio Aritmético	0.61	0.56
Número de veces que supera la norma	0.00	0.00

Gráfica 163. Variación de la Concentración Horaria de CO en Girardota



Gráfica 164. Variación del promedio Octohorario de CO en Girardota



La tabla 28 y las gráficas 165 y 166, presentan un resumen de los resultados obtenidos de las mediciones para el monóxido de carbono tanto horario como octohorario realizado con un equipo con sensor de lectura electroquímico, ya que el medidor automático de la estación se encontraba en el momento fuera de servicio por mantenimiento. Las mediciones de este contaminante se efectuaron entre las 10:00 horas del 13 de julio y las 22:00 horas del 3 de agosto en el sitio de la Escuela de Carabineros Carlos Holguín.

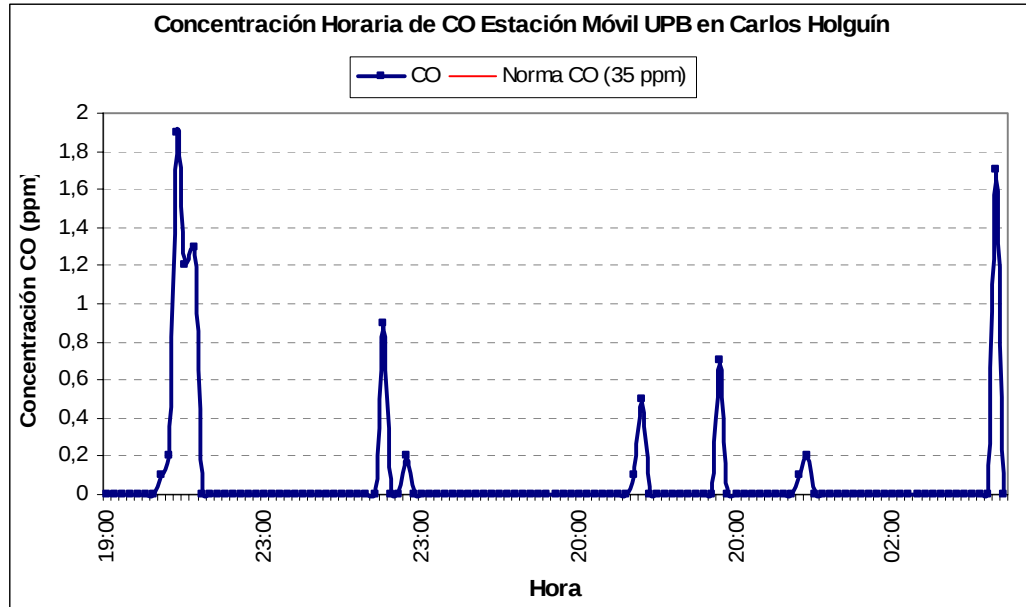
Las concentraciones no superaron en ninguna ocasión la norma colombiana (resolución 601 de 2006) tanto horaria (35 ppm) como octohoraria (8,8 ppm) durante el tiempo de monitoreo, el promedio aritmético obtenido fue de 0.1 ppm para una hora y 0.14 ppm para ocho horas respectivamente.

El valor máximo obtenido para una hora fue de 3,8 ppm y para ocho horas de 1,06 ppm.

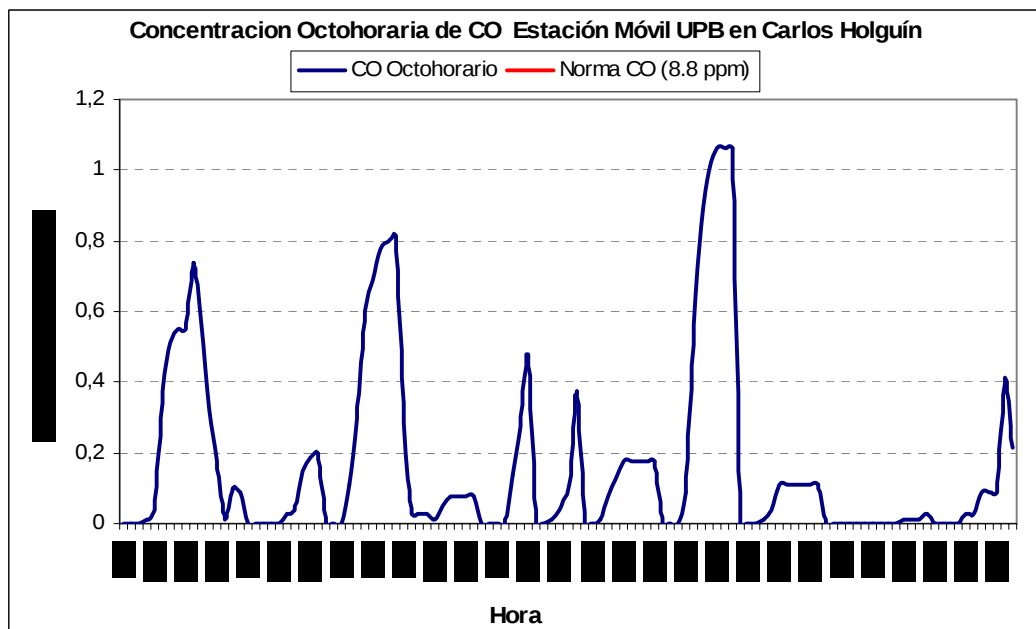
Tabla 28. Concentración de Monóxido de Carbono para 1 y 8 horas en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín

CO (ppm)	1 Hora	8 Horas
Número de datos	624	617
Máximo	3,8	1,06
Mínimo	0,0	0,0
Desviación Estándar	0,4	0,22
Promedio Aritmético	0,1	0,14
Número de veces que supera la norma	0,00	0,00

Gráfica 165. Variación de la concentración Horaria de CO en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín



Gráfica 166. Variación del Promedio Octohorario de CO en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín



La tabla 29 y las gráficas 167 y 168, presentan los resultados obtenidos de las mediciones para el monóxido de carbono tanto horario como octohorario. La medición de este contaminante se realizó entre el 25 de septiembre y el 06 de noviembre del 2007 en el barrio de Robledo.

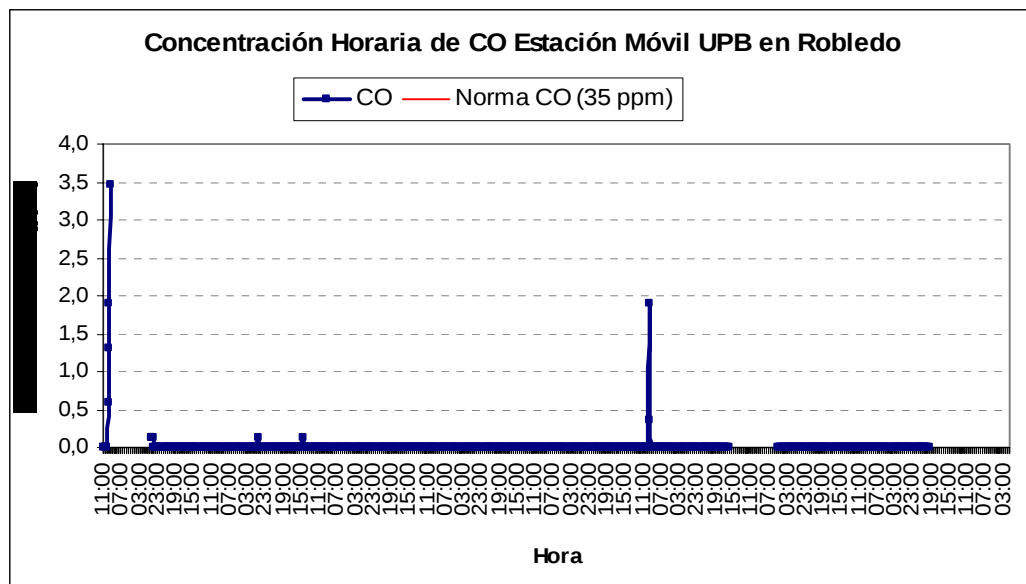
Las concentraciones no superaron en ninguna ocasión la normatividad vigente tanto para la concentración horaria (35 ppm) como la concentración octohoraria (8,8 ppm) durante el tiempo de muestreo, la concentración de 0 ppm fue la constante durante todo el monitoreo.

El valor máximo obtenido para una hora fue de 3,5 ppm y para ocho horas de 3,5 ppm.

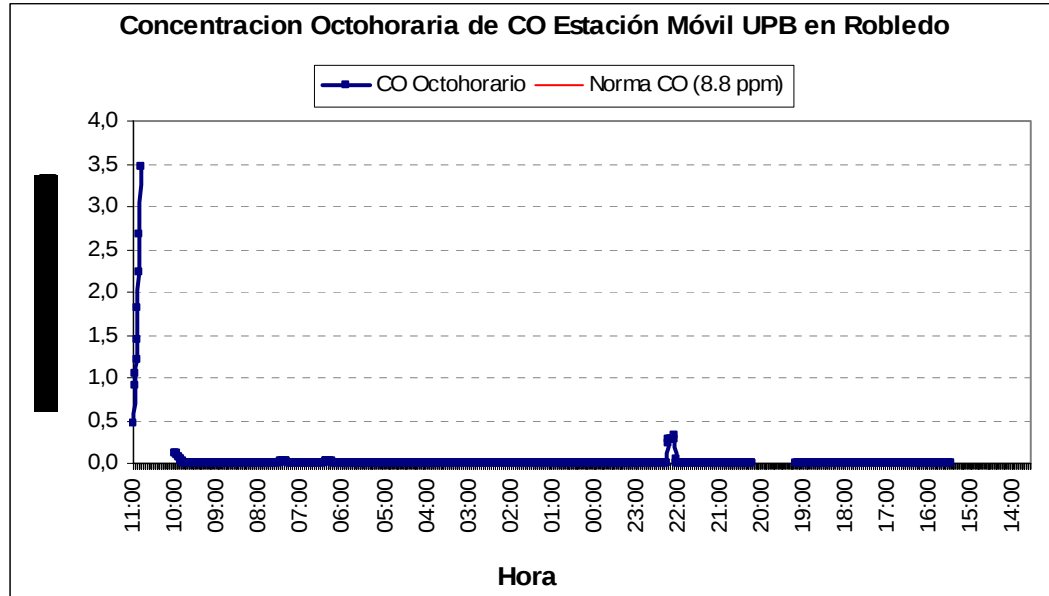
Tabla 29. Concentración de Monóxido de Carbono para 1 y 8 horas en el barrio Robledo

CO (ppm)	1 Hora	8 Horas
Número de datos	785	834
Máximo	3,5	3,5
Mínimo	0,0	0
Desviación Estándar	0,16	0,20
Promedio Aritmético	0,013	0,022
Número de veces que supera la norma	0,00	0,00

Gráfica 167. Variación de la Concentración Horaria de CO en el barrio Robledo



Gráfica 168. Variación del Promedio Octohorario de CO en el barrio Robledo



La tabla 30 y las gráficas 169 y 170, presentan los resultados obtenidos de las mediciones para el Monóxido de Carbono en el barrio Santa Monica.

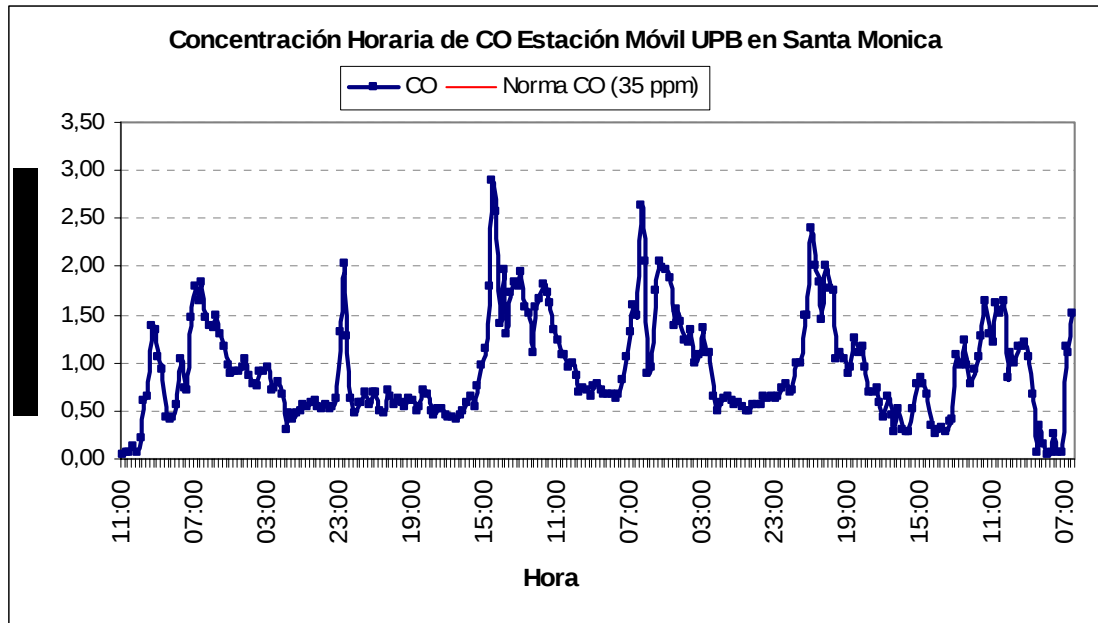
Las concentraciones no superaron en ninguna ocasión la norma colombiana en ninguno de sus apartados referentes al monóxido de carbono (Horario de 35 ppm y octohorario de 8,8 ppm) durante el tiempo de monitoreo, el promedio aritmético obtenido fue de 0,9 ppm para ambos escenarios

El valor máximo obtenido para una hora fue de 2,98 ppm y para ocho horas de 1,9 ppm.

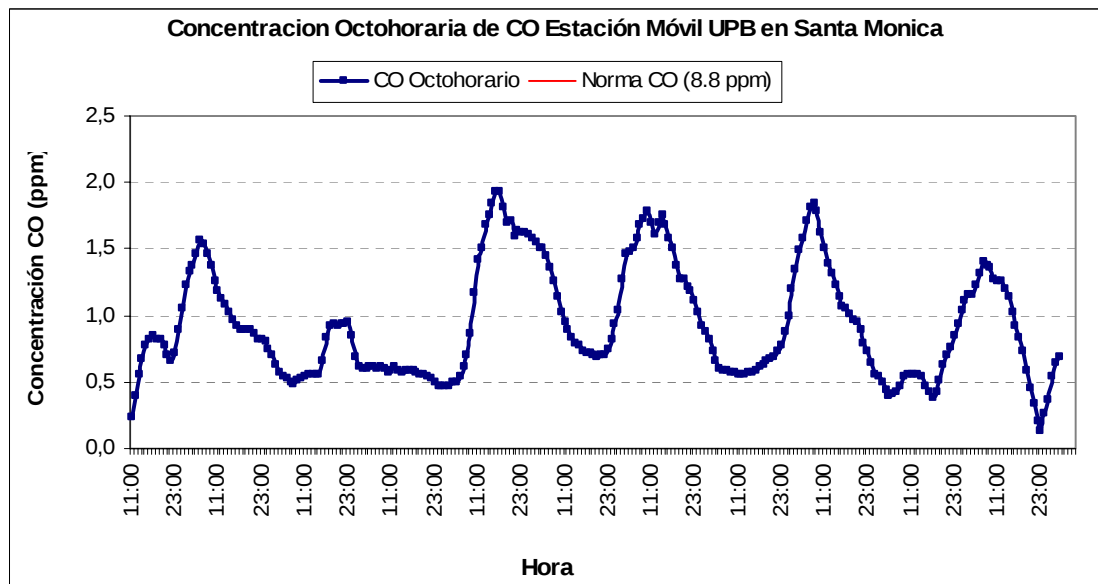
Tabla 30. Concentración de Monóxido de Carbono para 1 y 8 horas en el barrio Santa Monica

CO (ppm)	1 Hora	8 Horas
Número de datos	262	258
Máximo	2,9	1,9
Mínimo	0,1	0,1
Desviación Estándar	0,52	0,41
Promedio Aritmético	0,9	0,9
Número de veces que supera la norma	0,00	0,00

Gráfica 169. Variación de la Concentración Horaria de CO en el barrio Santa Monica



Gráfica 170. Variación del Promedio Octohorario de CO en el barrio Santa Monica



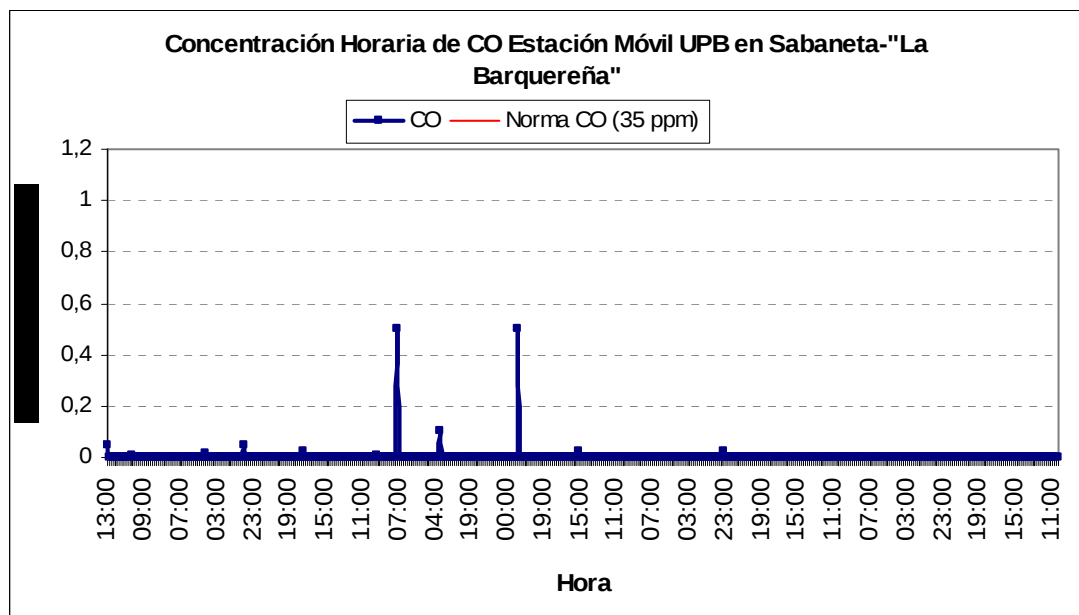
La tabla 31 y las gráficas 171 y 172, presentan un resumen de los resultados obtenidos de las mediciones para el Monóxido de Carbono tanto horario como octohorario en la Casa de la Cultura “La Barquereña”.

Las concentraciones no superaron en ninguna ocasión la norma colombiana (Resolución 601 de 2006) tanto horaria (35 ppm) como octohoraria (8,8 ppm) durante el tiempo de monitoreo, el promedio aritmético obtenido fue de 0.0 ppm para una hora y para ocho horas respectivamente.

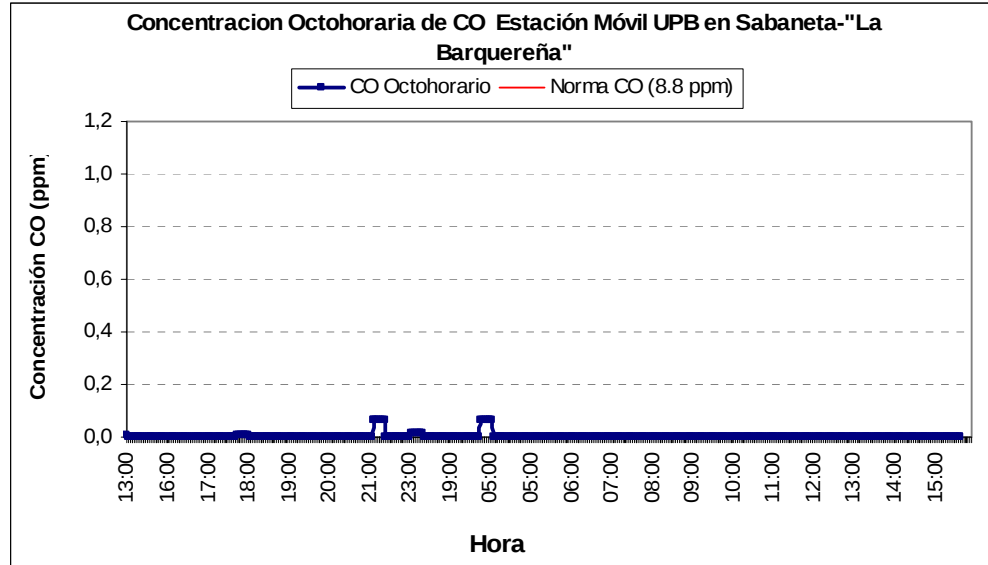
Tabla 31. Concentración de Monóxido de Carbono para 1 y 8 horas en la Casa de la Cultura “La Barquereña”

CO (ppm)	1 Hora	8 Horas
Número de datos	517	88
Máximo	0,5	0,1
Mínimo	0,0	0,0
Desviación Estándar	0,0031	0,01
Promedio Aritmético	0,0	0,0
Número de veces que supera la norma	0,00	0,00

Gráfica 171. Variación de la concentración Horaria de CO en la Casa de la Cultura “La Barquereña”



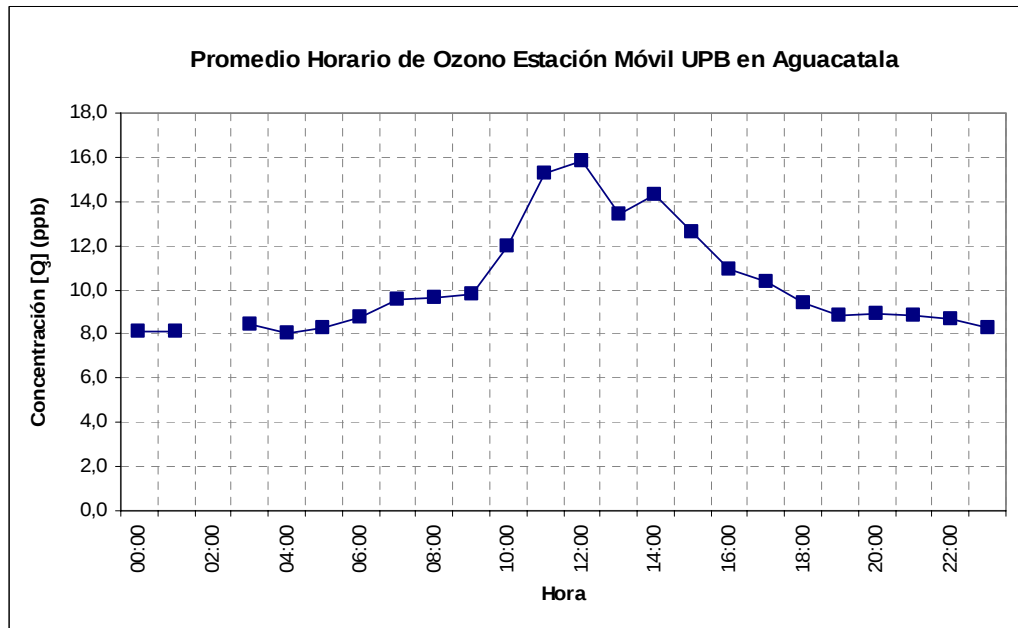
Gráfica 172. Variación del Promedio Octohorario de CO en la Casa de la Cultura “La Barquereña”



- **Ozono en la Estación Automática Móvil.**

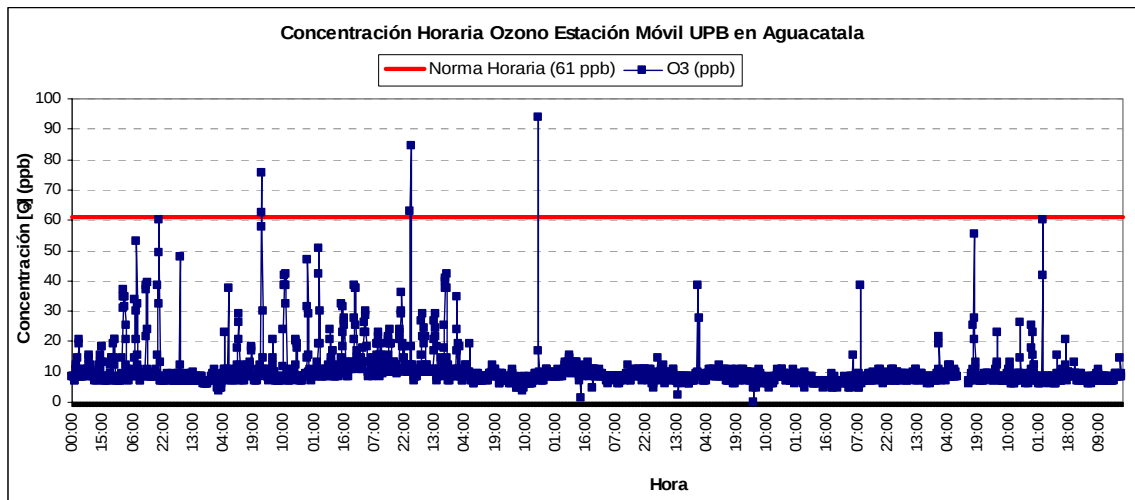
La gráfica 173 muestra la tendencia de las concentraciones horarias del ozono en Aguacatala. Como es de esperarse en este tipo de contaminante, las máximas concentraciones ocurren en las horas del medio día cuando es mayor la radiación solar.

Gráfica 173. Promedio horario total de la concentración de ozono en Aguacatala



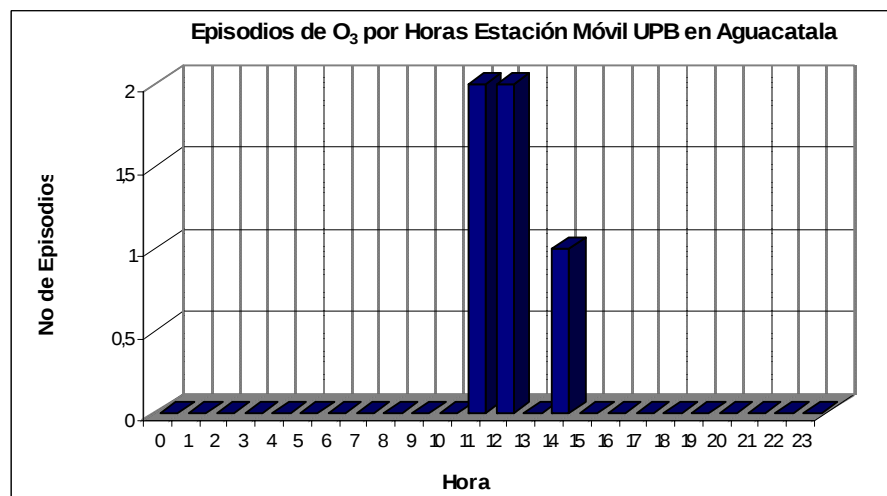
Para analizar el comportamiento del ozono es necesario visualizar los datos horarios reportados por el equipo automático tal como se presenta en la gráfica 174, donde se puede observar que ocurren concentraciones que sobrepasan la Resolución 601 de 2006 (61 ppb a condiciones de referencia). Las máximas concentraciones ocurren el 16 de febrero, el 1 de marzo, y el 12 de marzo en las horas de la mañana, llegando el 12 de marzo a 94,4 ppb que es el valor más crítico.

Gráfica 174. Datos horarios de la concentración de ozono en el periodo de monitoreo en Aguacatala



El número de veces que el ozono sobrepasa la Resolución 601 de 2006 (61 ppb) se presenta en la gráfica 175, donde se observa que ocurren en total 5 episodios entre las 11:00 horas y las 14:00 horas.

Gráfica 175. Episodios de contaminación por ozono en Aguacatala



En la tabla 32 y las gráficas 176 y 177, se presenta el resumen de los resultados obtenidos para el ozono tanto horarios como octohorarios en Girardota.

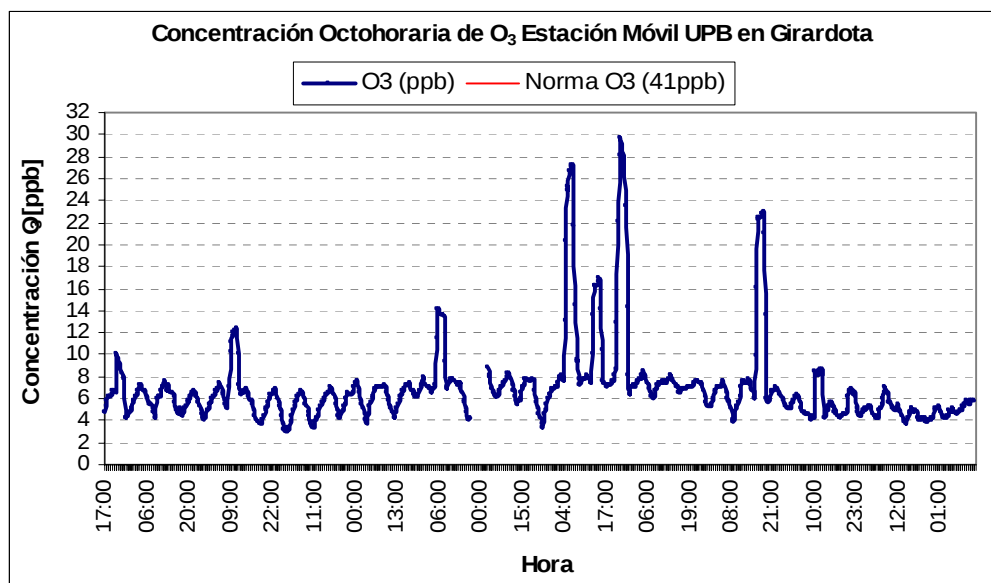
Las concentraciones de Ozono solo superaron la norma colombiana (Resolución 601 de 2006) horaria (61 ppb) en 2 ocasiones que equivale a un 0,27% de los datos debido a la reacción fotoquímica que se genera por las altas concentraciones del dióxido de nitrógeno en presencia de la radiación solar. La norma octohoraria para ozono (41 ppb) no fue superada en el periodo monitoreado. El promedio aritmético del periodo fue 7 ppb.

La concentración horaria más alta de Ozono en el periodo fue 80,5 ppb; la concentración octohoraria más alta fue 29,7 ppb.

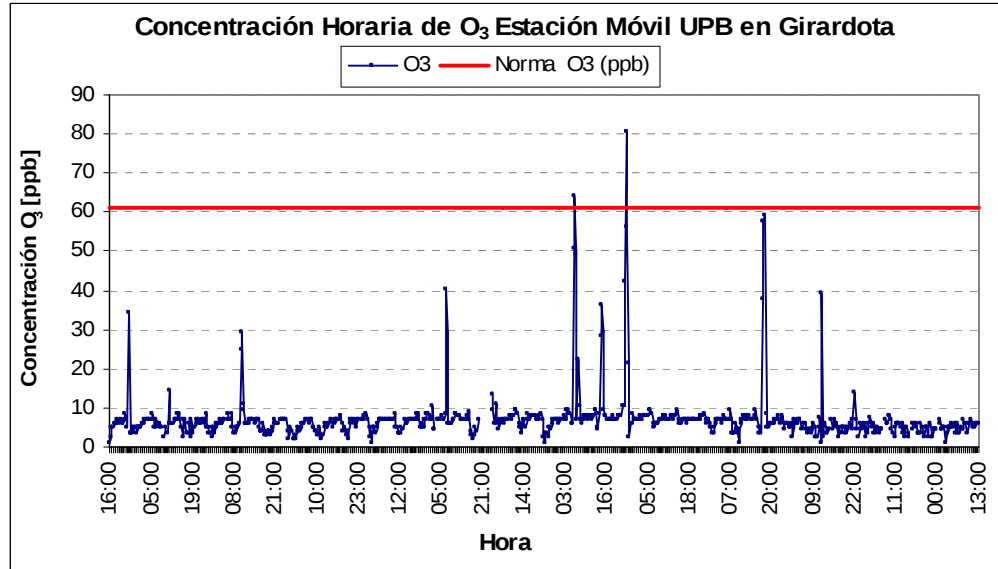
Tabla 32. Concentración del Ozono horario y octohorario en Girardota

Contaminante	Periodo de Variación	Máximo	Mínimo	No de Datos	Promedio Aritmético	No veces superior a norma	Desviación Estándar
O ₃	8-horas	29,7	3,0	756	7,0	0,0	3,8
	1-hora	80,5	1,2	727	7,0	2,0	6,6

Gráfica 176. Variación de la concentración octohoraria de Ozono en Girardota



Gráfica 177. Variación de la concentración horaria de Ozono en Girardota



En la tabla 33 y las gráficas 178 y 179, se presenta el resumen de los resultados obtenidos para el Ozono tanto horarios como octohorarios en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín.

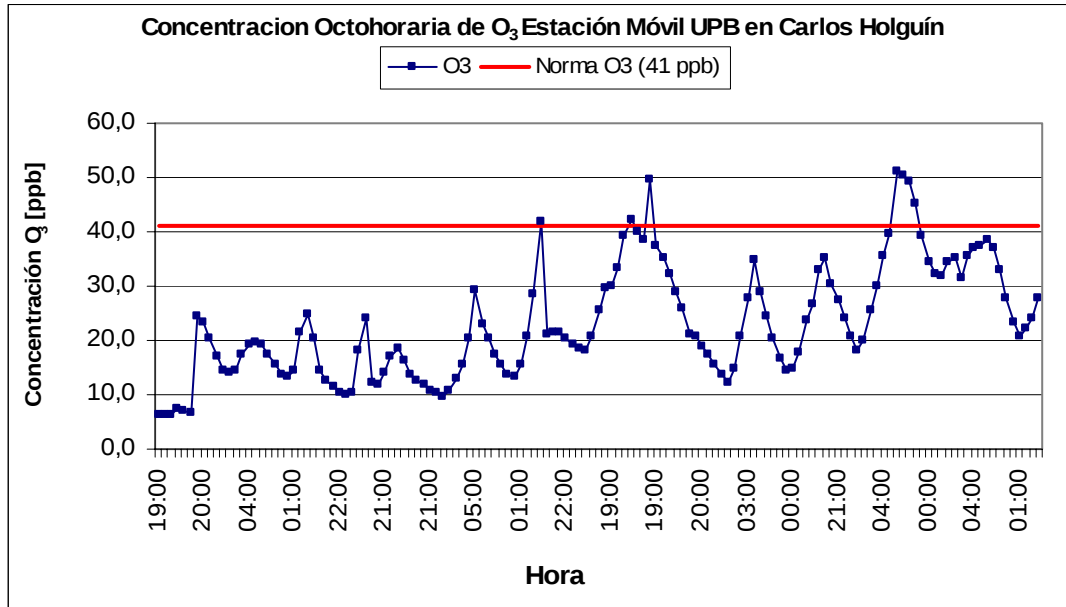
Las concentraciones de Ozono superaron la norma colombiana horaria de 61 ppb (Resolución 601 de 2006) en 37 ocasiones que equivale a un 4,1% de los datos; la octohoraria (41 ppb) fue superada en el periodo monitoreado 130 veces, lo que representa un 14%. El promedio aritmético para esta medición octohoraria fue 24 ppb.

La concentración horaria más alta de Ozono en el periodo fue 129 ppb; la concentración octohoraria más alta del periodo fue 82,5 ppb. Estos valores tan altos en las mediciones para ozono tienen su origen en las reacciones fotoquímicas generadas por los óxidos de nitrógeno en presencia de la radiación solar, en un sector de influencia de vías de alto flujo vehicular como son la autopista y la regional y con presencia de numerosas industrias cercanas al sector además, la acción del flujo predominante del viento en dirección sur, contribuye al transporte de los contaminantes generados por las industrias y el flujo automotor ubicado al norte.

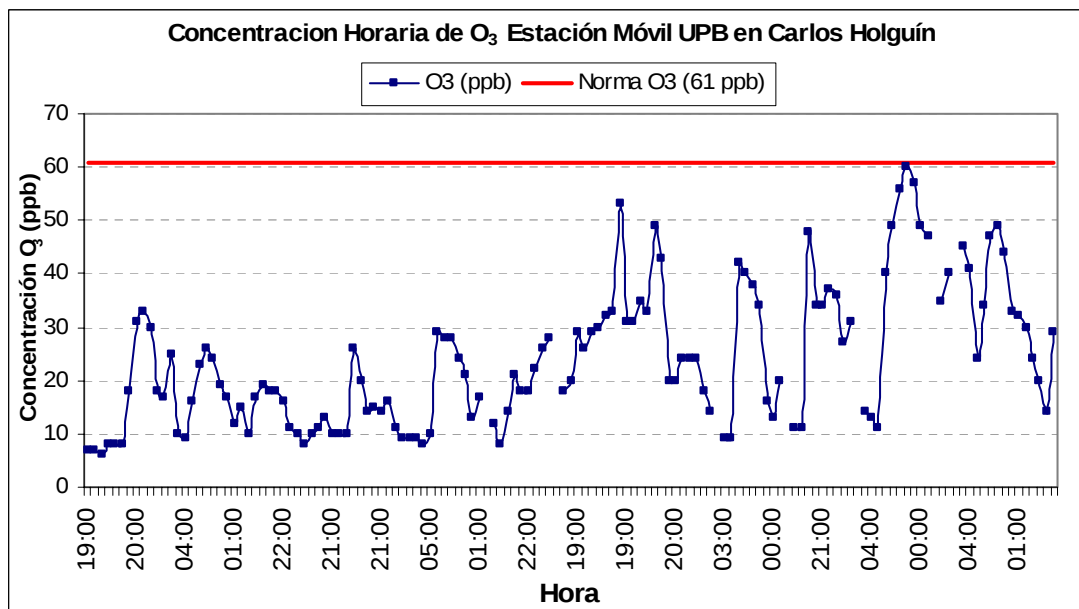
Tabla 33. Concentración del Ozono horario y octohorario en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín.

Contaminante	Periodo de Variación	Máximo	Mínimo	Nº de Datos	Promedio Aritmético	Nº veces superior a norma	Desviación Estándar
O ₃	8-horas	82,5	6,1	937	24	130	15,1
	1-hora	129,0	5	904	24,2	37	19,1

Gráfica 178. Variación de la concentración octohoraria de Ozono en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín



Gráfica 179. Variación de la concentración horaria de Ozono en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín



En la tabla 34 y las gráficas 180 y 181, se presenta el resumen de los resultados obtenidos para el ozono tanto horarios como octohorarios en el barrio Robledo.

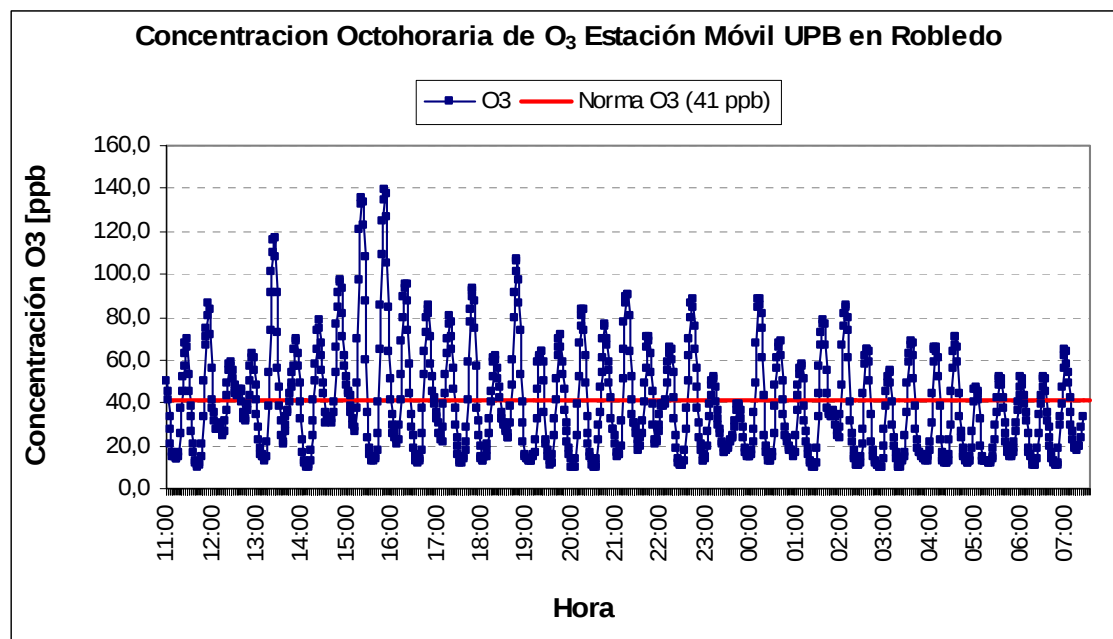
Las concentraciones de Ozono superaron la norma colombiana horaria de 61 ppb (Resolución 601 de 2006) en 69 ocasiones que equivale a un 9.04% de los datos; la octohoraria (41 ppb) fue superada en el periodo monitoreado 385 veces, lo que representa un 62.7%. El promedio aritmético para esta medición octohoraria fue 24 ppb.

La concentración horaria más alta de Ozono fue de 241 ppb; la concentración octohoraria más alta del periodo fue 139.3 ppb. Estos valores tan altos en las mediciones para ozono tienen su origen en las reacciones fotoquímicas generadas por las altas concentraciones de óxidos de nitrógeno en presencia de la radiación solar.

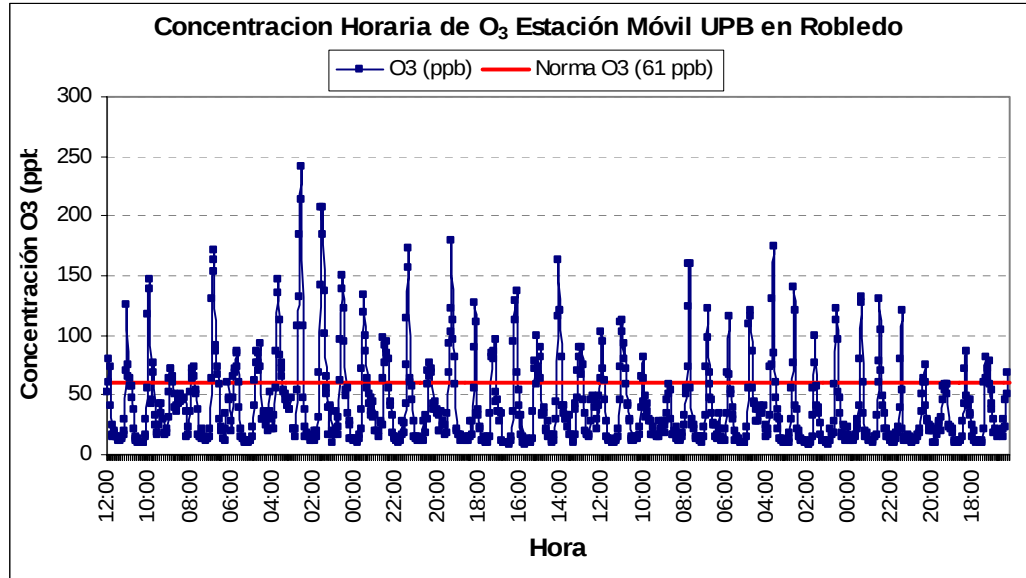
Tabla 34. Concentración del Ozono horario y octohorario en el barrio Robledo

Contaminante	Periodo de Variación	Máximo	Mínimo	No de Datos	Promedio Aritmético	Nº veces superior a norma	Desviación Estándar
O ₃	8-horas	139,3	9,4	959	38,9	21	29,60
	1-hora	241,0	8,0	965	39,8	42	41,54

Gráfica 180. Variación de la concentración octohoraria de Ozono en el barrio Robledo



Gráfica 181. Variación de la concentración horaria de Ozono en el barrio Robledo



En la tabla 35 y las gráficas 182 y 183, se presenta el resumen de los resultados obtenidos para el ozono tanto horarios como octohorarios en el barrio Santa Mónica.

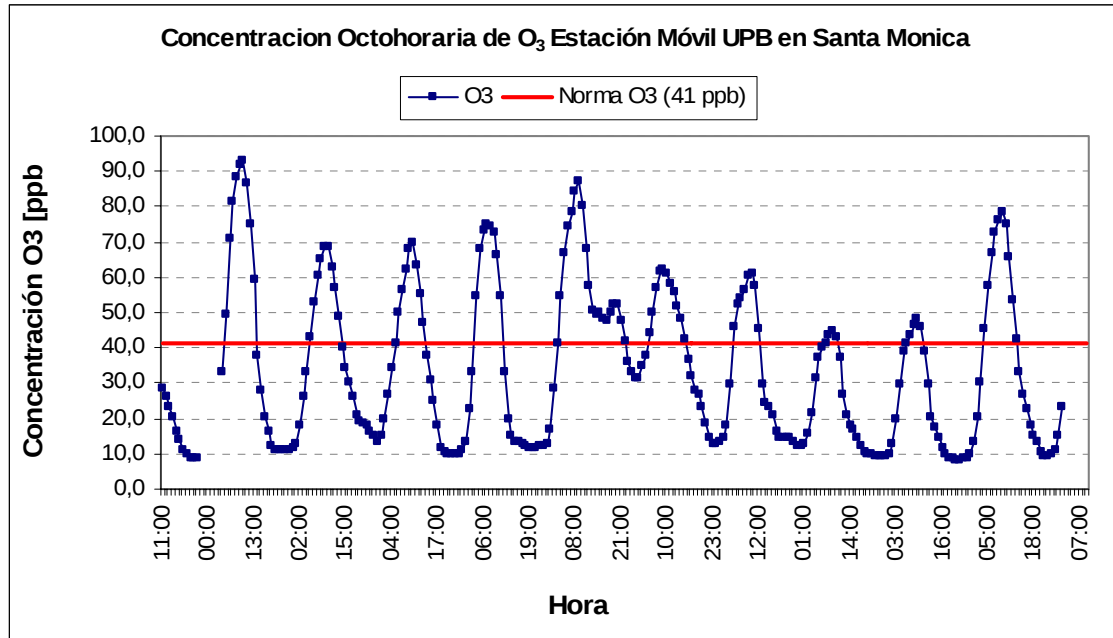
Las concentraciones de Ozono solo superaron la norma colombiana (Resolución 601 de 2006) horaria (61 ppb) en 41 ocasiones que equivale a un 16,33%. La norma octohoraria para ozono (41 ppb) fue superada en 89 ocasiones, esto equivale al 35,60% del periodo monitoreado. Estos episodios son ocasionados a las reacciones fotoquímicas de los óxidos de nitrógeno presentes en el área.

La concentración horaria más alta de Ozono en el periodo fue 152,8 ppb; la concentración octohoraria más alta fue 93,1 ppb.

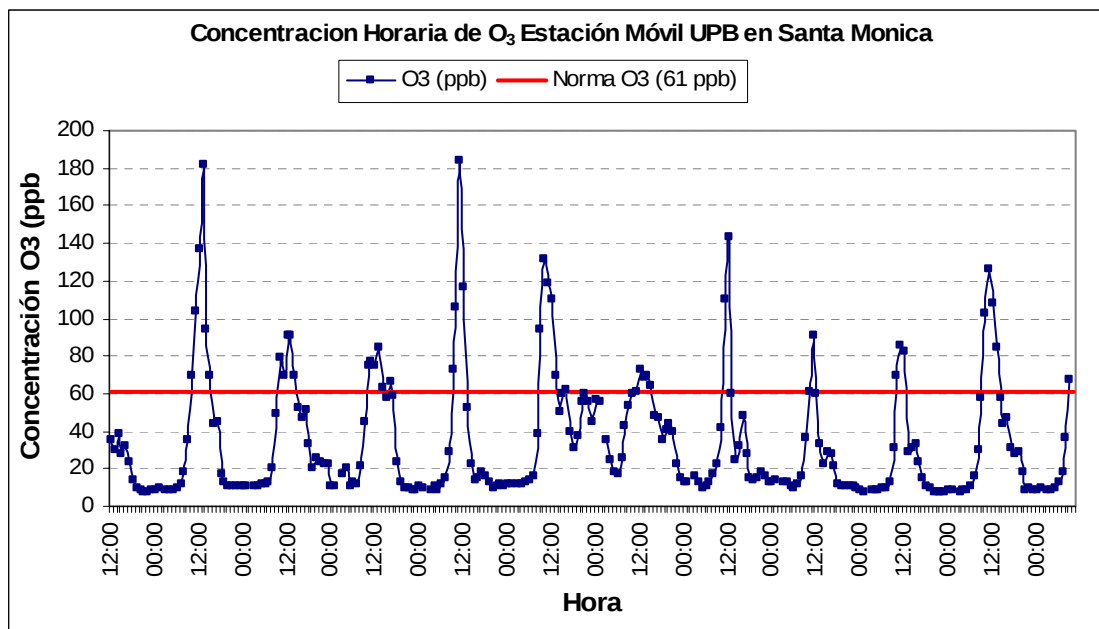
Tabla 35. Concentración del Ozono horario y octohorario en el barrio Santa Monica

Contaminante	Periodo de Variación	Máximo	Mínimo	No de Datos	Promedio Aritmético	No veces superior a norma	Desviación Estándar
O ₃	8-horas	93,1	8,3	250	34,0	89	22,12
	1-hora	152,8	0,0	259	49,9	41	26,46

Gráfica 182. Variación de la concentración octohoraria de Ozono en el barrio Santa Monica



Gráfica 183. Variación de la concentración horaria de Ozono en el barrio Santa Monica



En la tabla 36 y las gráficas 184 y 185, se presenta el resumen de los resultados obtenidos para el ozono tanto horarios como octohorarios.

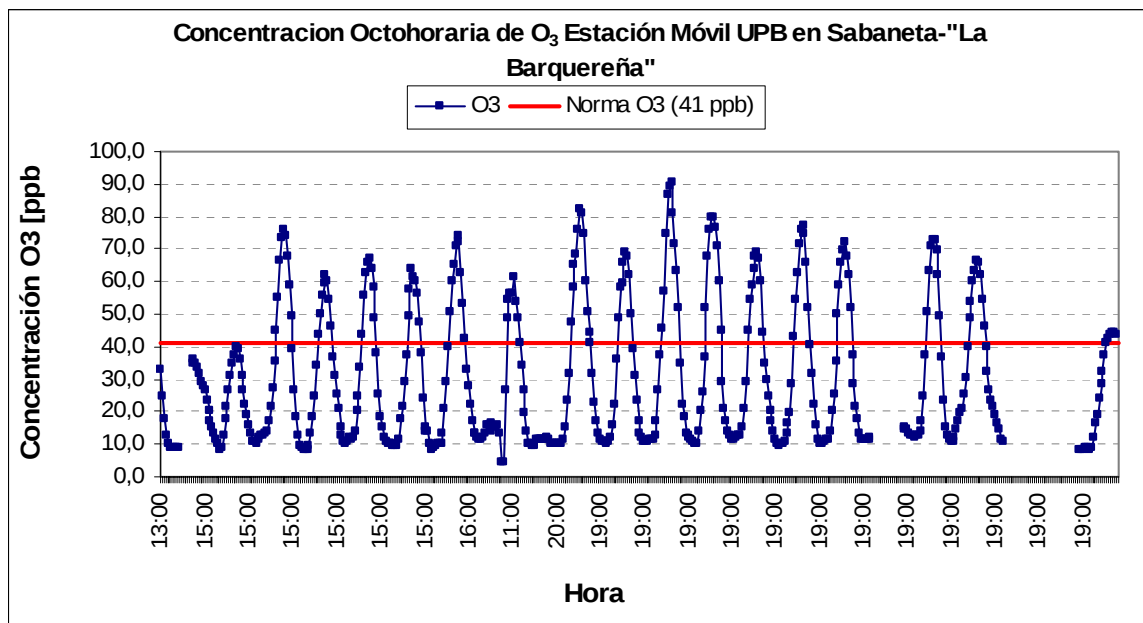
Las concentraciones de Ozono superara la norma colombiana (Resolución 601 de 2006) horaria (61 ppb) en 71 ocasiones que equivale a un 17,53% de los datos debido a la reacción fotoquímica que se genera por presencia óxidos de nitrógeno con la radiación solar. La norma octohoraria para ozono (41 ppb) fue superada en 124 ocasiones en el periodo monitoreado, equivalente al 26,52%. El promedio aritmético del periodo fue 32,2 ppb.

La concentración horaria más alta de Ozono en el periodo fue 151,0 ppb; la concentración octohoraria más alta fue 90,6 ppb.

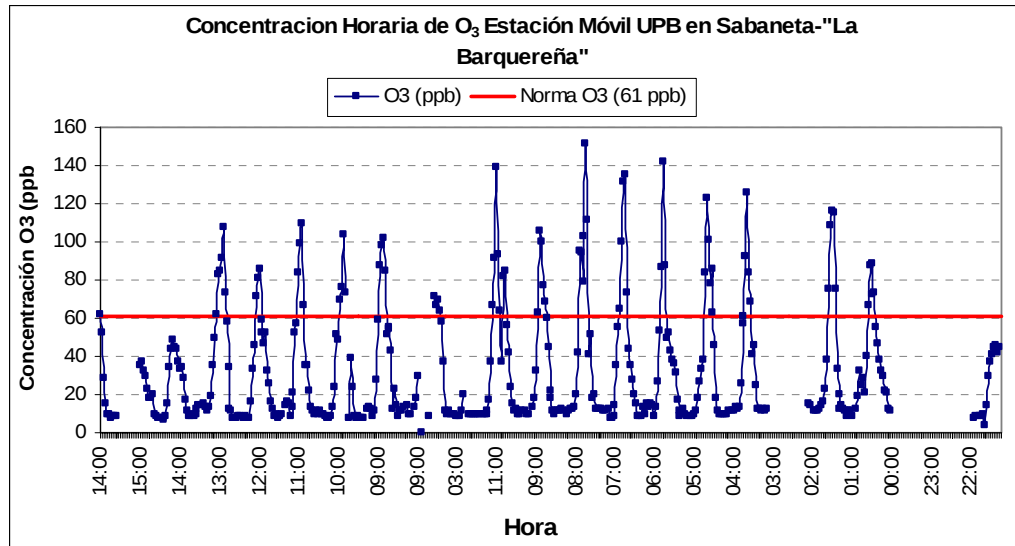
Tabla 36. Concentración del Ozono horario y octohorario en la Casa de la Cultura “La Barquereña”

Contaminante	Periodo de Variación	Máximo	Mínimo	No de Datos	Promedio Aritmético	No veces superior a norma	Desviación Estándar
O ₃	8-horas	90,6	4,5	453	30,4	124	21,93
	1-hora	151,0	0,0	403	32,2	71	30,93

Gráfica 184. Variación de la concentración octohoraria de Ozono en la Casa de la Cultura “La Barquereña”



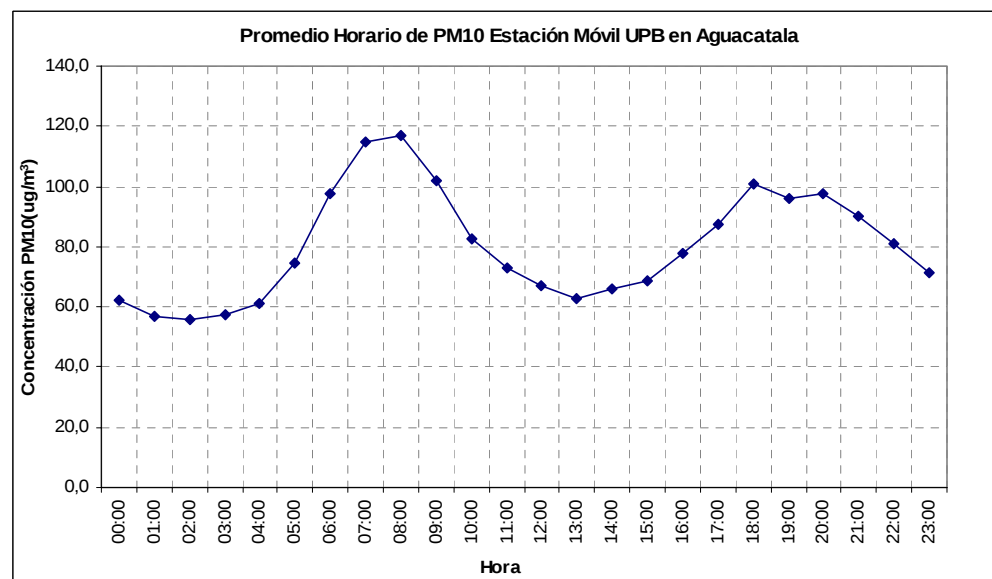
Gráfica 185. Variación de la concentración horaria de Ozono en la Casa de la Cultura “La Barquereña”



- Material Particulado menor a 10 micras (PM₁₀) en la estación automática móvil.

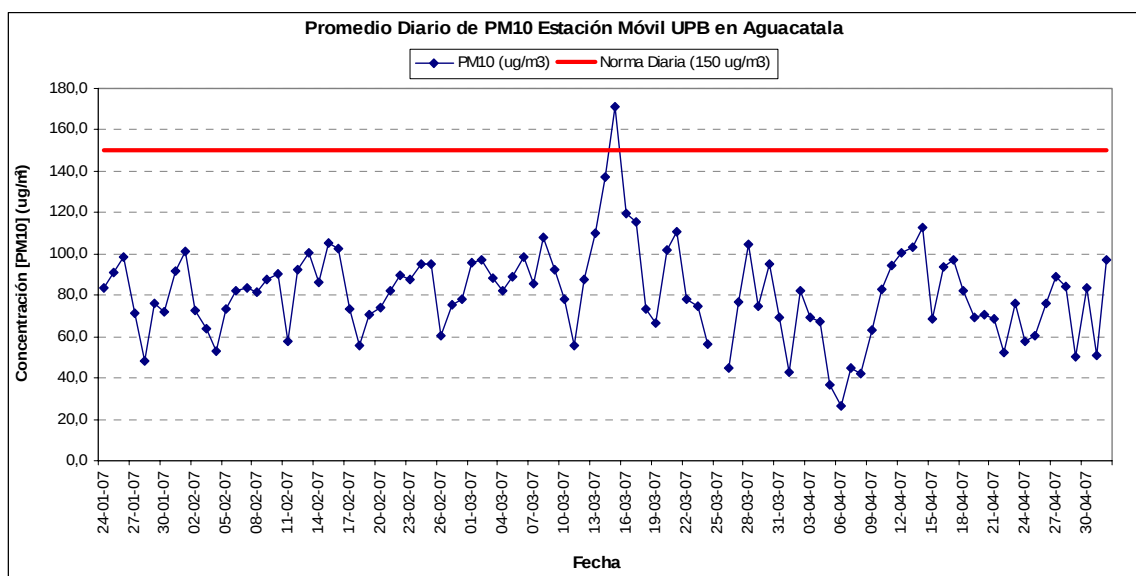
El material particulado respirable ilustrado en la gráfica 186 muestra valores horarios que llegan a un máximo a las 08:00 horas de 116,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, y en la noche a las 20:00 horas de 100,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valores que representan igualmente las horas de alto flujo vehicular en el sector de Aguacatala.

Gráfica 186. Variación horaria del promedio de la concentración de PM₁₀ en Aguacatala



Las partículas respirables de la gráfica 187 muestran que la mayor parte del tiempo monitoreado la concentración se mantuvo entre 80 y 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, concentración que no supera el nivel máximo permisible diario de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Solo se reporta un episodio por encima de la resolución (171,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y que se produjo el jueves 15 de marzo de 2007. Es importante tener en cuenta que el día inmediatamente anterior al igual que el día posterior al episodio, se dieron valores máximos cercanos a esta norma (137 y 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente) valores estos que posiblemente fueron causados por algún evento aislado cercano a la zona donde se encontraba la estación de monitoreo.

Gráfica 187. Variación del promedio diario de la concentración de PM10 en Aguacatala

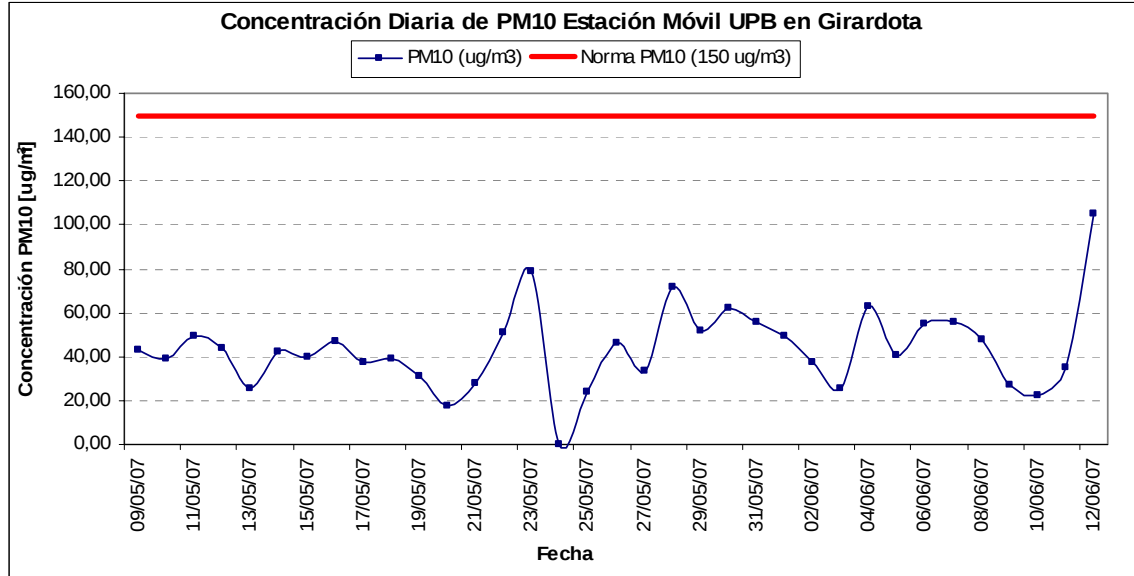


En Girardota, la concentración de material particulado menor de 10 micras (PM10), se observa en la tabla 37 y la gráfica 188. La concentración de este contaminante no supera la norma colombiana (Resolución 601 de 2006) que para PM10 es de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el valor máximo obtenido es de 105,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ con un promedio aritmético de 43,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabla 37. Concentración Diaria de PM10

Contaminante	Periodo de Variación	Máximo	Mínimo	No de datos	Promedio aritmético	Desviación estándar
PM10	24-horas	105,1	0	35	43,6	19,00

Gráfica 188. Variación de la concentración diaria de PM10 en Girardota

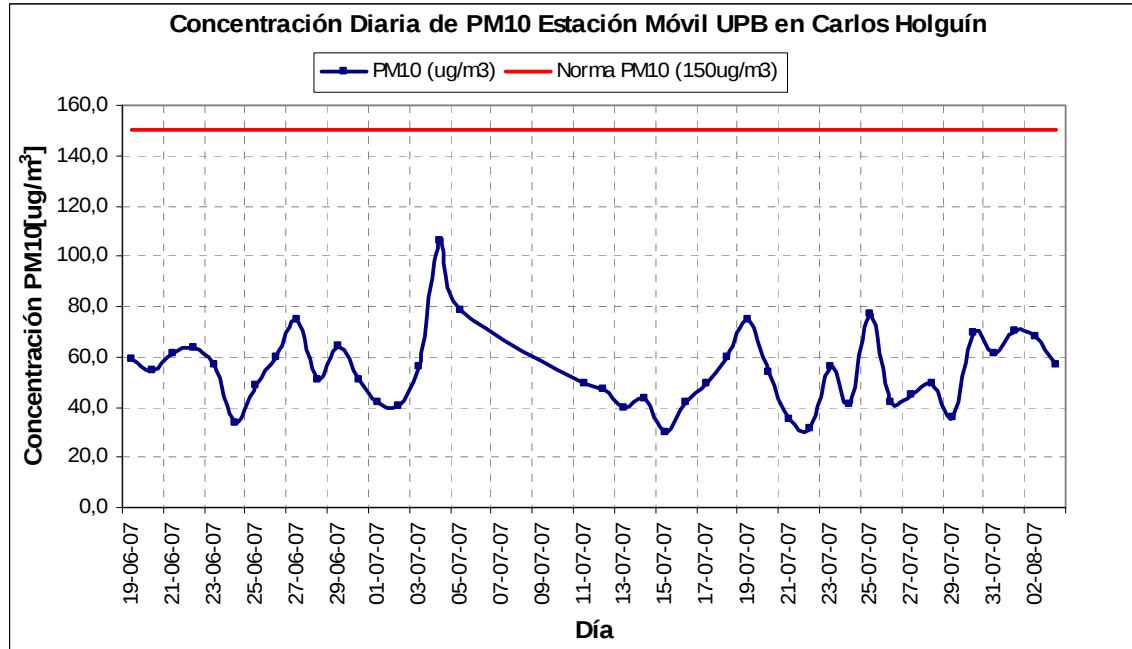


En la Escuela de Carabineros Carlos Holguín, la concentración de material particulado menor de 10 micras (PM10), se observa en la tabla 38 y la gráfica 189. La concentración de este contaminante no supera la norma colombiana (resolución 601 de 2006) que para pm_{10} es de $150 \mu g/m^3$, el valor máximo obtenido es de $106.4 \mu g/m^3$ con un promedio aritmético de $54,3 \mu g/m^3$.

Tabla 38. Concentración diaria de PM10 en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín

Contaminante	Periodo de Variación	Máximo	Mínimo	No. de datos	Promedio aritmético	Desviación estándar
PM10	24 horas	106,4	30	41	54,3	15,3

Gráfica 189. Variación de la concentración diaria de PM10 en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín

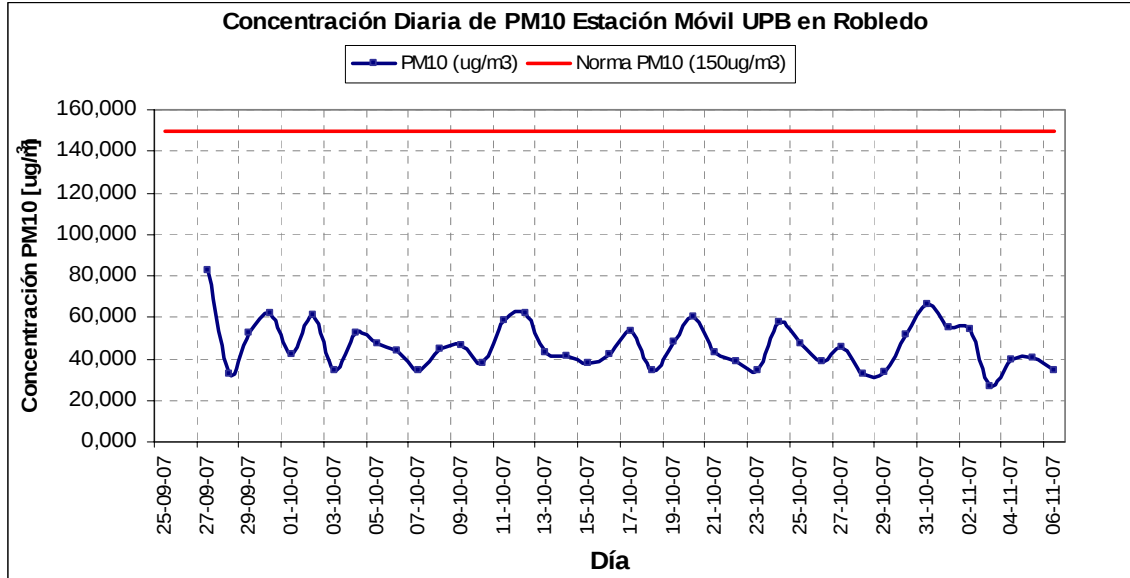


La concentración de material particulado menor de 10 micras (PM10) en el barrio Robledo, se observa en la tabla 39 y la gráfica 190. La concentración de este contaminante no supera la resolución 601 de 2006 que para pm_{10} es de $150 \mu g/m^3$, el valor máximo obtenido es de $82,4 \mu g/m^3$ con un promedio aritmético de $51,1 \mu g/m^3$.

Tabla 39. Concentración diaria de PM10 en el barrio Robledo

Contaminante	Periodo de Variación	Máximo	Mínimo	Nº de datos	Promedio aritmético	Desviación estándar
PM10	24-horas	82,4	32,9	10	51,1	14,7

Gráfica 190. Variación de la concentración diaria de PM10 en el barrio Robledo

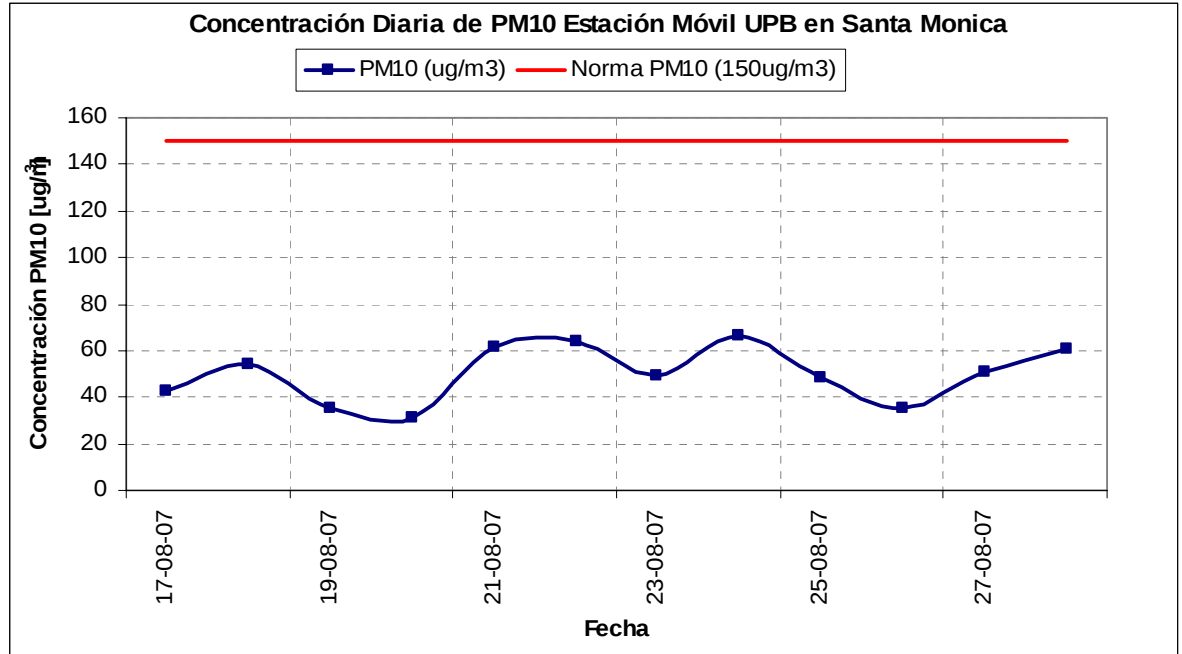


La concentración de material particulado menor de 10 micras (PM10), se observa en la tabla 40 y la gráfica 191. La concentración de este contaminante no supera la norma colombiana (Resolución 601 de 2006) que para pm_{10} es de $150 \mu g/m^3$, el valor máximo obtenido es de $66,7 \mu g/m^3$ con un promedio aritmético de $50,1 \mu g/m^3$.

Tabla 40. Concentración diaria de PM10 en el barrio Santa Mónica

Contaminante	Periodo de Variación	Máximo	Mínimo	No de datos	Promedio aritmético	Desviación estándar
PM ₁₀	24 horas	66,7	30,8	12	50,1	12,0

Gráfica 191. Variación de la concentración diaria de PM10 en el barrio Santa Mónica

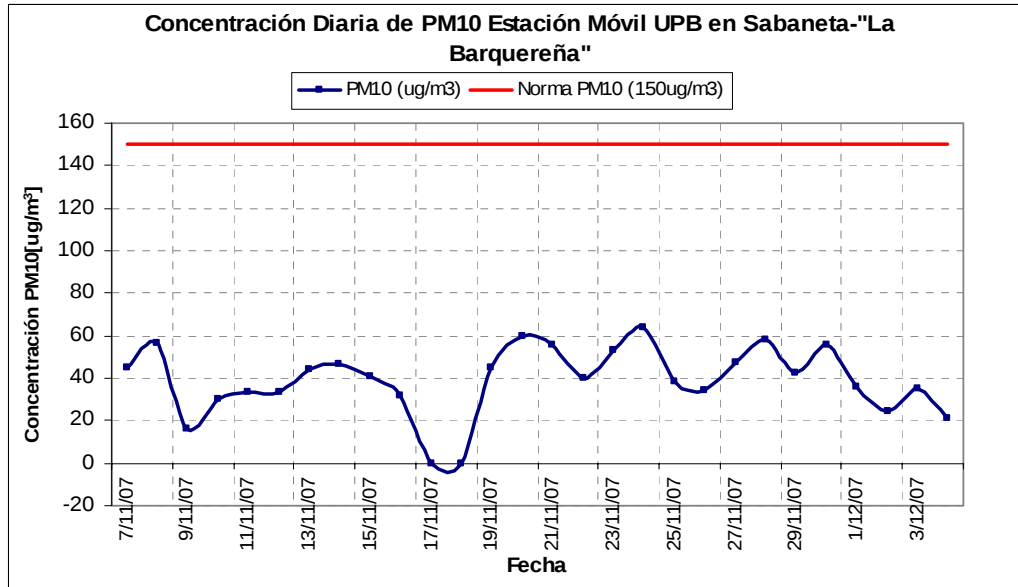


La concentración de material particulado menor de 10 micras (PM10) medidos en la Casa de la Cultura “La Barquereña”, se observa en la tabla 40 y la gráfica 192. La concentración de este contaminante no supera la reglamentación existente para pm_{10} que es de $150 \mu g/m^3$, el valor máximo obtenido es de $105,1 \mu g/m^3$ con un promedio aritmético de $43,6 \mu g/m^3$.

Tabla 41. Concentración diaria de PM10 en la Casa de la Cultura “La Barquereña”

Contaminante	Periodo de Variación	Máximo	Mínimo	No. de datos	Promedio aritmético	Desviación estándar
PM10	24-horas	64,2	0,0	28	38,9	16,2

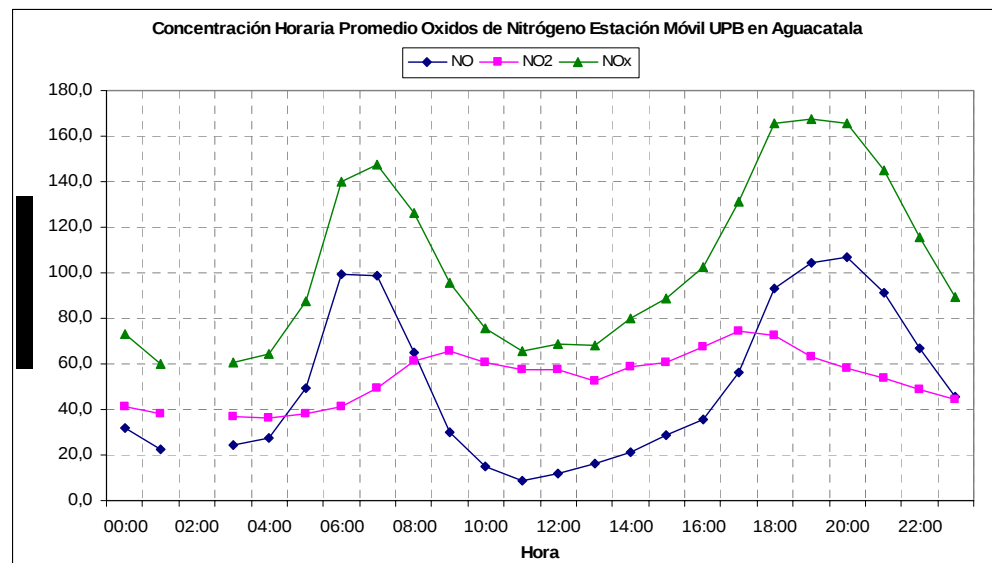
Gráfica 192. Variación de la concentración diaria de PM10 en la Casa de la Cultura “La Barquereña”



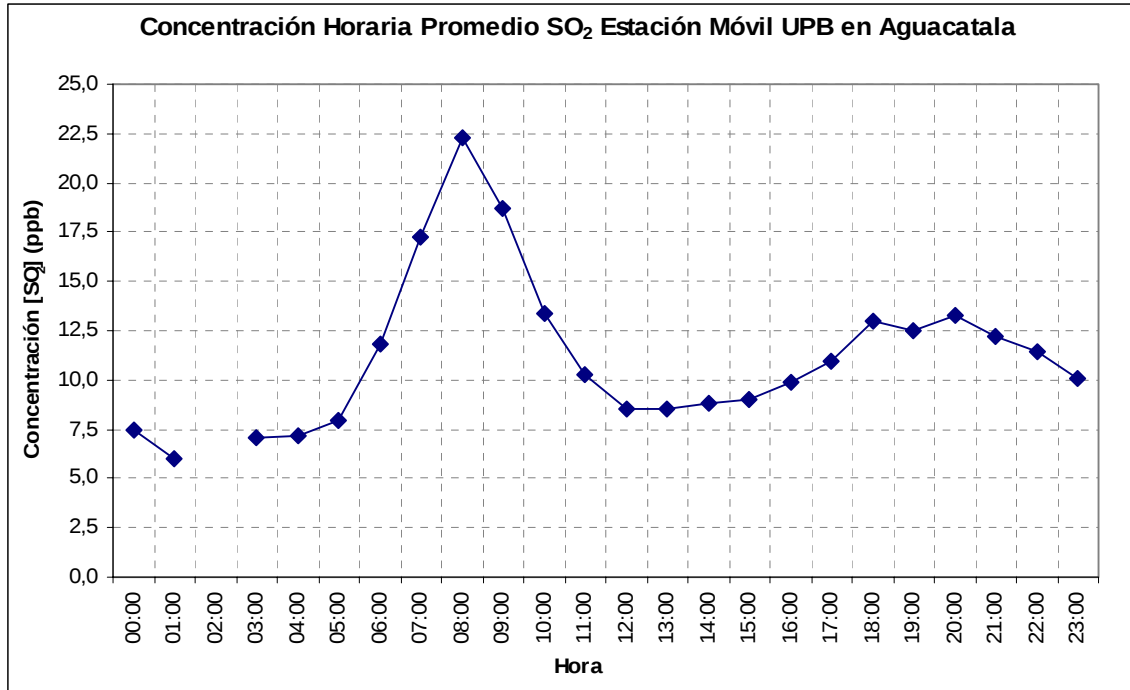
- **Dióxido de Azufre y Nitrógeno en la estación automática móvil.**

Las gráficas 193 y 194 muestran los promedios horarios de la concentración de óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre en la Aguacatala. Contaminantes que se consideran primarios por ser emitidos directamente de las fuentes de emisión.

Gráfica 193. Variación horaria del promedio de la concentración de óxidos de nitrógeno en la Aguacatala



Gráfica 194. Variación horaria del promedio de la concentración de los óxidos de azufre en la Aguacatala

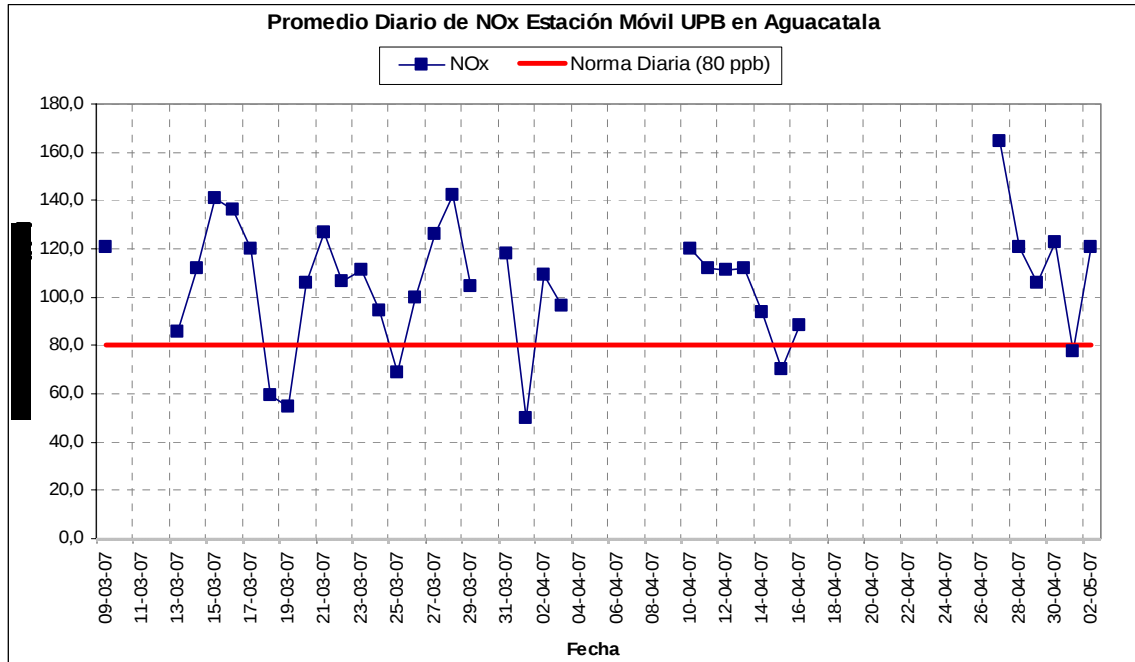


Los resultados del monitoreo revelan que entre los rangos horarios 05:00 - 10:00 horas y 16:00 - 23:00 horas, se encuentran las horas de mayor concentración de estos gases, evidenciando el efecto del alto flujo vehicular a estas horas en la avenida regional, la avenida las vegas, la autopista y la calle 12 sur.

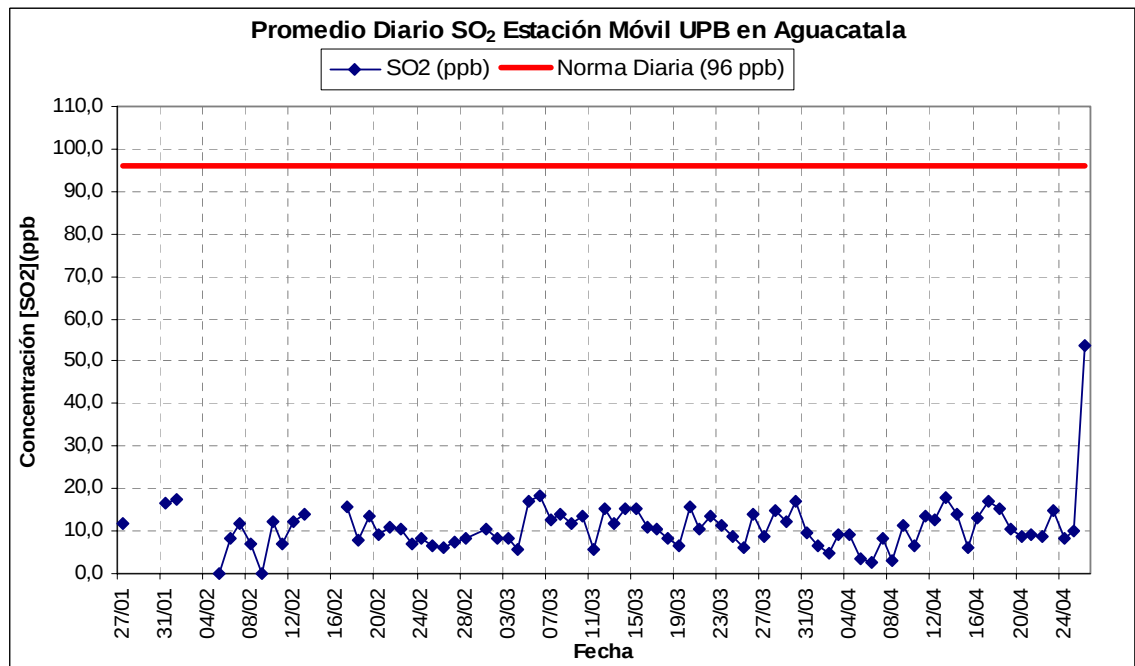
Las gráficas 195 y 196 muestran los promedios diarios (24 horas) de las concentraciones de NO_x y SO₂. En ellas se nota una baja concentración en los días 11, 18, 19 y 25 de marzo, 1 y 15 de abril y 1 de mayo que corresponden a días domingos y festivos. Para estos días la concentración de contaminantes de NO_x no supera el valor máximo permisible de 80 ppb, los demás días de medición dicha norma es superada, alcanzando valores máximos de 164,3 ppb el 27 de abril. Para este contaminante en particular sería importante realizar un estudio mas detallado con el fin de determinar si dicha tendencia se sigue presentando en el tiempo y de ser así encontrar la forma de reducir o proponer los correctivos necesarios.

La concentración promedio de los SO_x diaria no supera la resolución 601 de 2006 (96 ppb); el valor máximo obtenido es 53.6 ppb el 26 de abril de 2007.

Gráfica 195. Variación del promedio diario de la concentración de óxidos de nitrógeno en la Aguacatala

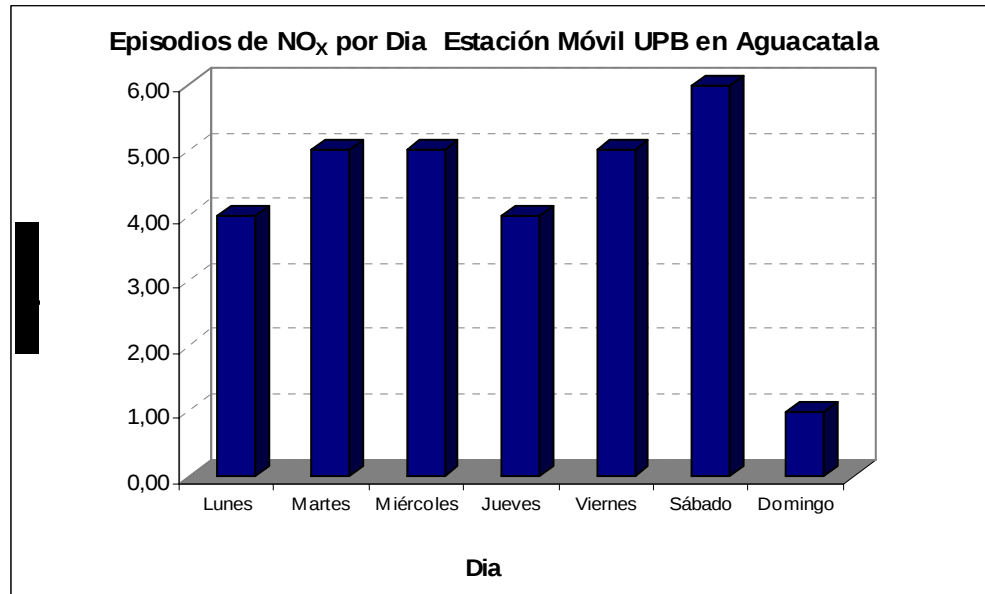


Gráfica 196. Variación del promedio diario de la concentración de óxidos de azufre en la Aguacatala



En total durante el tiempo de medición se presentaron 30 episodios en los cuales se sobrepasa la norma de calidad del aire para los óxidos de nitrógeno (gráfica 197) siendo mayores los días sábado, martes, miércoles y viernes. Así mismo las horas en las cuales se dan estas máximas concentraciones están en las horas de mayor congestión vehicular.

Gráfica 197. Número de episodios de NO_x por días en la Aguacatala



- **Dióxido de Azufre en la estación automática**

En la tabla 42 y la gráfica 198, se presenta el resumen de los resultados de las concentraciones obtenidas del dióxido de azufre (SO₂) diarias y con promedios cada 3 horas en el tiempo de medición en Girardota.

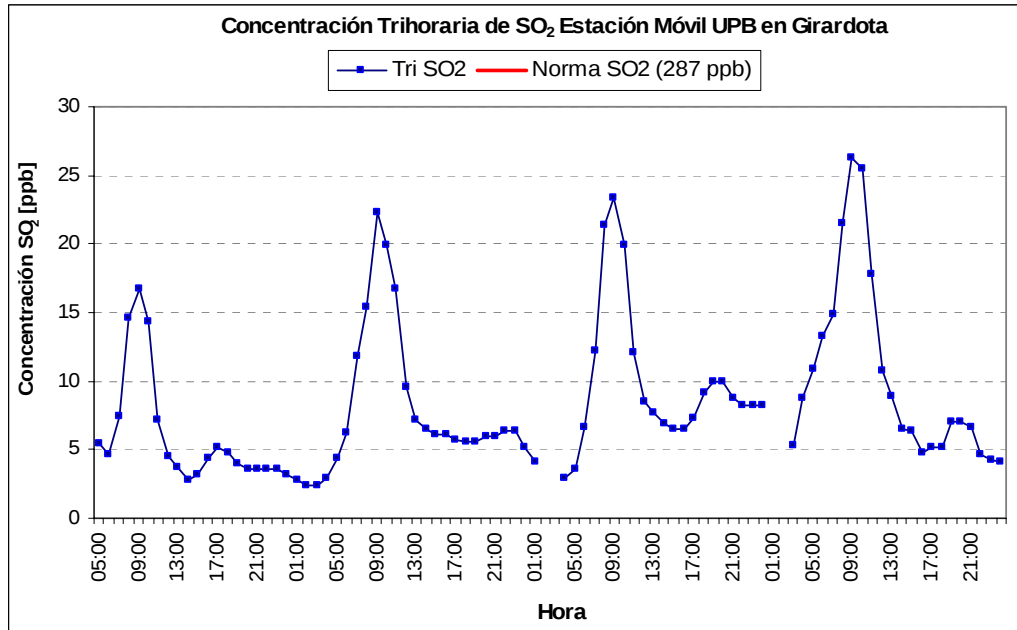
Los resultados obtenidos de Dióxido de Azufre no superaron en ninguna ocasión la norma colombiana (Resolución 601 de 2006) tanto diaria (96 ppb) como tri-horaria (287 ppb) en el periodo monitoreado en este sitio. El promedio aritmético para 24 horas fue 10.2 ppb.

La concentración promedio de 3 horas más alta de Dióxido de Azufre del periodo fue 39 ppb y la concentración diaria más alta fue 17 ppb.

Tabla 42. Concentración trihoraria y diaria de Dióxido de Azufre en Girardota

Contaminante	Periodo de Variación	Máximo	Mínimo	Nº Datos	Promedio Aritmético	Desviación Estándar
SO ₂	3 horas	39,0	2,4	101	9,5	7,4
	24 horas	17,0	6,1	5	10,2	4,1

Gráfica 198. Variación trihoraria de la concentración de los Óxido de Azufre en Girardota



- **Dióxido de Nitrógeno en la estación automática móvil.**

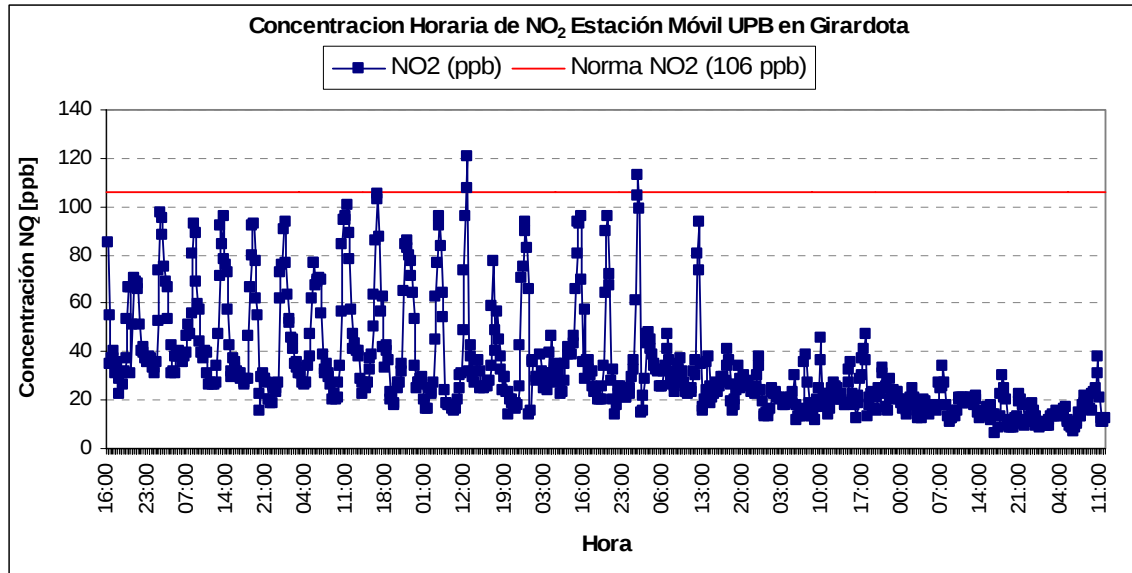
En el sitio de Girardota, se observa en la tabla 43 y la gráfica 199 que el Dióxido de Nitrógeno (NO₂) supera la norma horaria colombiana (Resolución 601 de 2006) en tres ocasiones debido probablemente a que las corrientes de vientos arrastran los contaminantes tanto del flujo automotor que transita por la vía de ingreso al municipio como de las diferentes empresas ubicadas en la cercanía. El valor máximo horario obtenido para este contaminante es de 120.7 ppb, siendo este valor muy superior a la norma. El promedio aritmético durante el tiempo de medición es de 33.7 ppb.

Para los valores diarios del Dióxido de Nitrógeno (NO₂), no se presentan episodios en los cuales sea superada la norma colombiana (Resolución 601 de 2006), siendo el valor máximo medido de 52 ppb y el promedio aritmético de 33.8 ppb. (Ver gráfica 200).

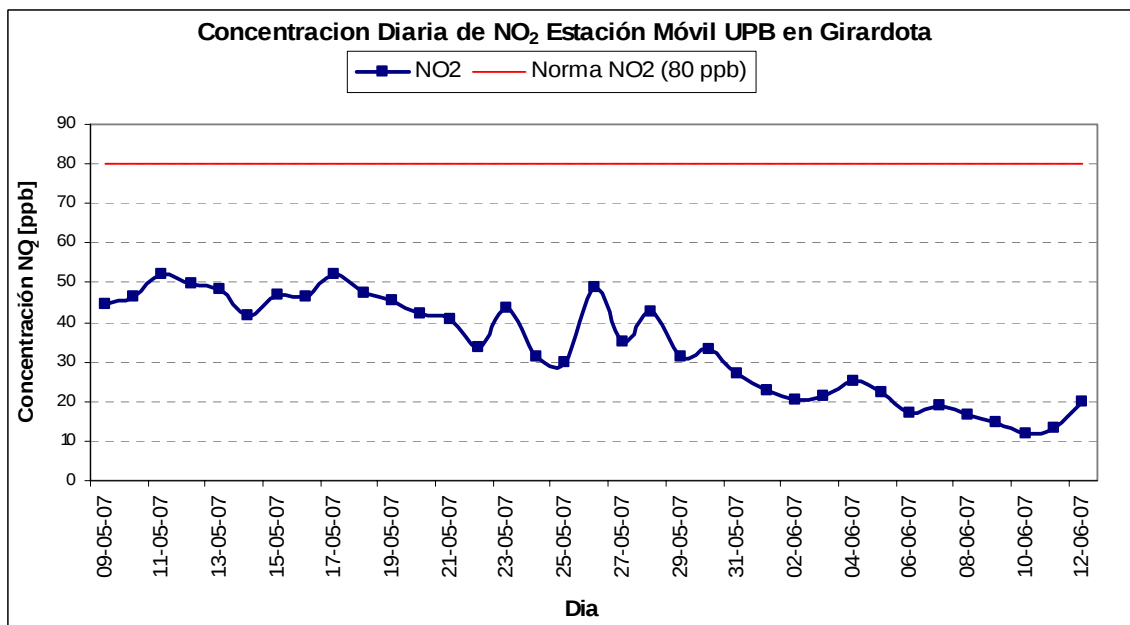
Tabla 43. Concentraciones de NO, NO₂ y NO_x para 1 y 24 horas.

Contaminante	Periodo Variación	Máximo	Mínimo	Nº datos	Valor promedio	Desviación estándar	No veces superior a norma
NO	1 hora	203,0	1,2	603,0	45,6	46,8	0
	24 horas	92,5	4,3	35,0	38,8	28,1	0
NO ₂	1 hora	120,7	5,8	743,0	33,7	21,8	3
	24 horas	52,0	11,7	35,0	33,8	12,9	0
NO _x	1 hora	300,3	1,2	742,0	70,5	66,3	0
	24 horas	142,5	11,2	35,0	69,5	42,0	0

Gráfica 199. Variación horaria de la concentración del Dióxido de Nitrógeno en Girardota



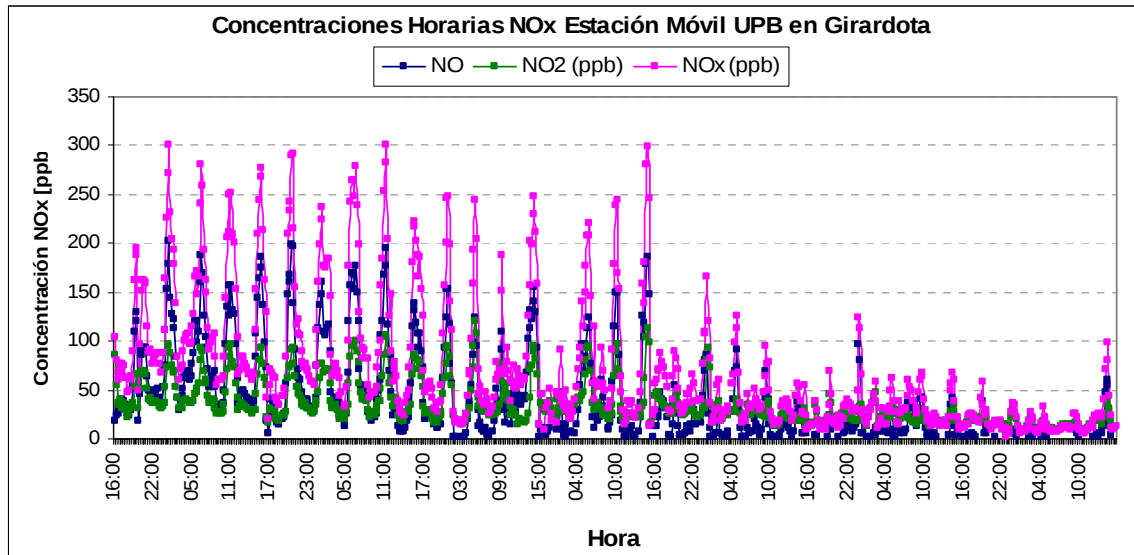
Gráfica 200. Variación diaria de la concentración del Dióxido de Nitrógeno en Girardota



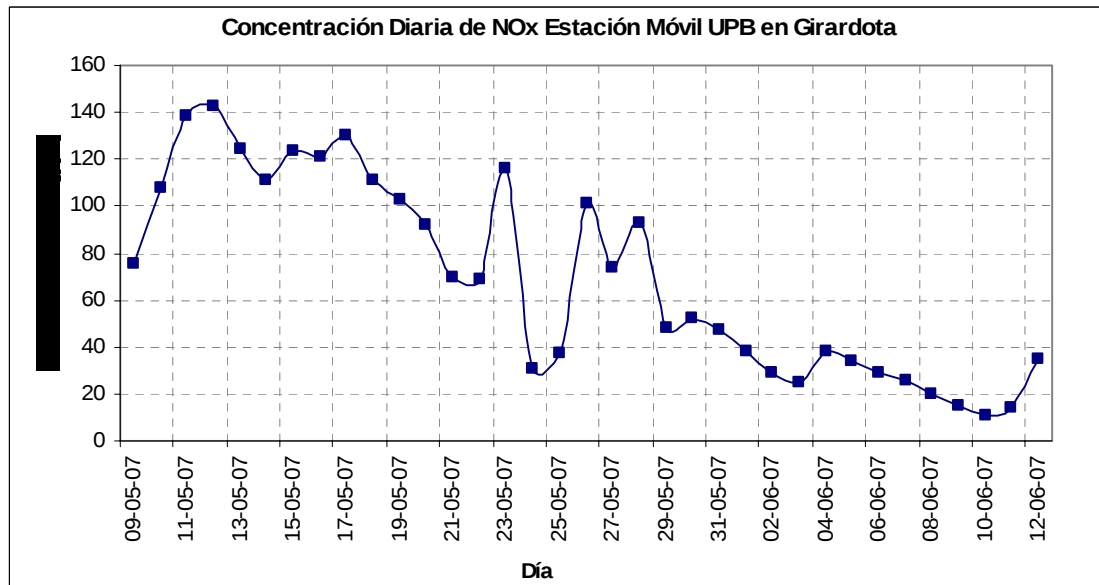
Las gráficas 201 y 202, se muestran las concentraciones horaria y diaria de los NO y NO_x respectivamente, observándose que para los NO_x horarios, se presentan unas altas concentraciones con valores máximos de 300,3 ppb debido a las altas concentraciones de NO y a las de NO₂, estos altos valores de NO_x pueden transformarse rápidamente en

ozono al reaccionar con la radiación solar. El valor promedio aritmético calculado para estos es de 70,5 ppb.

Gráfica 201. Variación horaria de la concentración de los Óxidos de Nitrógeno en Girardota



Gráfica 202. Variación diaria de la concentración de los Óxidos de Nitrógeno en Girardota

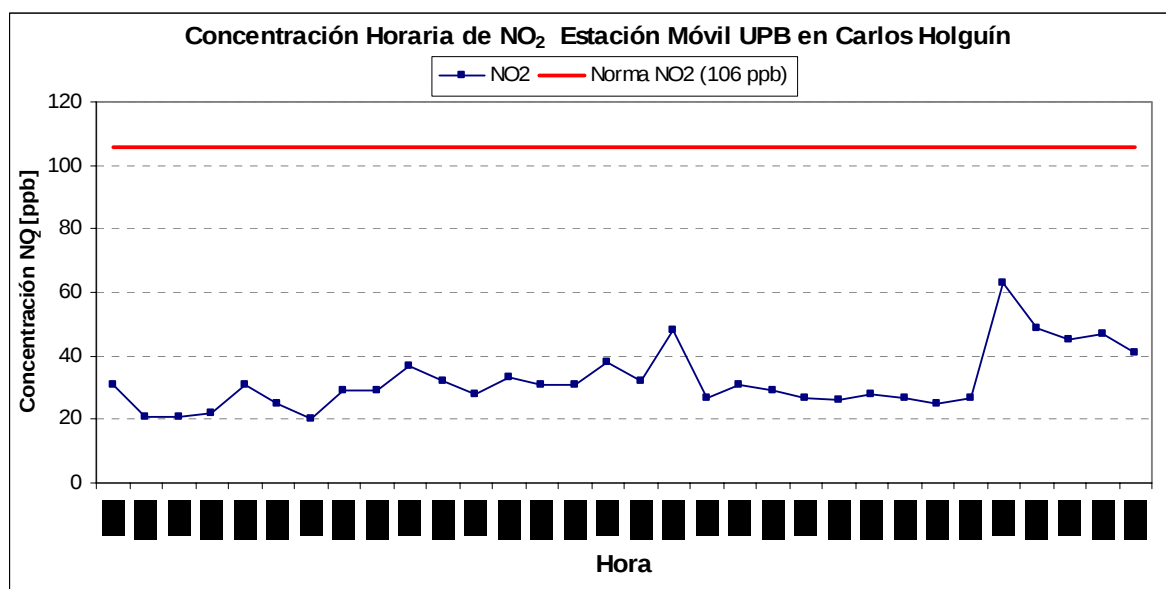


En la tabla 44 y gráficas 203 y 204, se observa el Dióxido de Nitrógeno (NO_2) en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín. El valor máximo horario obtenido para este contaminante es de 74 ppb. El promedio aritmético durante el tiempo de medición es de 26,3 ppb, estando caracterizado este periodo por valores que no superan la norma colombiana (Resolución 601 de 2006) tanto para valores horarios como para promedios diarios, siendo el valor máximo diario medido de 38 ppb y el promedio aritmético diario de 25,9 ppb.

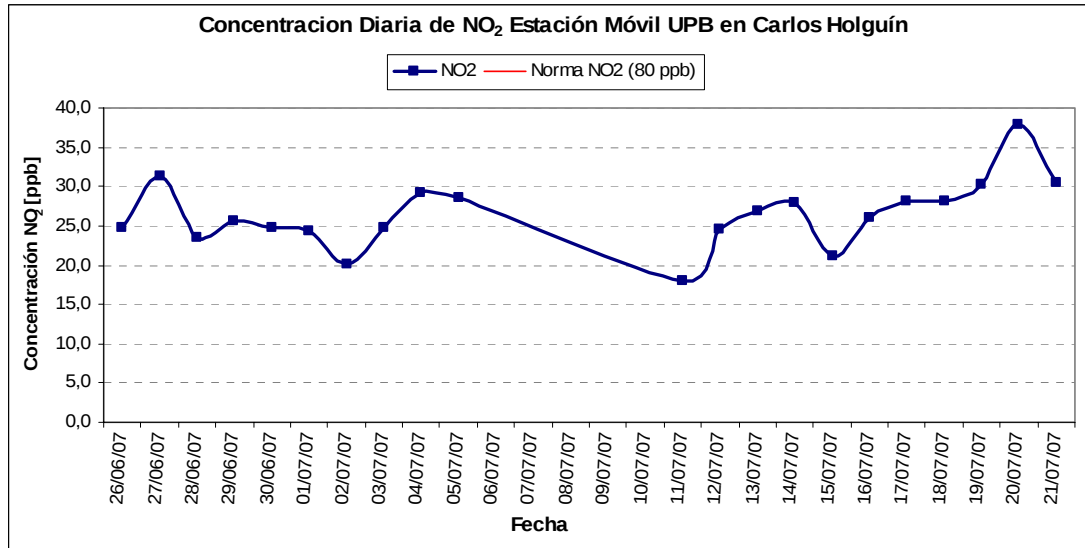
Tabla 44. Concentraciones de NO , NO_2 y NO_x para 1 y 24 horas en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín

Contaminante	Periodo Variación	Máximo	Mínimo	Nº datos	Valor promedio	Desviación estándar	No veces superior a norma
NO	1-hora	222.0	0.0	405	26.2	29.8	0
	24-horas	42.9	7.6	23	25.1	10.2	0
NO_2	1-hora	74	0	493	26.3	9.8	0
	24-horas	38	17.5	23.0	25.9	4.6	0
NO_x	1-hora	259	0.0	493	47.2	35	0
	24-horas	72.1	20.4	23	46.2	13.3	0

Gráfica 203. Variación horaria de la concentración del Dioxido de Nitrógeno en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín

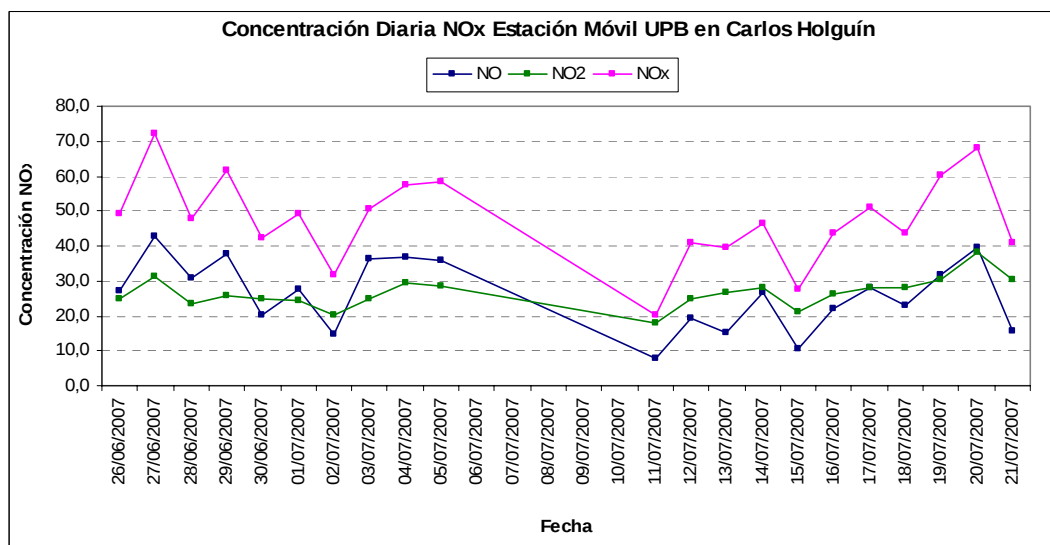


Gráfica 204. Variación diaria de la concentración del Dioxido de Nitrógeno en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín

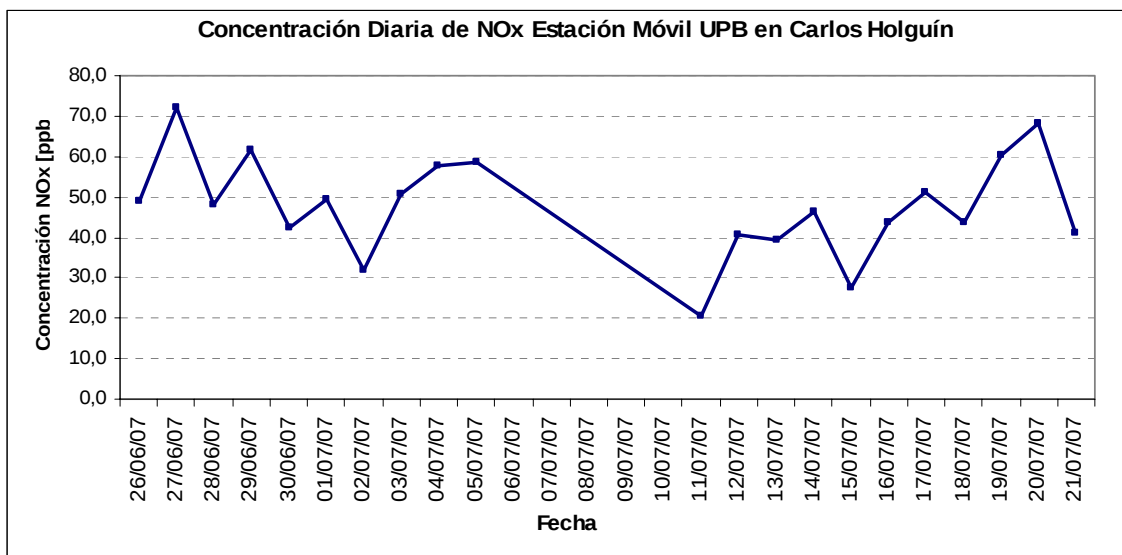


En las gráficas 205 y 206, se muestran las concentraciones horaria y diaria de los NO, NO₂ y NO_x observándose que para los NO_x horarios, se presentan unas altas concentraciones con valores máximos de 259 ppb debido a las altas concentraciones de NO que se suman a las de NO₂, estos altos valores de NO_x pueden transformarse rápidamente en ozono al reaccionar con la radiación solar. El valor promedio aritmético horario calculado para los NO_x de 47,2 ppb.

Gráfica 205. Variación Horaria de la Concentración de los Óxidos de Nitrógeno en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín



Gráfica 206. Variación Diaria de la Concentración de los Óxidos de Nitrógeno en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín

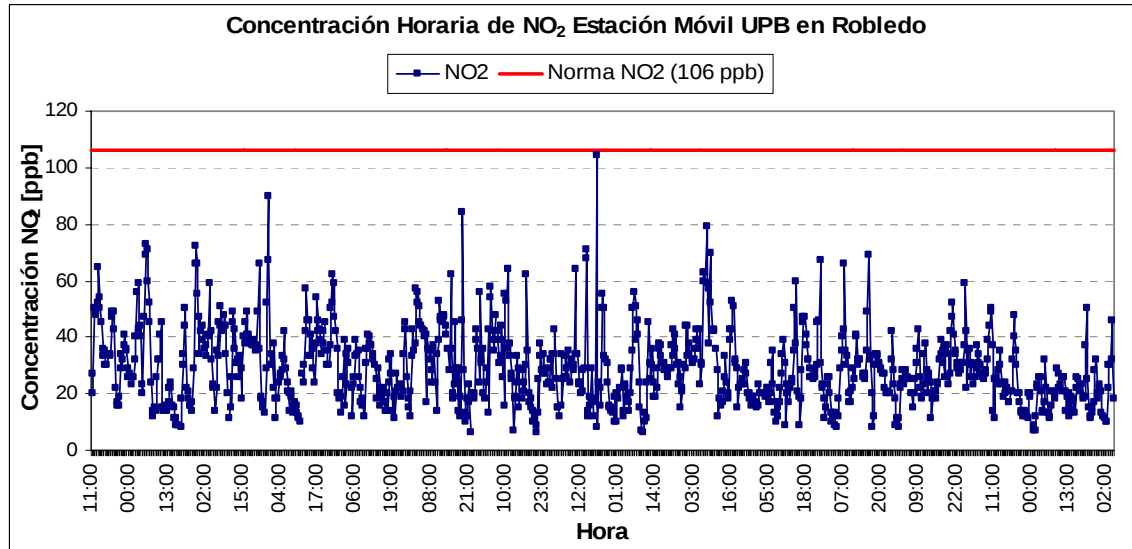


En la tabla 45 y las gráficas 207 y 208, se observa el Dióxido de Nitrógeno (NO_2) en el barrio Robledo. El valor máximo horario obtenido para este contaminante es de 104 ppb. El promedio aritmético durante el tiempo de medición es de 29,02 ppb, estando caracterizado este periodo por valores que no superan la resolución 601 de 2006 tanto para valores horarios como para promedios diarios, siendo el valor máximo diario medido de 44,82 ppb y el promedio aritmético diario de 33,2 ppb.

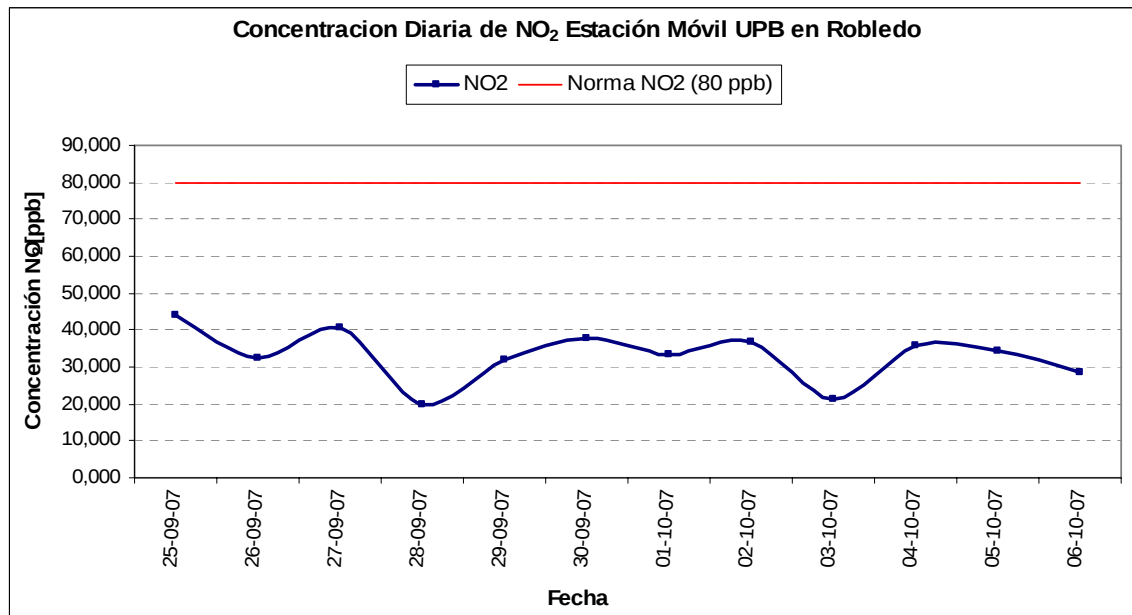
Tabla 45. Concentraciones de NO , NO_2 y NO_x para 1 y 24 horas en Robledo

Contaminante	Periodo Variación	Máximo	mínimo	No datos	Valor promedio	Desviación estándar	Nº veces superior a norma
NO	1-hora	141,0	0,0	821	22,56	25,09	0
	24-horas	53,58	5,0	43	24,5	9,62	0
NO_2	1-hora	104,0	6,0	964	29,02	13,39	0
	24-horas	44,82	17,26	43	33,2	6,63	0
NO_x	1-hora	191,0	2,0	964	47,83	33,11	0
	24-horas	97,5	23,69	41	53,8	14,51	0

Gráfica 207. Variación horaria de la concentración del Dioxido de Nitrógeno en Robledo

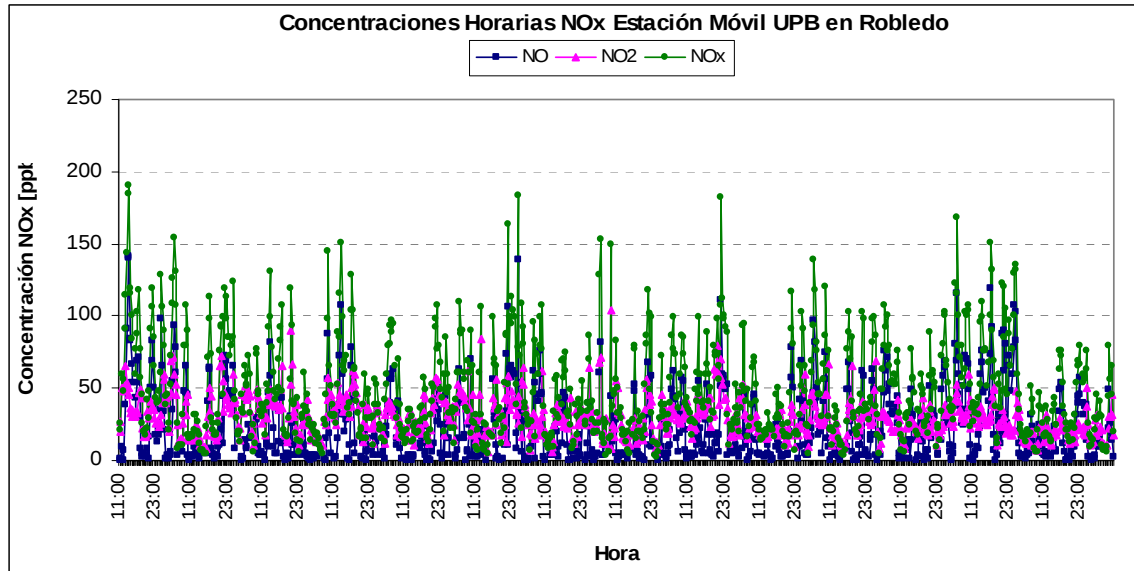


Gráfica 208. Variación diaria de la concentración del Dioxido de Nitrógeno en Robledo

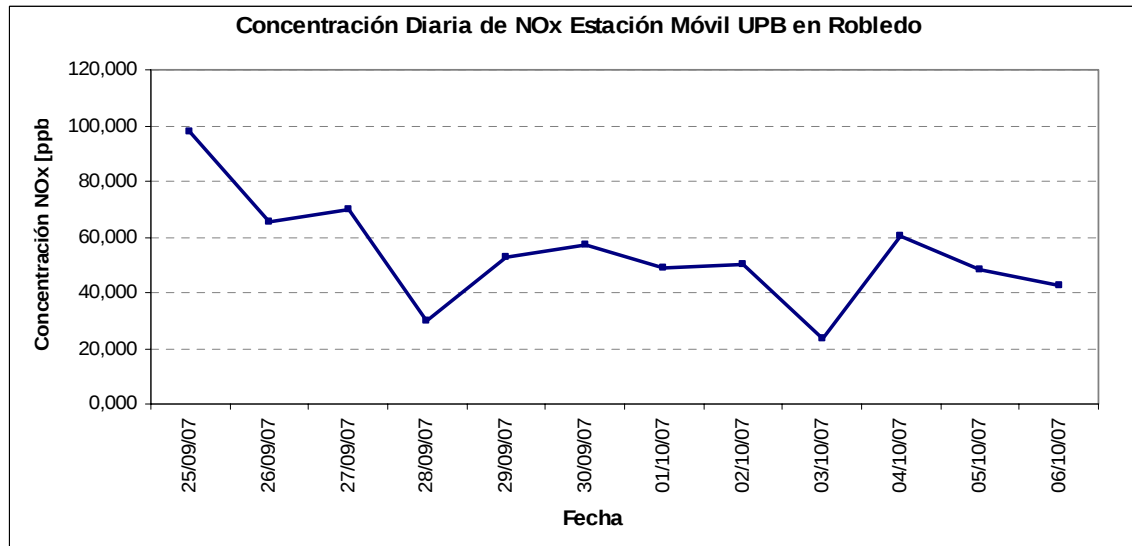


En las gráficas 209 y 210, se muestran las concentraciones horaria y diaria de los NO, NO₂ y NO_x observándose que para los NO_x horarios, se presentan unas concentraciones con valores máximos de 191 ppb. El valor promedio aritmético horario calculado para los NO_x de 47,83 ppb.

Gráfica 209. Variación horaria de la concentración de los Óxidos de Nitrógeno en Robledo



Gráfica 210. Variación diaria de la concentración de los Óxidos de Nitrógeno en Robledo



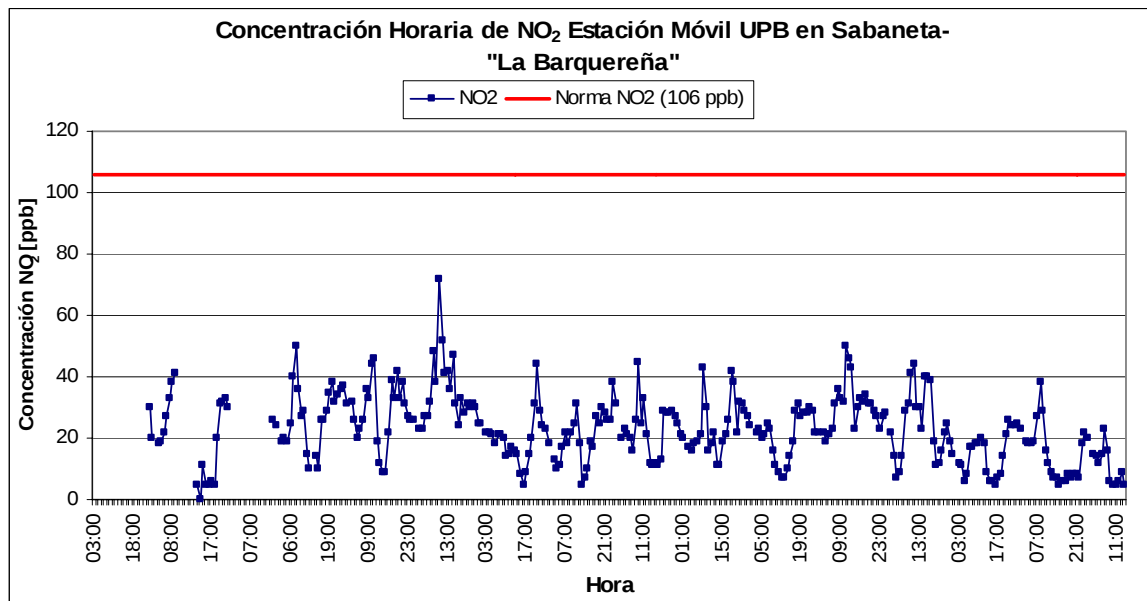
En Santa Mónica, se observa en la tabla 46 y la gráfica 211 que el Dióxido de Nitrógeno (NO_2) no supera la norma horaria colombiana. El valor máximo horario obtenido para este contaminante es de 69.0 ppb. El promedio aritmético durante el tiempo de medición es de 29.3 ppb.

Para los valores diarios del Dióxido de Nitrógeno (NO_2), no se presentan episodios en los cuales sea superada la Resolución 601 de 2006, siendo el valor máximo 36,8 ppb y el promedio aritmético de 29,3 ppb.

Tabla 46. Concentraciones de NO , NO_2 y NO_x para 1 y 24 horas.

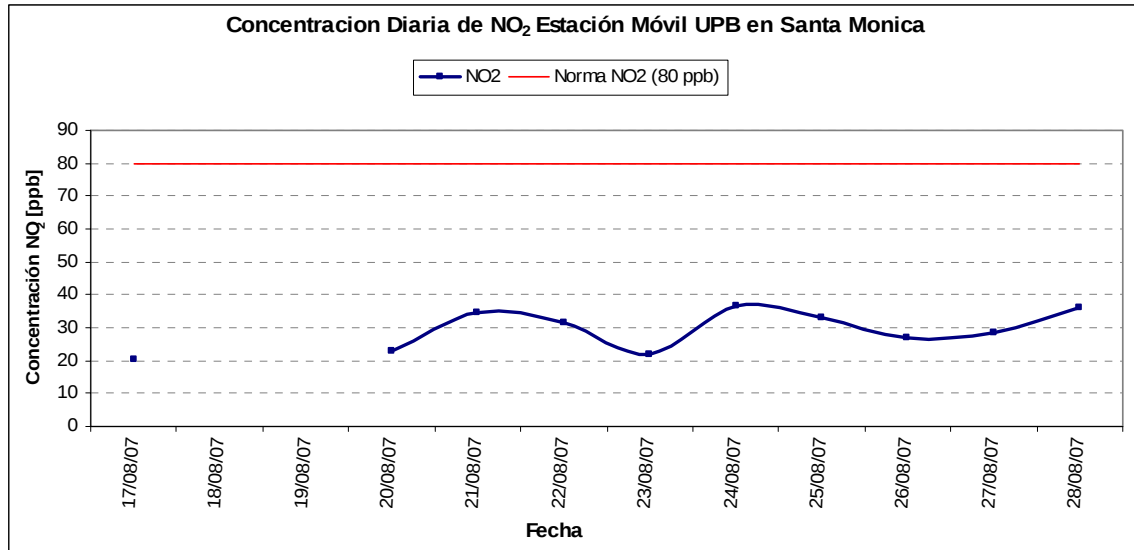
Contaminante	Periodo Variación	Máximo	mínimo	No datos	Valor promedio	Desviación estándar	No veces superior a norma
NO	1-hora	98,0	0,0	132	22,4	19,82	0
	24-horas	30,9	8,9	10	20,9	7,0	0
NO_2	1-hora	69,0	10,0	204	29,3	11,76	0
	24-horas	36,8	20,2	10	29,3	6,1	0
NO_x	1-hora	130,0	6,0	204	42,6	27,13	0
	24-horas	60,8	23,2	10	43,3	13,5	0

Gráfica 211. Variación horaria de la concentración del Dióxido de Nitrógeno en Santa Mónica

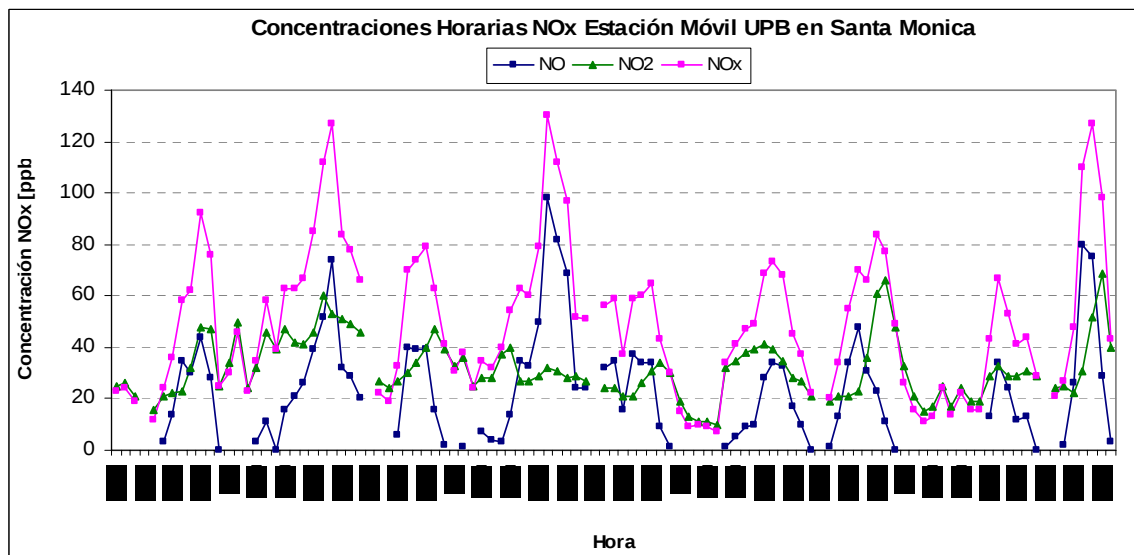


Las gráficas 212 a 213, se muestran las concentraciones horaria y diaria de los NO_2 y NO_x respectivamente, observándose que para los NO_x horarios, se presentan unas altas concentraciones con valores máximos de 130.0 ppb. El valor promedio aritmético calculado para los óxidos de nitrógeno es de 42,6 ppb.

Gráfica 212. Variación diaria de la concentración del Dióxido de Nitrógeno en Santa Mónica



Gráfica 213. Variación horaria de la concentración de los Óxidos de Nitrógeno en Santa Mónica



En la Casa de la Cultura “La Barquereña”, se observa en la tabla 47 y la gráfica 214 que el Dióxido de Nitrógeno (NO₂) no supera la Resolución 601 de debido probablemente a que las corrientes de vientos que arrastran los contaminantes tanto del flujo automotor que transita por la vías aledañas al sitio de muestreo. El valor

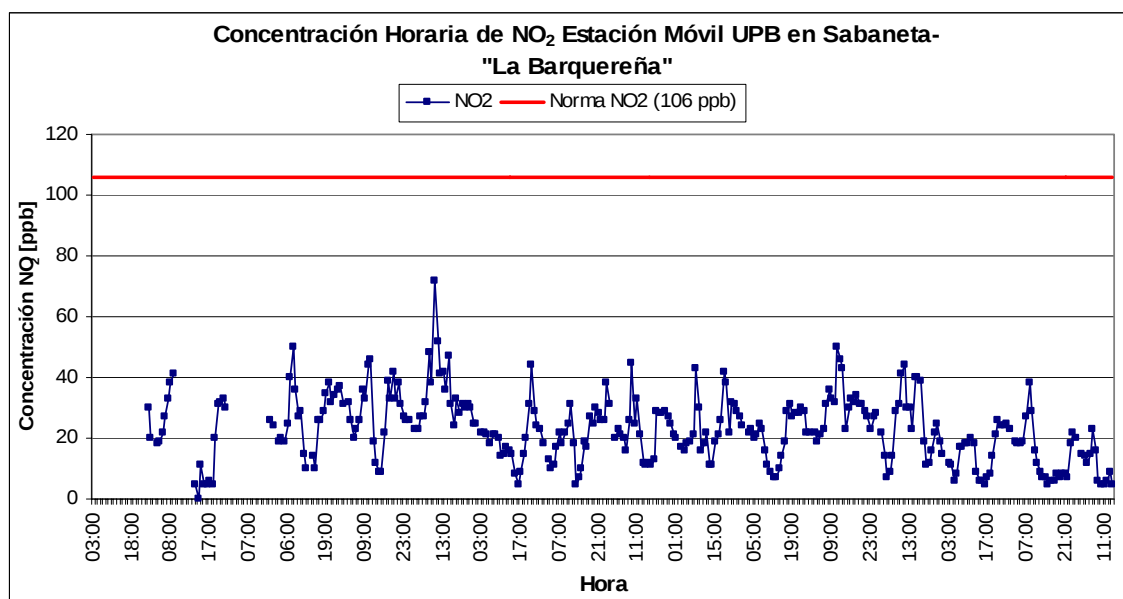
máximo horario obtenido para este contaminante es de 72,0 ppb. El promedio aritmético durante el tiempo de medición es de 22,8 ppb.

Para los valores diarios del Dióxido de Nitrógeno (NO_2), no se presentan episodios en los cuales sea superada la norma, siendo el valor máximo medido de 34,7 ppb y el promedio aritmético de 22,8 ppb.

Tabla 47. Concentraciones de NO , NO_2 y NO_x para 1 y 24 horas en la Casa de la Cultura “La Barquereña”

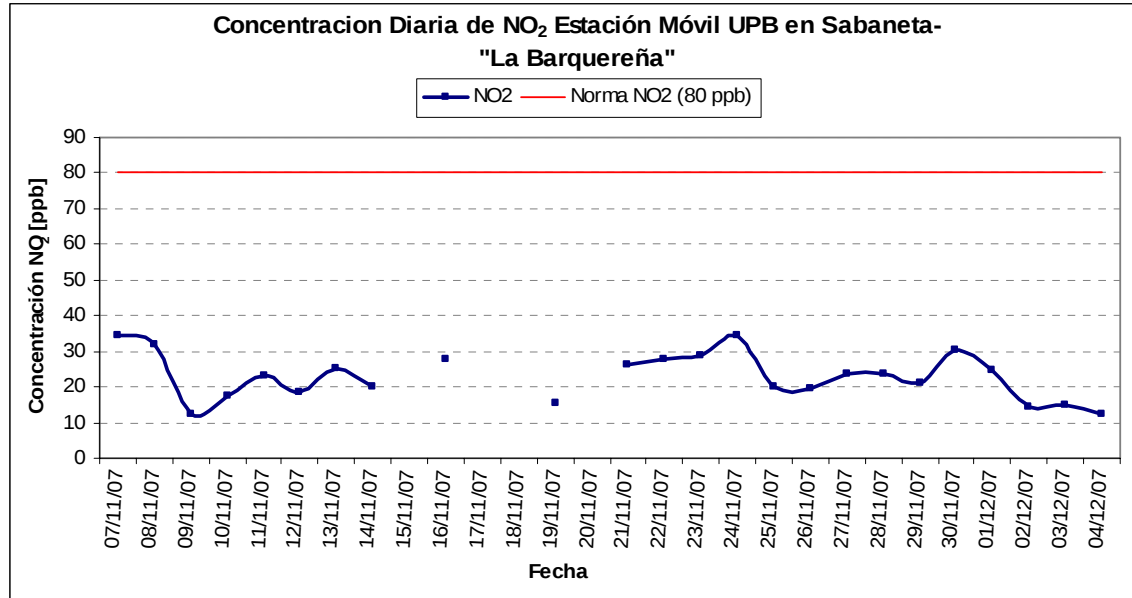
Contaminante	Periodo Variación	Máximo	Mínimo	Nº datos	Valor promedio	Desviación estándar	No veces superior a norma
NO	1-hora	73,0	0,0	229	14,0	13,48	0
	24-horas	26,3	3,0	23	12,9	6,8	0
NO_2	1-hora	72,0	0,0	450	22,8	10,66	0
	24-horas	34,7	12,4	23	22,8	6,6	0
NO_x	1-hora	106,0	0,0	441	28,5	19,96	0
	24-horas	52,8	9,9	23	28,8	12,1	0

Gráfica 214. Variación horaria de la concentración del Dióxido de Nitrógeno en la Casa de la Cultura “La Barquereña”

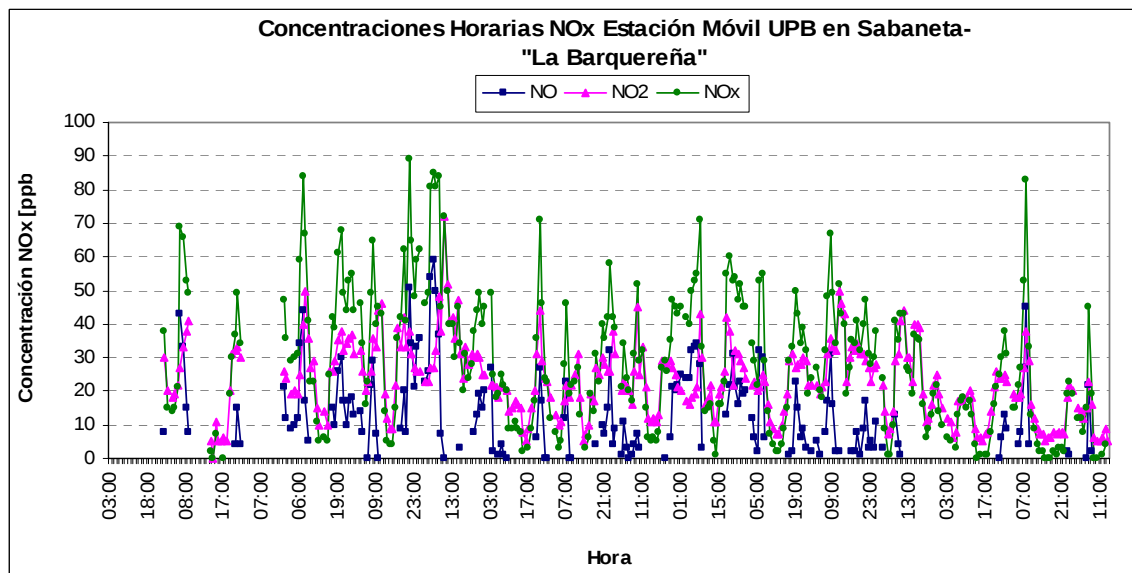


Las gráficas 215 y 216, se muestran las concentraciones horaria y diaria de los NO y NO_x respectivamente, observándose que para los NO_x horarios, se presentan concentraciones con valores máximos de 106,0 ppb. El valor promedio aritmético calculado para estos es de 28,5 ppb.

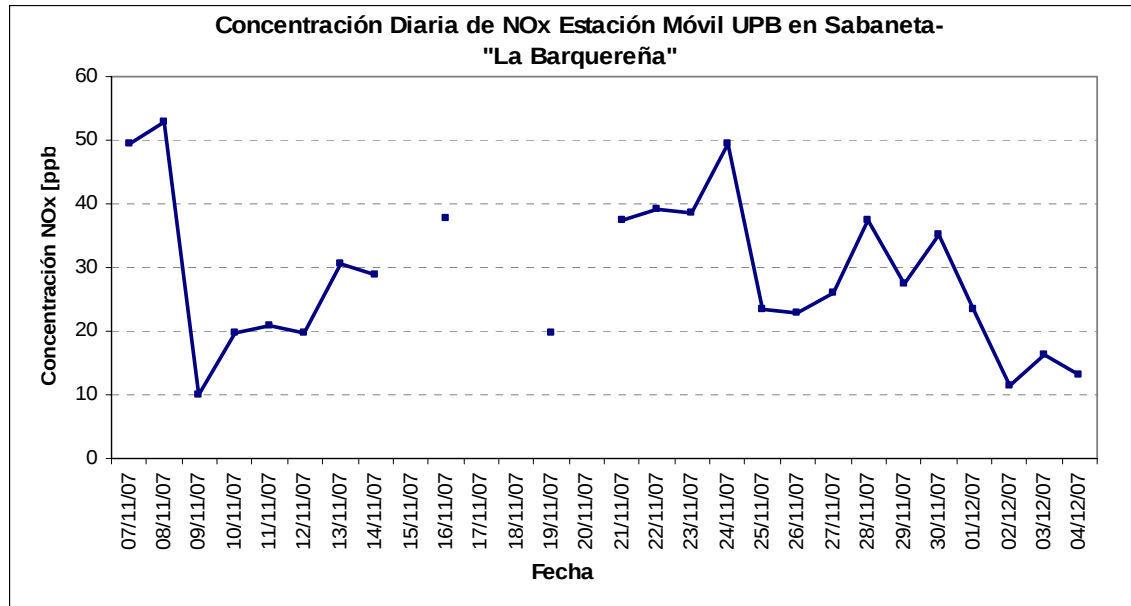
Gráfica 215. Variación diaria de la concentración del Dióxido de Nitrógeno en la Casa de la Cultura "La Barquereña"



Gráfica 216. Variación Horaria de la Concentración de los Óxidos de Nitrógeno en la Casa de la Cultura "La Barquereña"



Gráfica 217. Variación Diaria de la Concentración de los Óxidos de Nitrógeno en la Casa de la Cultura “La Barquereña”



- **Índice de Calidad del Aire (AQI) en la estación móvil automática.**

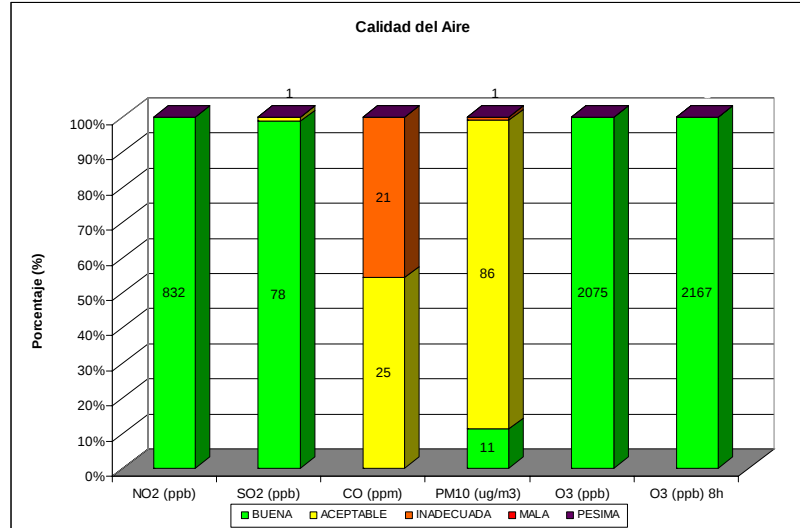
La tabla 48 muestra los resultados del análisis realizado usando el Air Quality Index (AQI) en la zona de la Aguacatala, que clasifica la calidad del aire en categorías según el tiempo de monitoreo y el contaminante.

Tabla 48. Índice de calidad del aire en la Aguacatala

Porcentaje de Calidad del Aire						
	Buena	Moderada	Inadecuada	Mala	Peligrosa	%
NO ₂ (ppb)	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
SO ₂ (ppb)	98,7	1,3	0,0	0,0	0,0	100,0
CO (ppm)	0,0	54,3	45,7	0,0	0,0	100,0
PM ₁₀ (µg/m ³)	11,2	87,8	1,0	0,0	0,0	100,0
O ₃ (ppb)	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
O ₃ (ppb) 8h	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0

En la gráfica 218 se observa la calidad del aire, de acuerdo a cada uno de los contaminantes analizados. El contaminante que presenta la situación más desfavorable es el CO con el 54,3% del tiempo de calidad aceptable y 45,7% del tiempo inadecuado, seguido del PM10 que presenta 11,2% del tiempo bueno, 87,8% del tiempo aceptable y 1% del tiempo inadecuado.

Gráfica 218. Porcentaje de calidad del aire por contaminante en la Aguacatala



Si se analiza el conjunto de los contaminantes, se podría concluir que la calidad del aire la mayor parte del tiempo es buena (92.8%) pero teniendo en cuenta que el contaminante criterio es aquel que arroje los resultados mas desfavorables y que para nuestro caso es el monóxido de carbono sin descartar el PM10, se puede establecer entonces que la calidad del aire para el sector de la Aguacatala es 54% aceptable y 46 % inadecuada. En el caso de que el PM10 fuera el contaminante criterio, se podría decir que la calidad del aire para este sector es 11,2% buena, 87,8% aceptable y 1% inadecuada.

Las tablas 49 y 50 muestran el análisis del AQI en el sitio de Girardota, que clasifica la calidad del aire en categorías de calidad.

En la tabla 49 se observa que las ocurrencias fueron buenas para todos los contaminantes excepto para el PM10, el cual tuvo 8 ocurrencias aceptables y que representan el 0,5% del total de las ocurrencias, siendo por tanto la calidad del aire buena en un 76,5% y aceptable en un 23,5% debido al contaminante criterio que es el PM10.

Tabla 49. Ocurrencias de cada contaminante en el sitio de Girardota

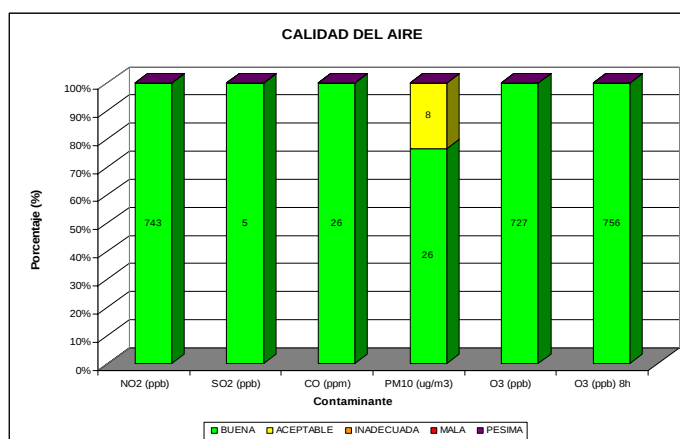
Contaminante	Ocurrencias					Total datos
	Buena	Aceptable	Inadecuada	Mala	Pésima	
NO ₂ (ppb)	743	0	0	0	0	743
SO ₂ (ppb)	5	0	0	0	0	5
CO (ppm)	26	0	0	0	0	26
PM ₁₀ (µg/m3)	26	8	0	0	0	34
O ₃ (ppb)	727	0	0	0	0	727
O ₃ (ppb) 8h	756	0	0	0	0	756
Total	1527	8	0	0	0	1535
Porcentaje total	99,5	0,5	0,0	0,0	0,0	100,0

Tabla 50. Clasificación de la calidad del aire en el sitio de Girardota

Porcentaje de Calidad del Aire						%
	Buena	Aceptable	Inadecuada	Mala	Pésima	
NO ₂ (ppb)	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
SO ₂ (ppb)	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
CO (ppm)	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
PM10 (µg/m ³)	76,5	23,5	0,0	0,0	0,0	100,0
O ₃ (ppb)	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
O ₃ (ppb) 8h	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0

La gráfica 219, es el registro gráfico del AQI, nos muestra la calidad del aire buena para todos los contaminantes excepto para el PM10 con un porcentaje del 23,5% aceptable.

Gráfica 219. Porcentaje de la calidad del aire por contaminante en el lugar de Girardota



Las tablas 51 y 52 muestran el análisis del AQI en el sitio de la Escuela de Carabineros Carlos Holguín, que clasifica la calidad del aire en categorías de calidad.

En la tabla 51 se observan las ocurrencias para los contaminantes, destacándose 20 ocurrencias de PM10 para calidad aceptable, en el caso de ozono horario el número de ocurrencias inadecuadas fue de 2 y para ozono octohorario de 17 aceptables, el resto de las ocurrencias para cada contaminante fueron buenas.

Con base en estos resultados y teniendo como referencia que el contaminante criterio es aquel que sin importar su porcentaje es el resultado mas desfavorable obtenido, así mismo que la calidad del aire se establece con el porcentaje mas desfavorable del contaminante dado, se determina por tanto que existe una calidad de aire inadecuada para el sector debido al 0,2% de calidad inadecuada para el ozono horario que es el contaminante criterio. Sin embargo no se debe descartar el PM10 cuyo porcentaje de calidad del aire es 48,8% aceptable.

Tabla 51. Ocurrencias de cada Contaminante en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín

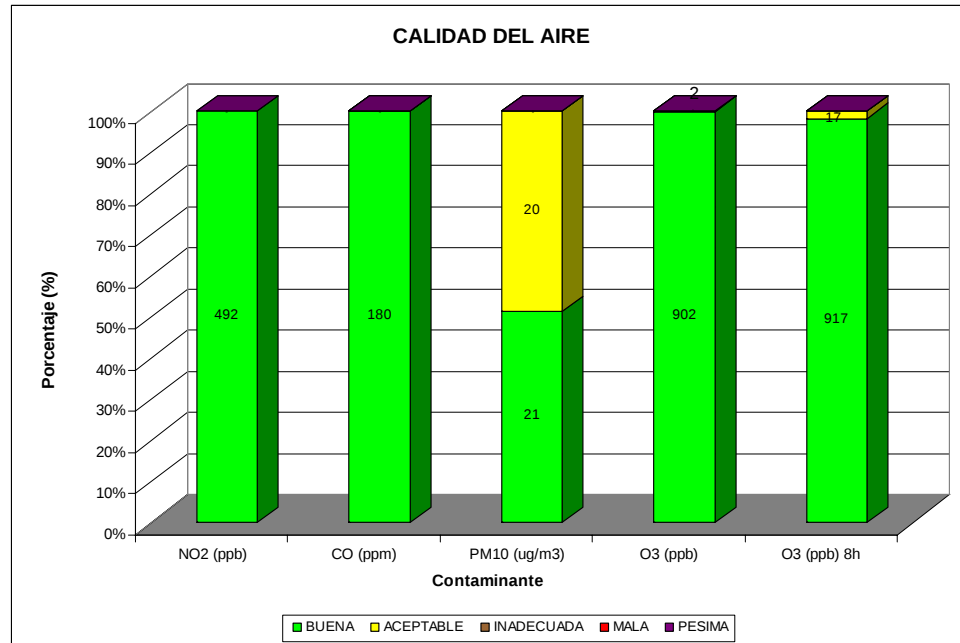
Contaminante	Ocurrencias					Total Datos
	Buena	Aceptable	Inadecuada	Mala	Pésima	
NO ₂ (ppb)	492				0	492
CO (ppm)	180	0	0	0	0	180
PM ₁₀ (µg/m ³)	21	20	0	0	0	41
O ₃ (ppb)	902		2	0	0	904
O ₃ (ppb) 8h	917	17	0	0	0	934
Total	1595	20	2	0	0	1617
% total	98,6	1,2	0,1	0,0	0,0	100,0

Tabla 52. Clasificación de la calidad del aire en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín

Porcentaje de Calidad del Aire						
Contaminante	Buena	Aceptable	Inadecuada	Mala	Pésima	%
NO ₂ (ppb)	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
CO (ppm)	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
PM ₁₀ (µg/m ³)	51,2	48,8	0,0	0,0	0,0	100,0
O ₃ (ppb)	99,8	0,0	0,2	0,0	0,0	100,0
O ₃ (ppb) 8h	98,2	1,8	0,0	0,0	0,0	100,0

La gráfica 220 es el registro gráfico de la calidad del aire según la Environmental Protection Agency de los Estados Unidos (EPA) y nos muestra la calidad del aire para el PM₁₀ con 20 episodios de calidad del aire aceptable, para el ozono horario dos episodios inadecuados y para el ozono octohorario con 17 episodios aceptables. El resto de los episodios de cada contaminante presenta calidad buena.

Gráfica 220. Porcentaje de la calidad del aire por contaminante en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín



Las tablas 53 y 54 muestran el análisis del AQI en el lugar de Robledo, que clasifica la calidad del aire en categorías de calidad.

En la tabla 53 se observan las ocurrencias para los contaminantes, destacándose 9 ocurrencias de PM₁₀ para calidad aceptable, en el caso de ozono horario el número de ocurrencias inadecuadas fue de 11 y para ozono octohorario de 38 aceptables, el resto de las ocurrencias para cada contaminante fueron buenas.

Con base en estos resultados se establece por tanto que existe una calidad de aire inadecuada para el sector debido al 1,16% de calidad inadecuada para el ozono horario que es el contaminante criterio.

Tabla 53. Ocurrencias de cada contaminante en Robledo

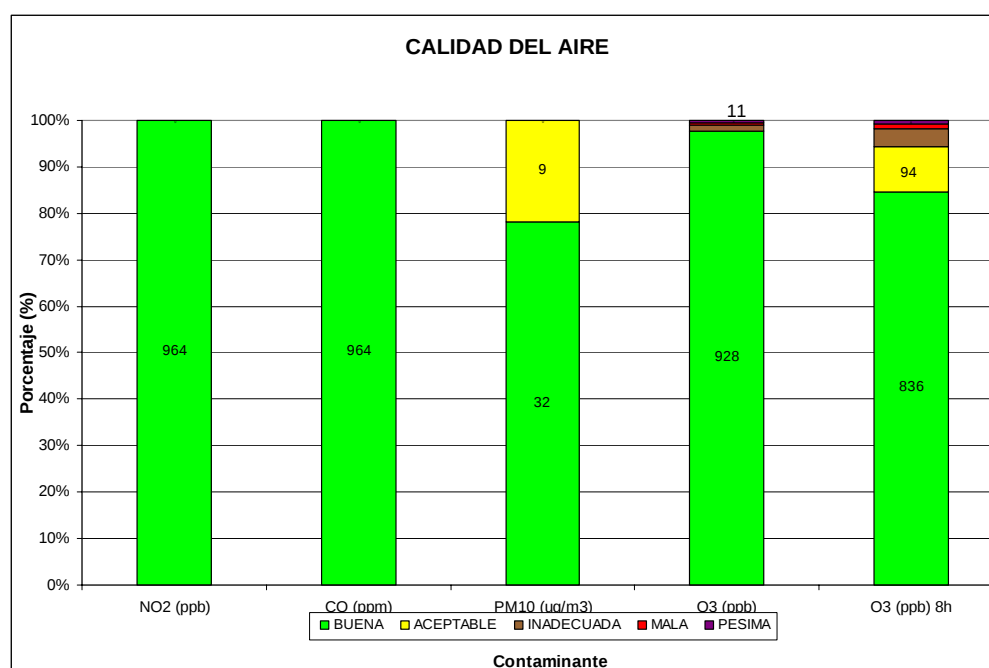
	OCURRENCIAS					Total Datos
	Buena	Aceptable	Inadecuada	Mala	Pésima	
NO ₂ (ppb)	964	0	0	0	0	964
CO (ppm)	964	0	0	0	0	964
PM ₁₀ (µg/m ³)	32	9	0	0	0	41
O ₃ (ppb)	928	0	11	6	4	949
O ₃ (ppb) 8h	836	94	38	11	8	947
Total	2888	*	11	6	4	2918
% total	99.0	0,3	0,4	0,2	0,1	100,0

Tabla 54. Clasificación de la calidad del aire en Robledo

Porcentaje de Calidad del Aire						
Contaminante	Buena	Aceptable	Inadecuada	Mala	Pésima	%
NO ₂ (ppb)	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
CO (ppm)	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
PM10 (µg/m ³)	78,05	21,95	0,0	0,0	0,0	100,0
O ₃ (ppb)	97,79	0,0	1,16	0,63	0,42	100,0
O ₃ (ppb) 8h	84,72	9,51	3,85	1,11	0,81	100,0

La gráfica 221 es el registro gráfico de la calidad del aire según la Environmental Protection Agency de los Estados Unidos (EPA) nos muestra la calidad del aire para el PM10 en el sitio de Robledo, con 9 episodios de calidad del aire aceptable, se destaca la ocurrencia de eventos pésimos para el ozono horario con 4 episodios y para el ozono octohorario con 8 episodios.

Gráfica 221. Porcentaje de la calidad del aire por contaminante en Robledo



Las tablas 55 y 56 muestran el análisis del AQI en el barrio Santa Mónica, que clasifica la calidad del aire en categorías de calidad.

En la tabla 55 se observa que las ocurrencias fueron buenas para todos los contaminantes excepto para el PM10, el cual tuvo 8 ocurrencias aceptables y que representan el 0,5% del total de las ocurrencias, siendo por tanto la calidad del aire buena en un 76,5% y aceptable en un 23,5% debido al contaminante criterio que es el PM10.

Tabla 55. Ocurrencias de cada contaminante en Santa Mónica

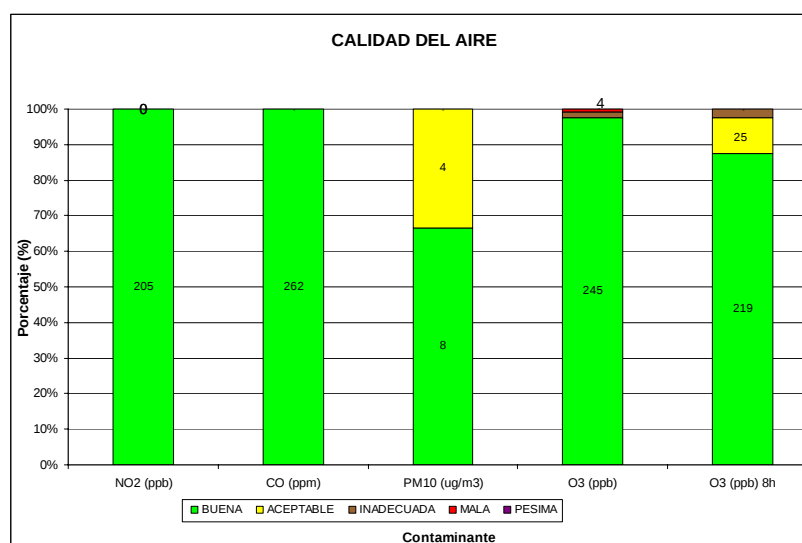
Contaminante	Ocurrencias					Total Datos
	Buena	Aceptable	Inadecuada	Mala	Pésima	
NO ₂ (ppb)	205	0	0	0	0	205
CO (ppm)	262	0	0	0	0	262
PM ₁₀ (µg/m ³)	8	4	0	0	0	12
O ₃ (ppb)	245	0	4	2	0	251
O ₃ (ppb) 8h	219	25	6	0	0	250
Total	720	4	4	2	0	730
Porcentaje total	98,6	0,5	0,5	0,3	0,0	100,0

Tabla 56. Clasificación de la calidad del aire según la EPA.

Porcentaje de Calidad del Aire						
Contaminante	Buena	Aceptable	Inadecuada	Mala	Pésima	%
NO ₂ (ppb)	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
SO ₂ (ppb)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
CO (ppm)	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
PM ₁₀ (µg/m ³)	66,67	33,33	0,0	0,0	0,0	100,0
O ₃ (ppb)	97,61	0,0	1,59	0,80	0,0	100,0
O ₃ (ppb) 8h	87,60	10,0	2,40	0,0	0,0	100,0

La gráfica 222, es el registro gráfico de la calidad del aire y nos muestra la calidad del aire buena y aceptable para el grueso de los contaminantes, pero hay que resaltar la ocurrencia de episodios en la categoría “mala” para el Ozono horario.

Gráfica 222. Porcentaje de la calidad del aire por contaminante en Santa Mónica



Las tablas 57 y 58 muestran el análisis del AQI en la Casa de la Cultura “La Barquereña”, que clasifica la calidad del aire en categorías de calidad.

En la tabla 57 se observa que las ocurrencias fueron buenas para todos los contaminantes excepto para el PM₁₀, el cual tuvo 8 ocurrencias aceptables y que representan el 0,5% del total de las ocurrencias, siendo por tanto la calidad del aire buena en un 76,5% y aceptable en un 23,5% debido al contaminante criterio que es el PM₁₀.

Tabla 57. Ocurrencias de cada contaminante en la Casa de la Cultura “La Barquereña”

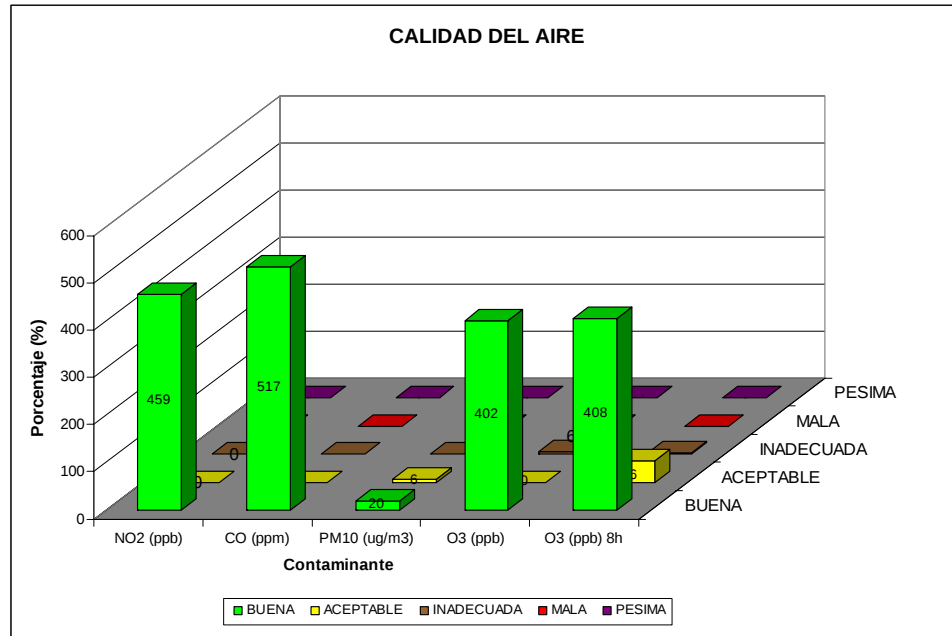
Contaminante	Ocurrencias					Total Datos
	Buena	Aceptable	Inadecuada	Mala	Pésima	
NO ₂ (ppb)	459	0	0	0	0	459
CO (ppm)	517	0	0	0	0	0
PM ₁₀ (µg/m ³)	20	6	0	0	0	26
O ₃ (ppb)	402	0	6	0	0	408
O ₃ (ppb) 8h	408	46	3	0	0	457
Total	881	6	6	0	0	893

Tabla 58. Clasificación de la calidad del aire en la Casa de la Cultura “La Barquereña”

Porcentaje de Calidad del Aire						
Contaminante	Buena	Aceptable	Inadecuada	Mala	Pésima	%
NO ₂ (ppb)	100	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
CO (ppm)	100	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
PM ₁₀ (µg/m ³)	76,92	23,08	0,0	0,0	0,0	100,0
O ₃ (ppb)	98,53	0,0	1,47	0,0	0,0	100,0
O ₃ (ppb) 8h	89,28	10,07	0,66	0,0	0,0	100,0

La gráfica 224, se presenta un registro gráfico de la calidad del aire y nos muestra la calidad del aire buena para todos los contaminantes excepto para el PM₁₀ con un porcentaje del 23,5% aceptable.

Gráfica 223. Porcentaje de la calidad del aire por contaminante en la Casa de la Cultura “La Barquereña”



6.2.2 Variables meteorológicas en la Estación Automática Móvil.

• Velocidad y dirección del viento.

En la Aguacatala, como se puede apreciar en la gráfica 225, la rosa muestra que el viento proviene del oeste con una intensidad menor a 1,54 m/s en un 20% del tiempo, transportando los diferentes contaminantes generados por las industrias y las vías de alto flujo vehicular que se encuentran en esta dirección hacia la urbanización donde se encontraba el equipo de medición y un 20% del tiempo el viento viene del Sureste realizando un proceso de transporte de los contaminantes similar a la dirección anterior. Las calmas representan el 45% del tiempo con lo que se genera acumulaciones de los contaminantes en este sitio por largos periodos de tiempo.

En el sector de Girardota, la gráfica 225 presenta que la dirección predominante del viento es hacia el Este con el 31% del tiempo y alcanzando velocidades máximas entre los 5,14 m/s y 8,23 m/s, seguida de la dirección Noreste con el 24% del tiempo y velocidades máximas entre 3,09 m/s y 5,14 m/s. las velocidades menores a 1,54 m/s se dan el 63% del tiempo seguidas de las velocidades entre 1,54 m/s y 3,09 m/s con el 22% del tiempo.

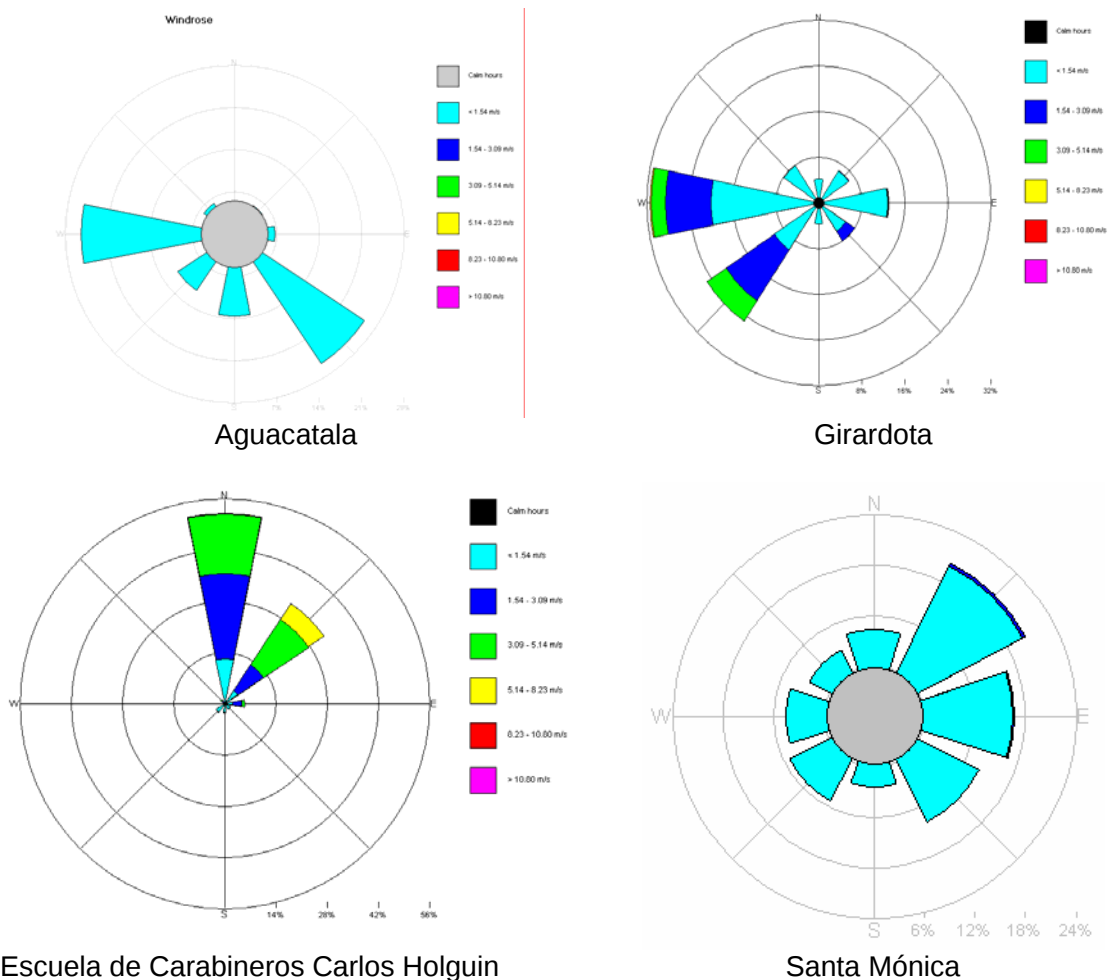
En el punto de la Escuela de Carabineros Carlos Holguín, se puede apreciar en la gráfica 223 que la dirección predominante del viento es hacia el sur con el 52% del tiempo y alcanzando velocidades máximas entre los 3,09 m/s y los 5,14 m/s, seguida de la dirección suroeste con el 33% del tiempo y velocidades máximas entre 5,14 m/s y 8,23 m/s.

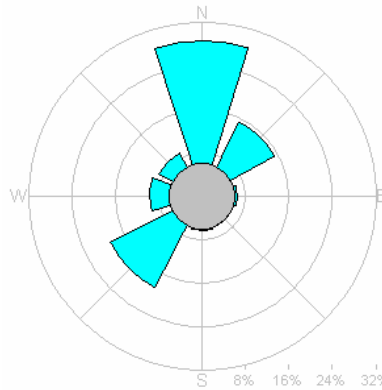
m/s. Las velocidades predominantes entre 1,54 m/s y 3,09 m/s se dan el 35% del tiempo seguidas de velocidades entre a 3,09 m/s y 1,54 m/s que se dan el 32% del tiempo.

En la zona de Santa Monica, la gráfica 225 muestra que la dirección predominante del viento es hacia el noreste con velocidades máximas entre los 1,54 m/s y 3,09 m/s, seguida de la dirección este y velocidades máximas de 1,54 m/s.

Para el sector de la Casa de la Cultura “La Barquereña”, en la gráfica 225 ilustra que la dirección predominante del viento es desde el norte con y alcanza velocidades máximas de 1,54 m/s en las direcciones mas comunes, seguida de la dirección suroccidente.

Gráfica 224. Rosas del viento en cada de la estación automática móvil UPB

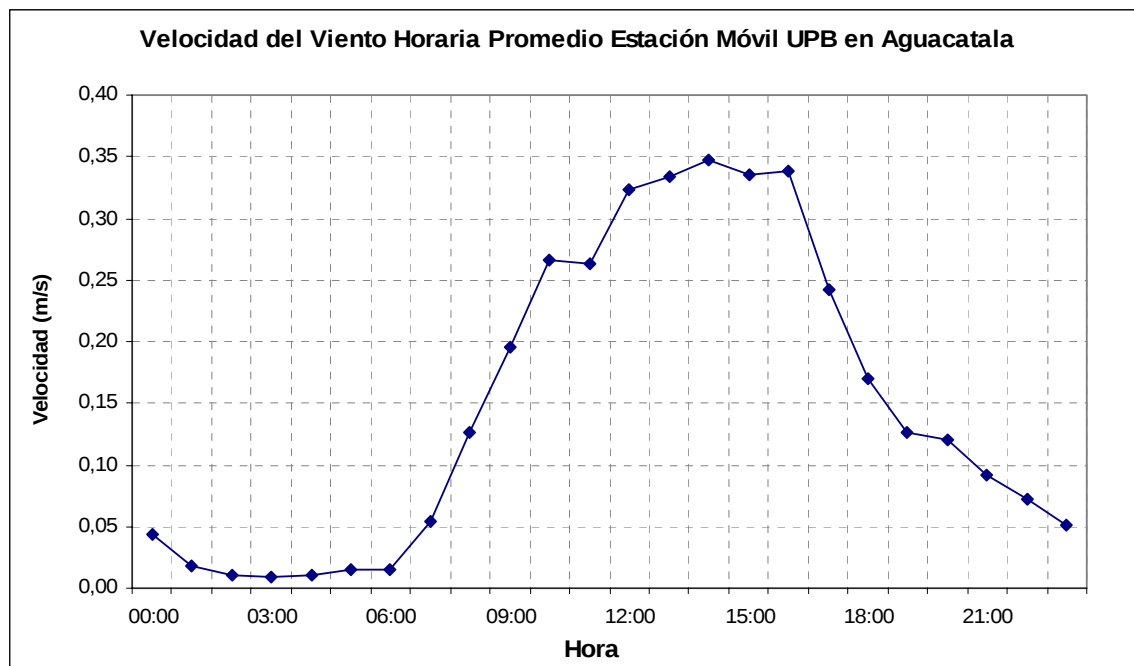




Casa de la Cultura "La Barquereña"

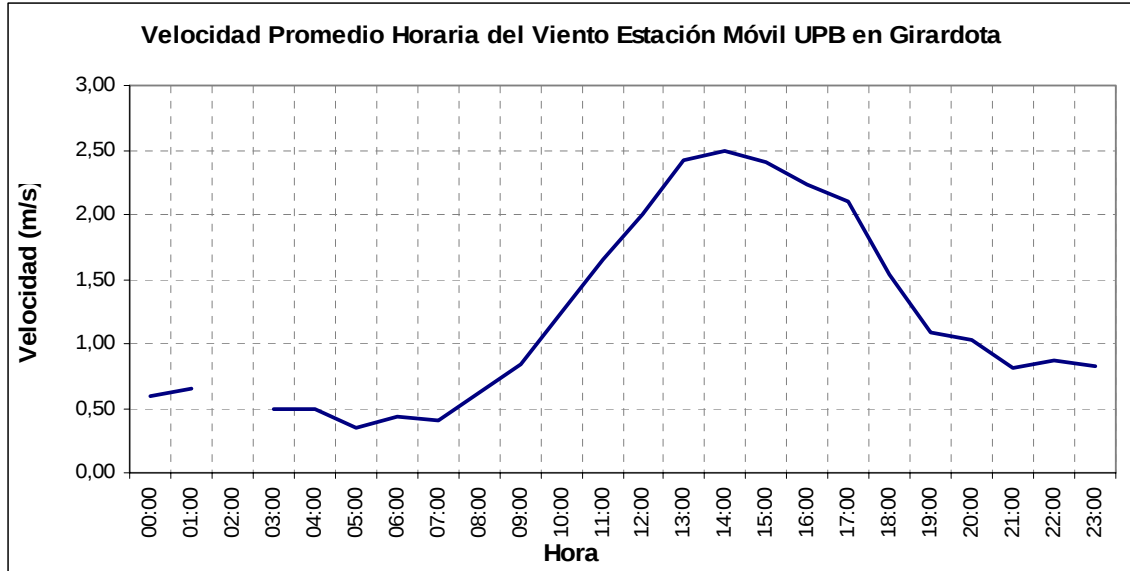
En la Aguacatala el parámetro escalar de velocidad se muestra en la gráfica 226 donde se observa que en las horas del medio día se alcanza una mayor velocidad del viento llegando en promedio hasta 0,4 m/s en los días analizados. La máxima instantánea se presenta en las horas de la tarde con una velocidad de 1,1 m/s los días 11 y 26 de febrero.

Gráfica 225. Promedio horarios de velocidad del viento en la Aguacatala



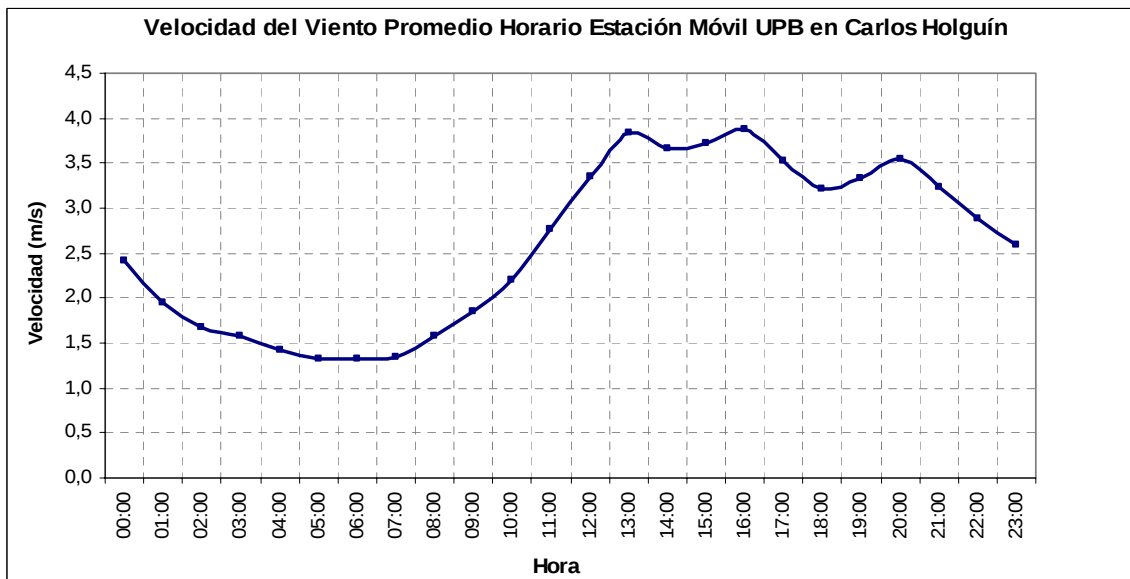
Para el sector de Girardota, la velocidad promedio horaria del viento se presenta en la gráfica 227. La máxima velocidad se alcanza entre la 13:00 horas y las 16:00 horas siendo su valor máximo de 2,49 m/s a las 14:00 horas. Los valores mínimos se generan en las horas de la noche y la madrugada.

Gráfica 226. Velocidad promedio horario del viento en Girardota



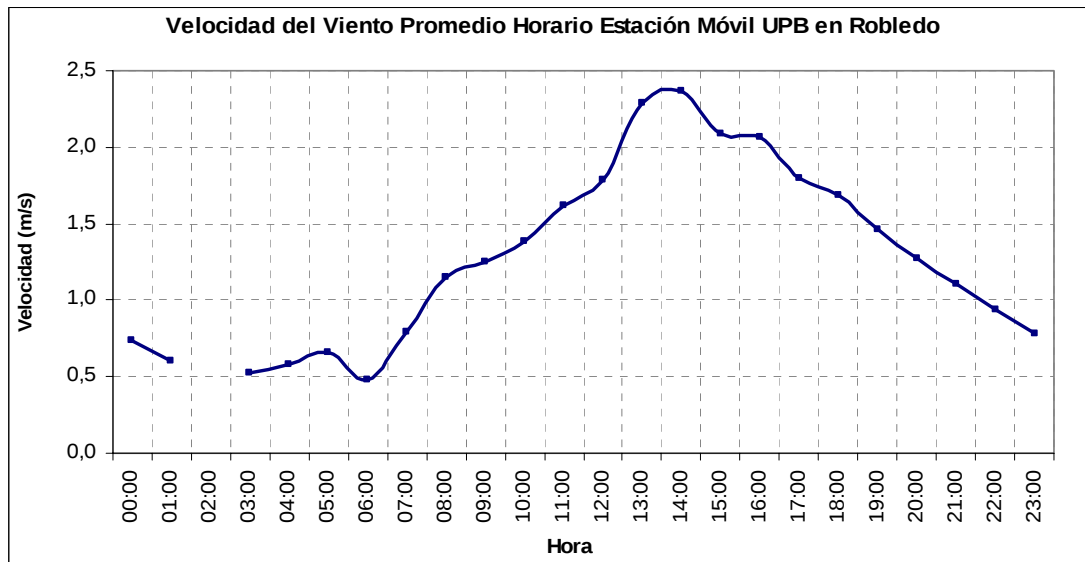
En el sector de la Escuela de Carabineros Carlos Holguín, la velocidad promedio horaria del viento se presenta en la gráfica 228. La máxima velocidad se alcanza entre la 13:00 horas y las 16:00 horas siendo su valor máximo de 3,9 m/s a las 16:00 horas. Los valores mínimos se generan en las horas de la noche y la madrugada.

Gráfica 227. Velocidad promedio horario del viento en Escuela de Carabineros Carlos Holguín



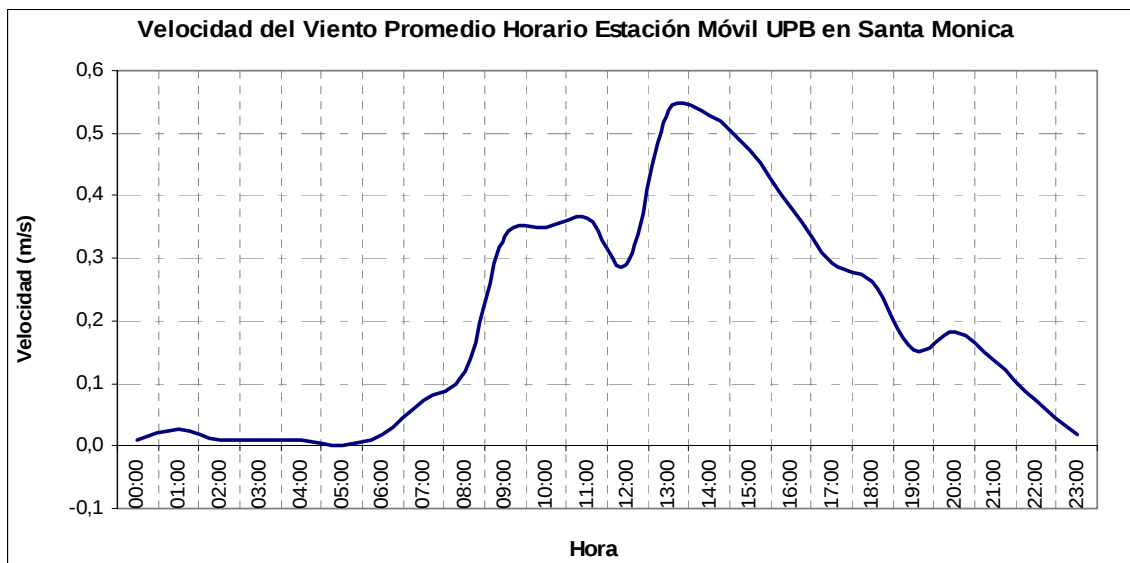
Para la zona de Robledo, la velocidad promedio horaria del viento se presenta en la gráfica 229. La máxima velocidad se alcanza entre la 13:00 horas y las 17:00 horas siendo su valor máximo de 2,4 m/s a las 14:00 horas. Los valores mínimos se generan en las horas de la noche.

Gráfica 228. Velocidad Promedio Horario del viento en Robledo



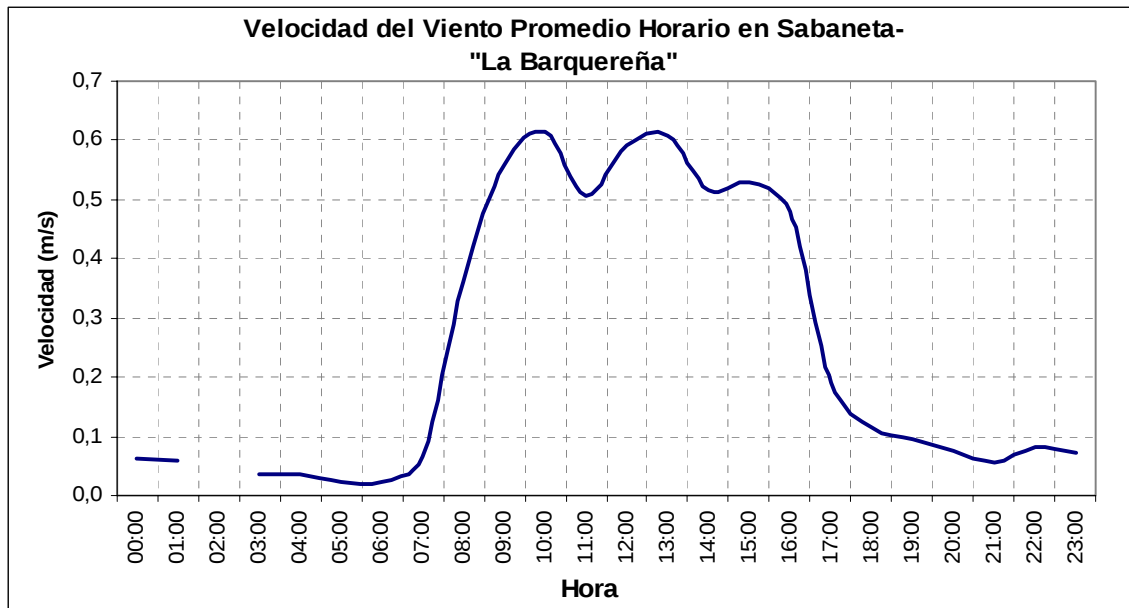
Para el sitio de Santa Mónica, la velocidad promedio horaria del viento se muestra en la gráfica 230. La máxima velocidad se alcanza entre la 13:00 horas y las 16:00 horas siendo su valor máximo de 0,5 m/s a la 13:00 horas. Los valores mínimos se generan en las horas de la noche.

Gráfica 229. Velocidad promedio horario del viento en Santa Mónica



Para el lugar de la Casa de la Cultura “Barranquera” se presenta la velocidad promedio horaria del viento en la gráfica 231. La máxima velocidad se alcanza entre la 09:00 horas y las 14:00 horas siendo su valor máximo de 0,6 m/s a las 09:00 horas. Los valores mínimos se generan en las horas de la noche y la madrugada.

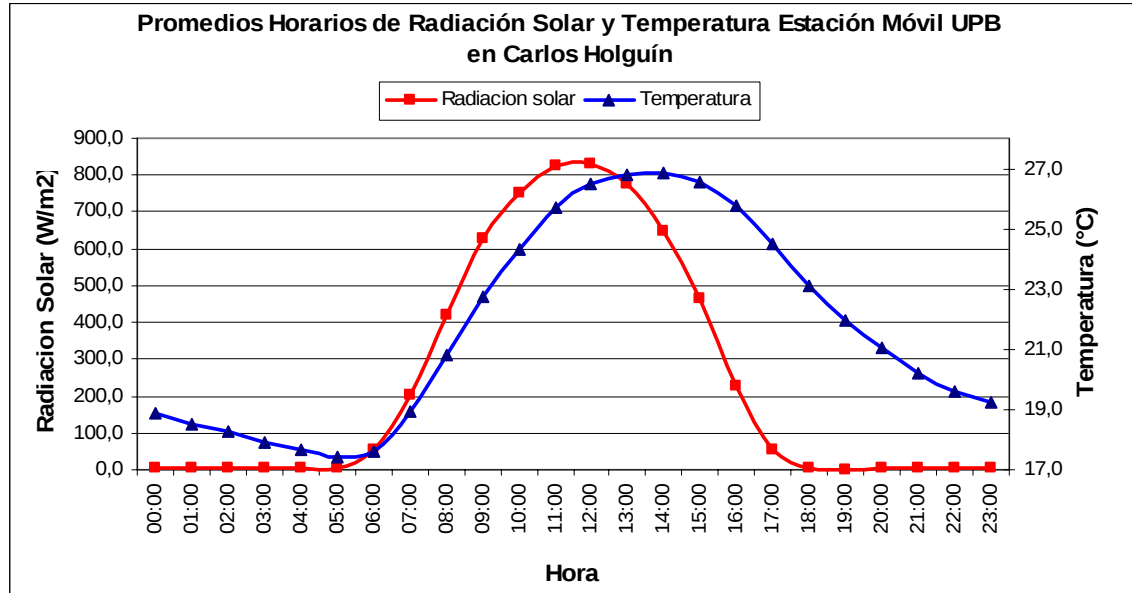
Gráfica 230. Velocidad promedio horario del viento en la Casa de la Cultura “La Barquereña”



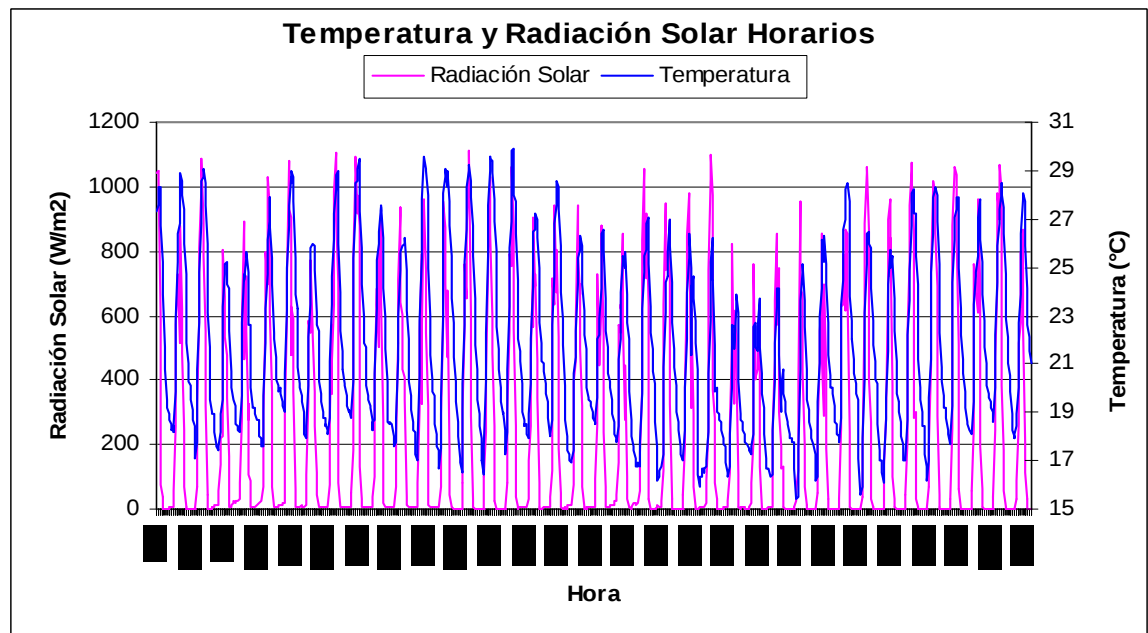
- **Comparación de temperatura con radiación solar.**

En las gráficas 232 a la 235, se presenta el comportamiento de un día promedio de temperatura del aire y radiación solar, como es de esperarse, la temperatura es directamente proporcional a la radiación solar ya que, a mayor presencia de la radiación solar se genera mayor temperatura. Otro elemento que se observa claramente, es el desfase que se presenta debido a que el proceso de enfriamiento es mucho más lento a lo largo de la noche.

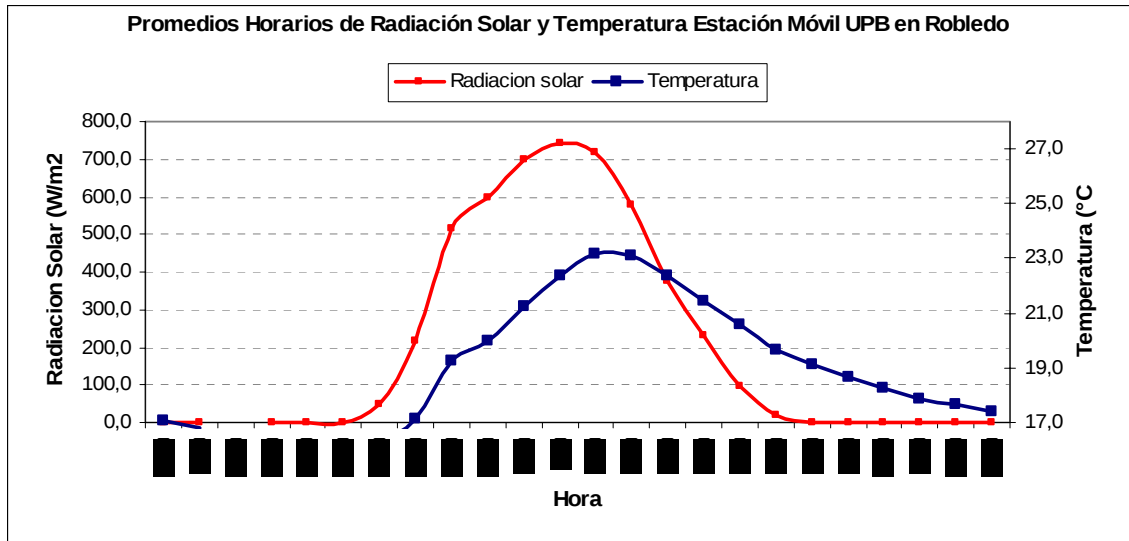
Gráfica 231. Promedio horario de radiación solar y temperatura en la Escuela de Carabineros Calos Holguín



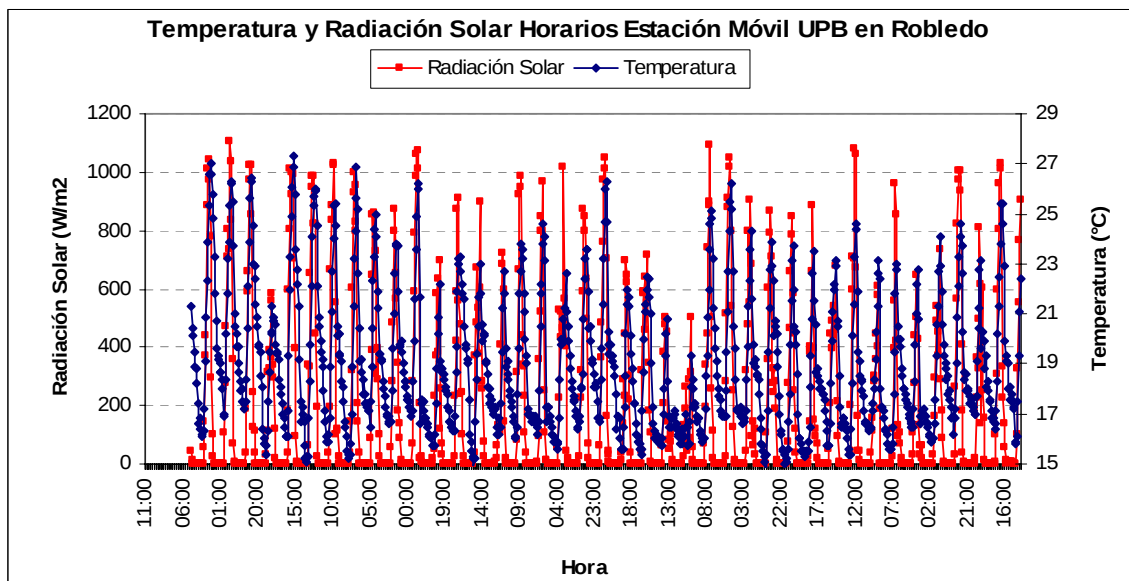
Gráfica 232. Temperatura y Radiación Solar Horarias en la Escuela de Carabineros Calos Holguín



Gráfica 233. Promedio horario de radiación solar y temperatura en Robledo



Gráfica 234. Temperatura y radiación solar horarias en Robledo



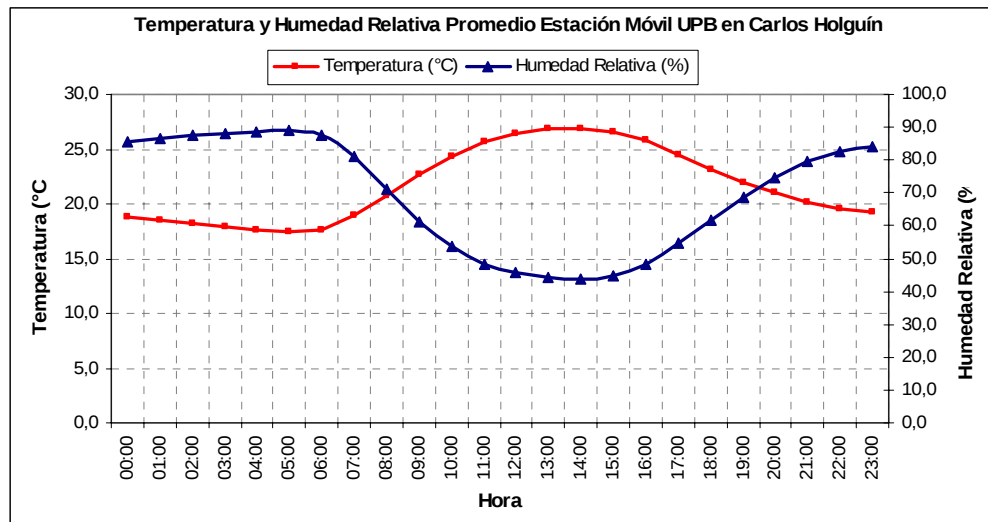
- **Comparación de humedad relativa y temperatura.**

En las gráficas 236 a 241 se aprecia los promedios horarios de temperatura y humedad relativa inversamente proporcionales, dándose una mayor humedad relativa en la madrugada y las horas de la noche donde la temperatura es menor y humedad relativa muy baja al medio día donde la temperatura es más alta.

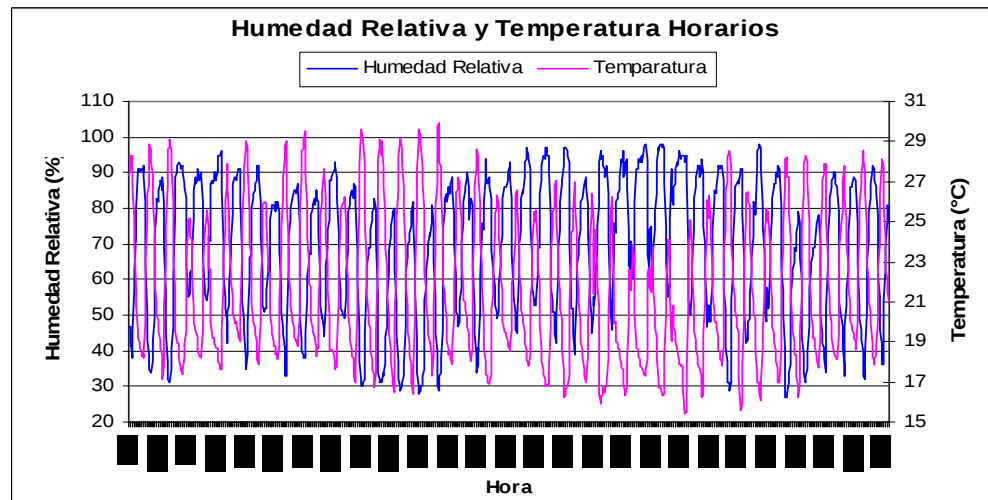
Específicamente en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín, los mayores valores de temperatura horaria promedio de 26,8°C se obtuvieron a las 14:00 horas y los menores valores de 17.4°C a las 06:00 horas donde la humedad relativa horaria promedio fue 44,3% y 87,5% respectivamente (gráfica 236).

La temperatura promedio obtenida en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín fue de 21.7°C registrando temperaturas maximas de 29.9 °C a la 13:00 horas y mínimas de 15.4°C a las 07:00 horas. Para la humedad relativa el valor maximo obtenido fue de 98% a las 07:00 horas y el minimo de 27% a la 13:00 horas con un valor promedio para todo el tiempo de medición de 69,1 %.

Gráfica 235. Promedios de temperatura y humedad relativa en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín

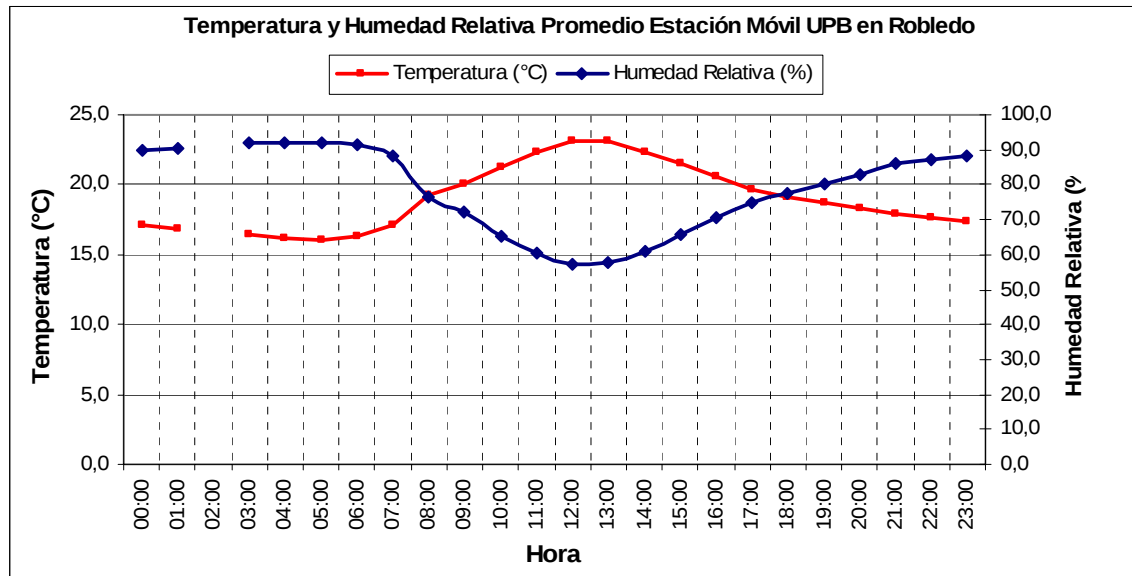


Gráfica 236. Temperatura y humedad relativa horaria en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín

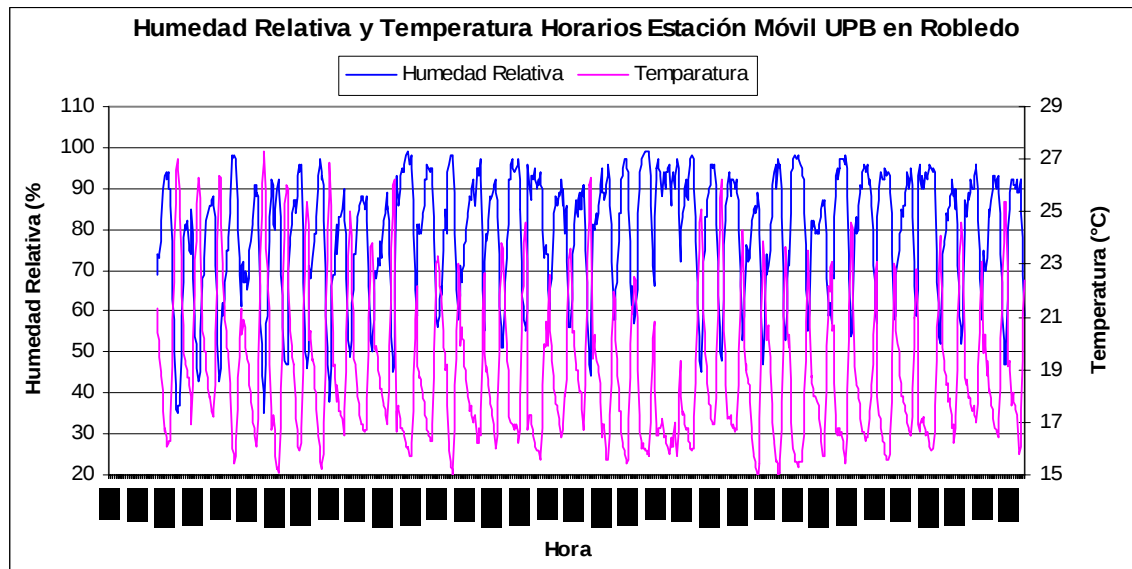


En el punto de Robledo, los mayores valores de temperatura horaria en promedio de 23,1°C se obtuvieron a la 13:00 horas y los menores valores de 16,1°C a las 17:00 horas donde la humedad relativa horaria promedio fue 57,8% y 92,0% respectivamente.

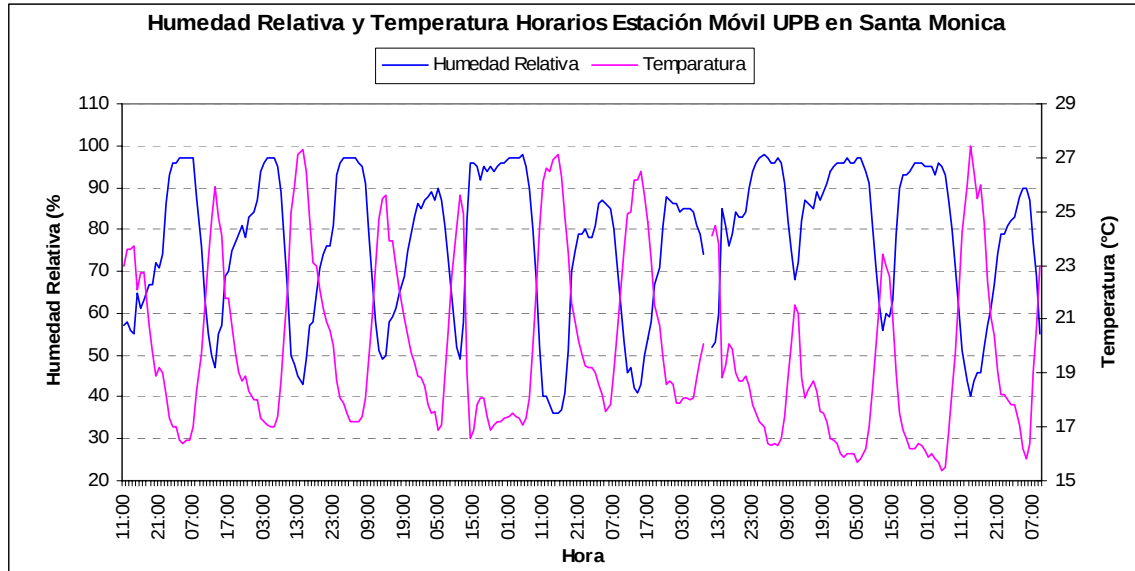
Gráfica 237. Promedios de temperatura y humedad relativa en Robledo



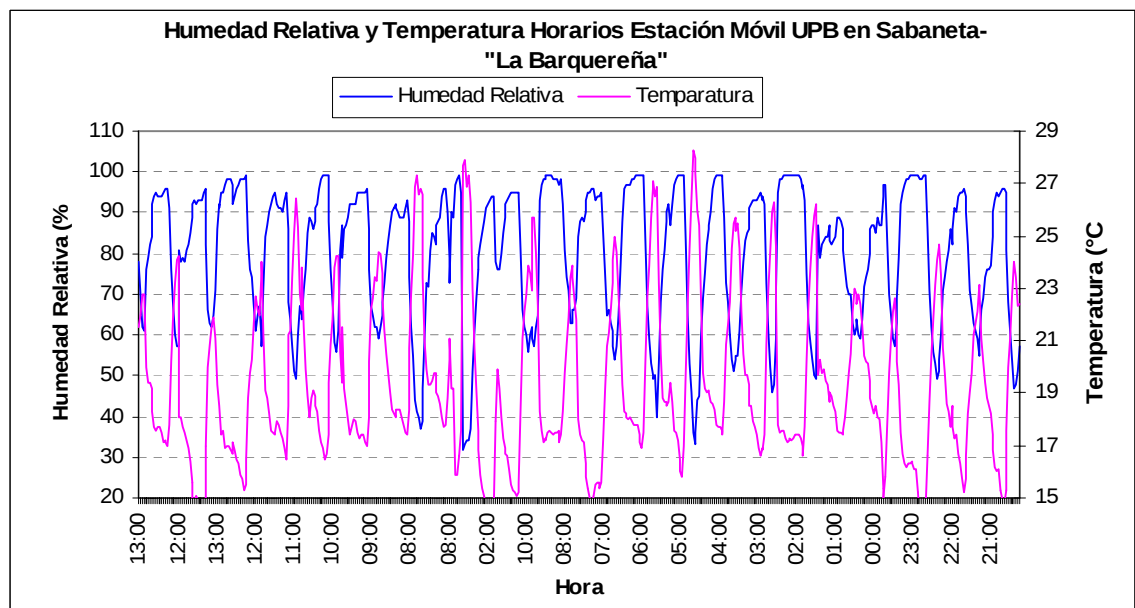
Gráfica 238. Temperatura y humedad relativa horaria en Robledo



Gráfica 239. Temperatura y humedad relativa durante el tiempo de Monitoreo en Santa Mónica



Gráfica 240. Temperatura y humedad relativa durante el tiempo de monitoreo en la Casa de la Cultura de "Barranquera"



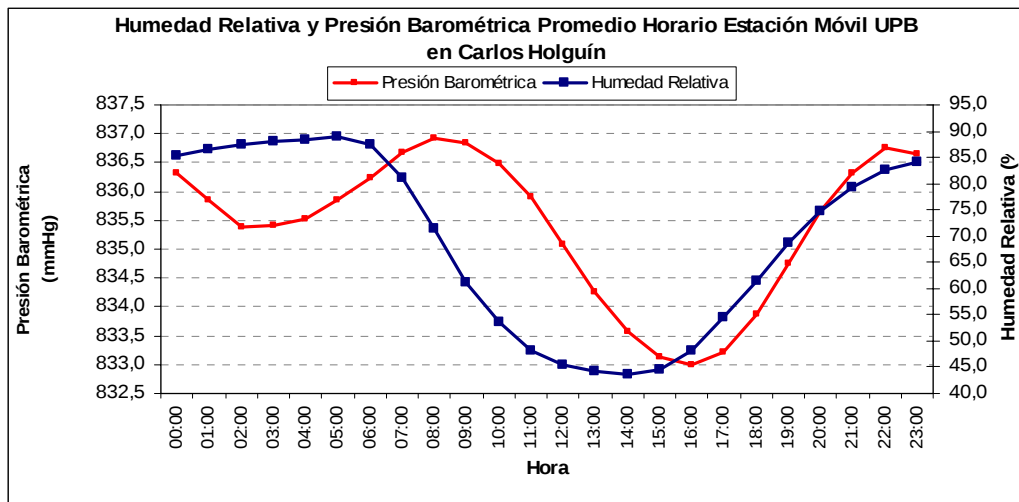
- **Comparación de humedad relativa y presión barométrica.**

En las gráficas 242 a la 245 se muestra el comportamiento de un día promedio de humedad relativa y presión barométrica, se observa que hay un descenso de la presión barométrica en las horas de la madrugada que es cuando se presenta la mayor humedad

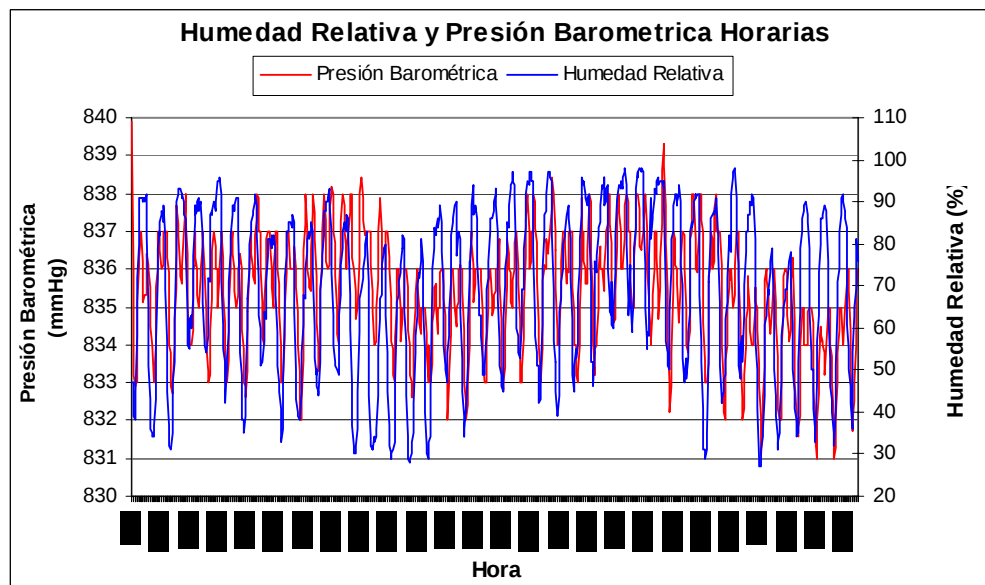
relativa y en la mañana comienza a descender la humedad relativa y poco después la presión barométrica.

En el sitio de la Escuela de Carabineros Carlos Holguín el valor máximo para la presión barométrica fue de 839,9 mmHg a las 11:00 horas y el mínimo de 831,0 mmHg a las 16:00 horas para un valor promedio de 835,4 mmHg.

Gráfica 241. Humedad relativa y presión barométrica promedio horarias en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín

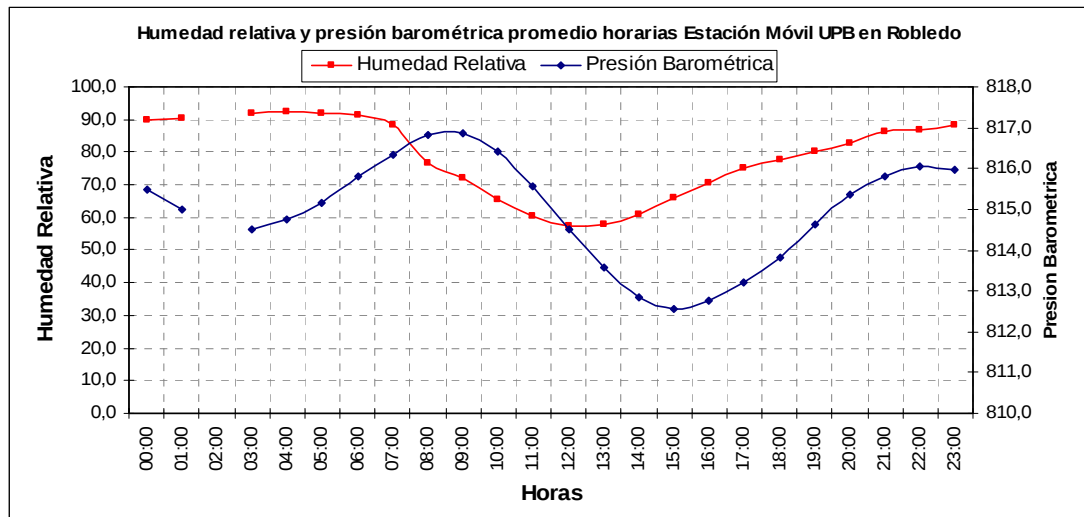


Gráfica 242. Humedad relativa y presión barométrica horarias en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín

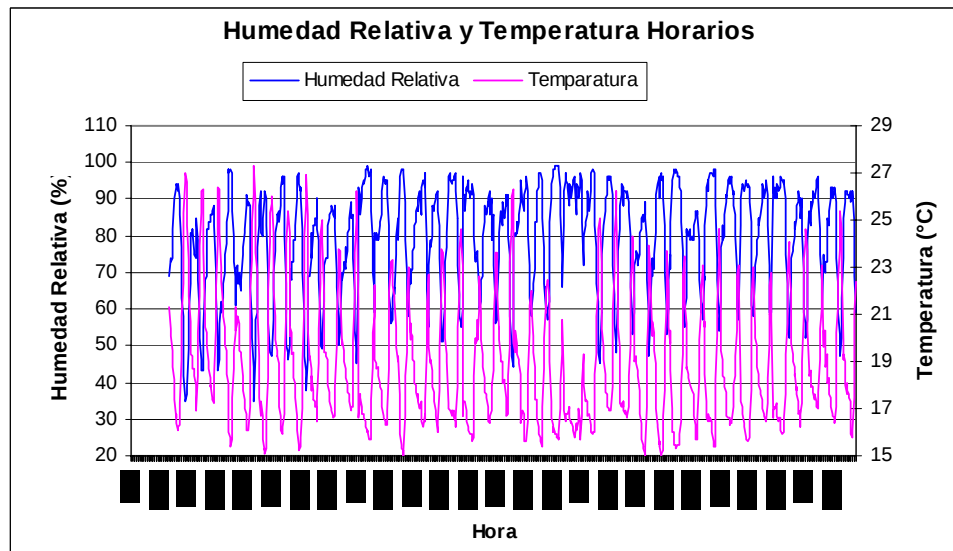


En el sitio de Robledo; el valor máximo para la presión barométrica fue de 816 mmHg a las 08:00 horas y el mínimo de 812,5 mmHg a las 15:00 horas para un valor promedio de 814,9 mmHg.

Gráfica 243. Humedad relativa y presión barométrica promedio horarias en Robledo



Gráfica 244. Humedad relativa y presión barométrica horarias en Robledo



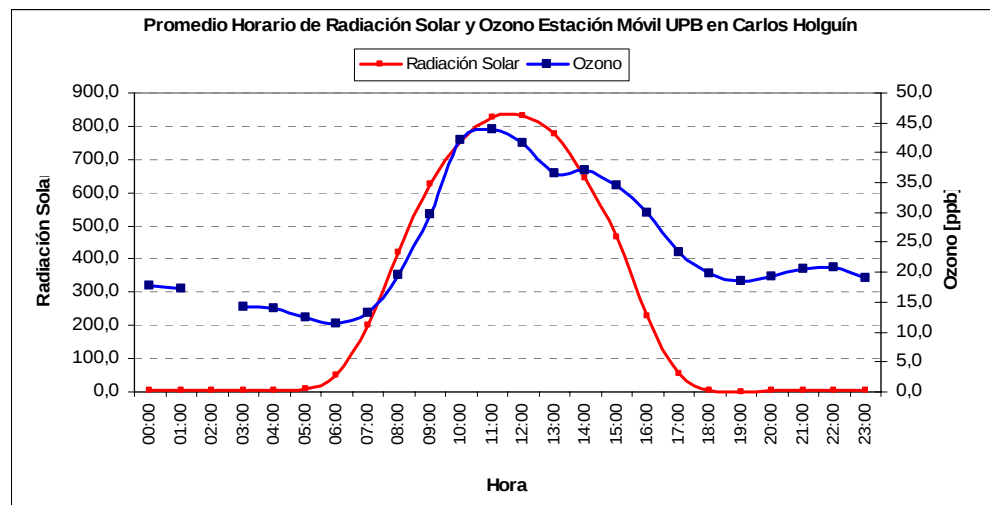
- **Comparación de radiación solar con Ozono**

La presencia de la radiación solar, genera transformaciones fotoquímicas de algunos contaminantes de los cuales es el ozono el más importante. Este proceso se aprecia en

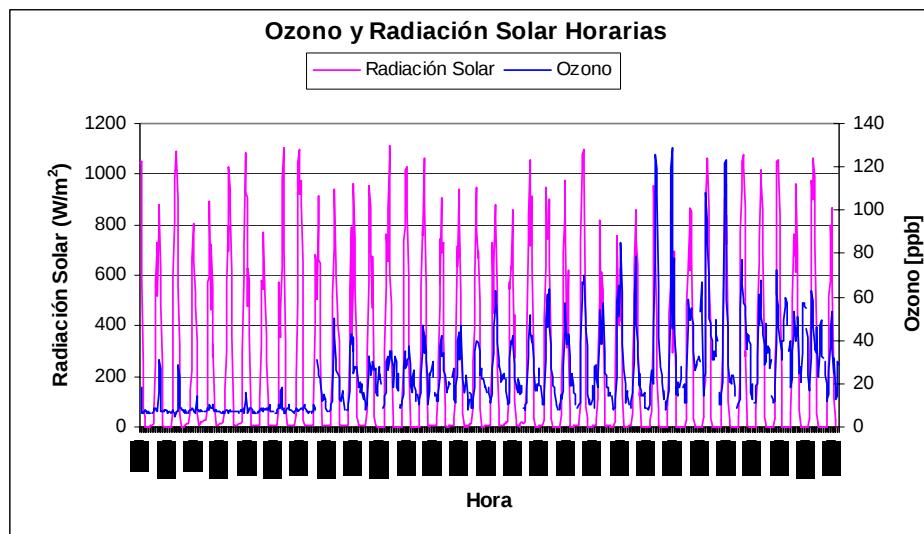
las gráficas 246 y 247 donde a mayor radiación solar, se genera mayores concentraciones de ozono.

En el sitio de la Escuela de Carabineros Carlos Holguín el mayor valor obtenido de radiación solar fue 1113 W/m^2 a la 13:00 horas con valores de ozono de 33 ppb y el mínimo 0.0 W/m^2 con valores de ozono entre 11 ppb y 21 ppb. El valor promedio para la radiación solar durante el periodo de monitoreo fue de $247,6 \text{ W/m}^2$.

Gráfica 245. Promedio horarias radiación solar y Ozono en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín

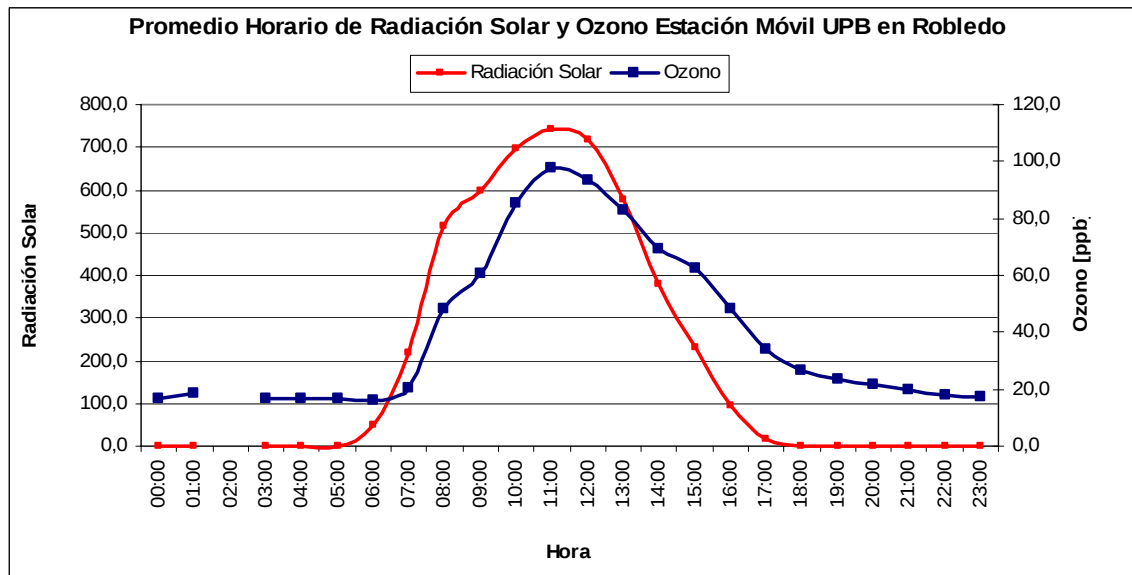


Gráfica 246. Radiación solar y Ozono horarios en la Escuela de Carabineros Carlos Holguín

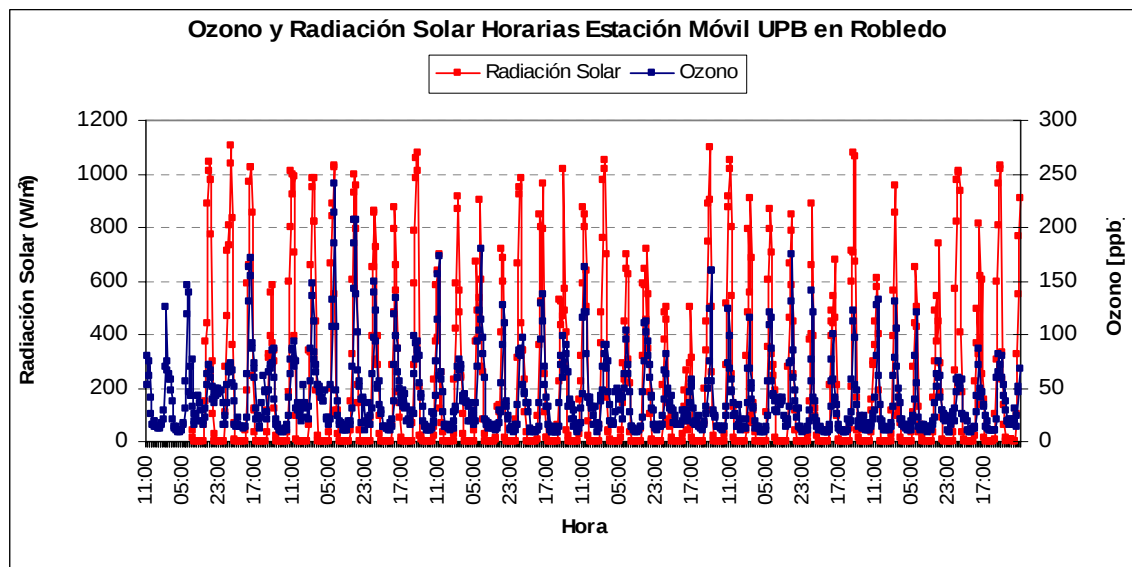


En el punto de Robledo, el mayor valor obtenido de radiación solar fue de $744,2 \text{ W/m}^2$ a la 11:00 horas con valores de ozono de 97,8 ppb y el mínimo de $0,0 \text{ W/m}^2$ con valores de ozono entre 16,5 ppb y 17,1 ppb. El valor promedio para la radiación solar durante el periodo de monitoreo fue de $196,9 \text{ W/m}^2$.

Gráfica 247. Promedio horarias radiación solar y Ozono en Robledo



Gráfica 248. Radiación solar y Ozono horarios en Robledo



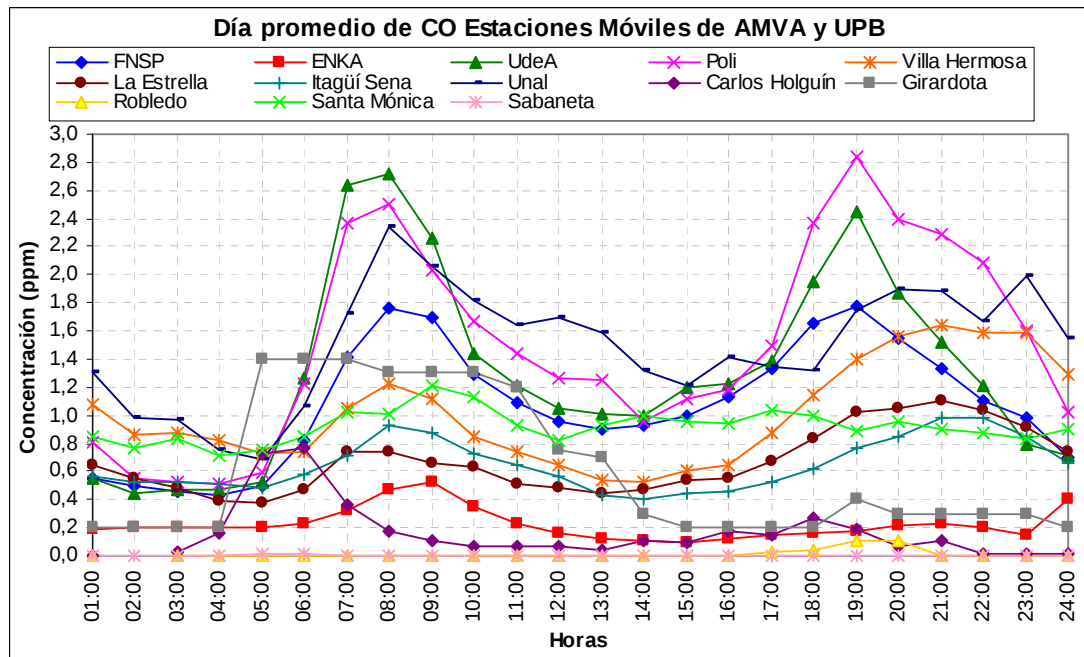
6.3 RESULTADOS GRÁFICOS CONSOLIDADOS DE LA ESTACIONES MÓVILES

En este capítulo se pretende mostrar un análisis comparativo del comportamiento de los contaminantes atmosféricos monitoreados por las estaciones automáticas de AMVA y UPB durante el año 2007. Se aclara que los monitoreos con estas estaciones se realizaron en diferentes épocas del año (ver tabla 19 y tabla 26), donde las condiciones meteorológicas varían y tienen incidencia en las concentraciones, pero aún así lo presentamos porque es importante para comparar los sitios monitoreados durante el año. Las gráficas muestran el comportamiento de los promedios horarios de todos los días que se monitoreo en cada uno de los sitios.

6.3.1 Monóxido de Carbono. La gráfica 250 muestra la similitud en el comportamiento promedio horario del monóxido de carbono en todas las estaciones. En esta gráfica se descartaron las concentraciones del sector de La Aguacatala por presentar valores muy altos comparados con las demás sitios de medición (entre 10 y 12 ppm) y tener un comportamiento atípico (valores máximos en las horas del medio día).

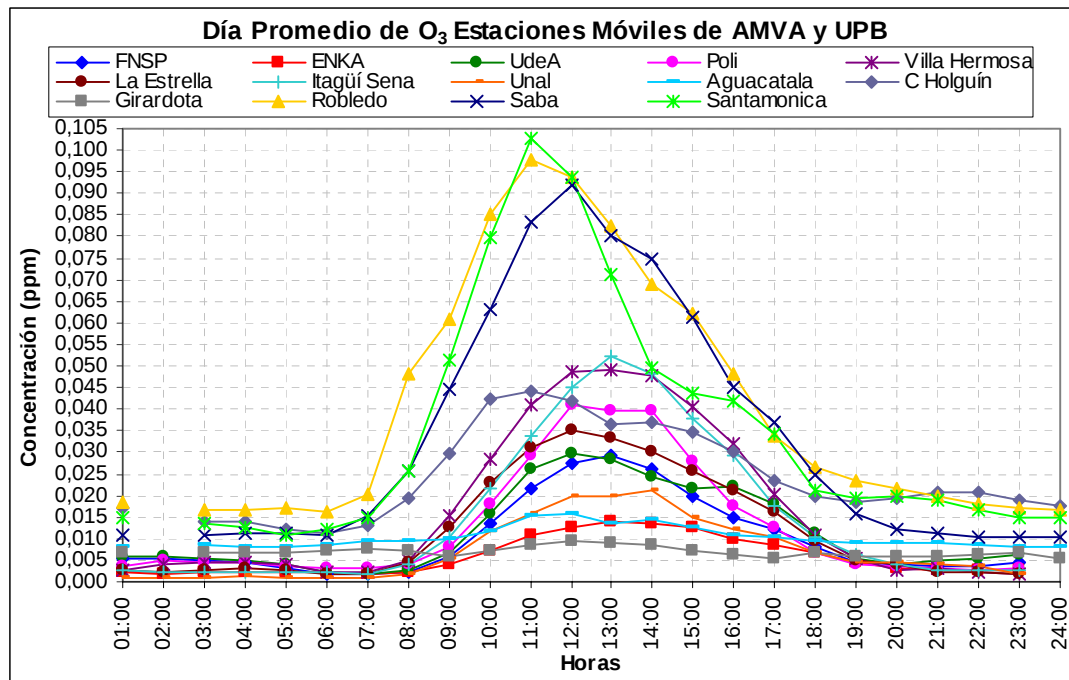
En la gráfica 250 se observa que de las 07:00 a las 9:00 horas y de las 18:00 a las 22:00 horas se presentan las mayores concentraciones de CO, coincidiendo con las horas de mayor flujo vehicular. Los sitios más contaminados por CO son la Universidad de Antioquia (Ciudad universitaria) y el Politécnico mientras que los sitios menos contaminados son Sabaneta y Robledo, lo que evidencia que la mayor fuente de contaminación del CO son los vehículos.

Gráfica 249. Concentración promedio horario de CO estaciones automáticas



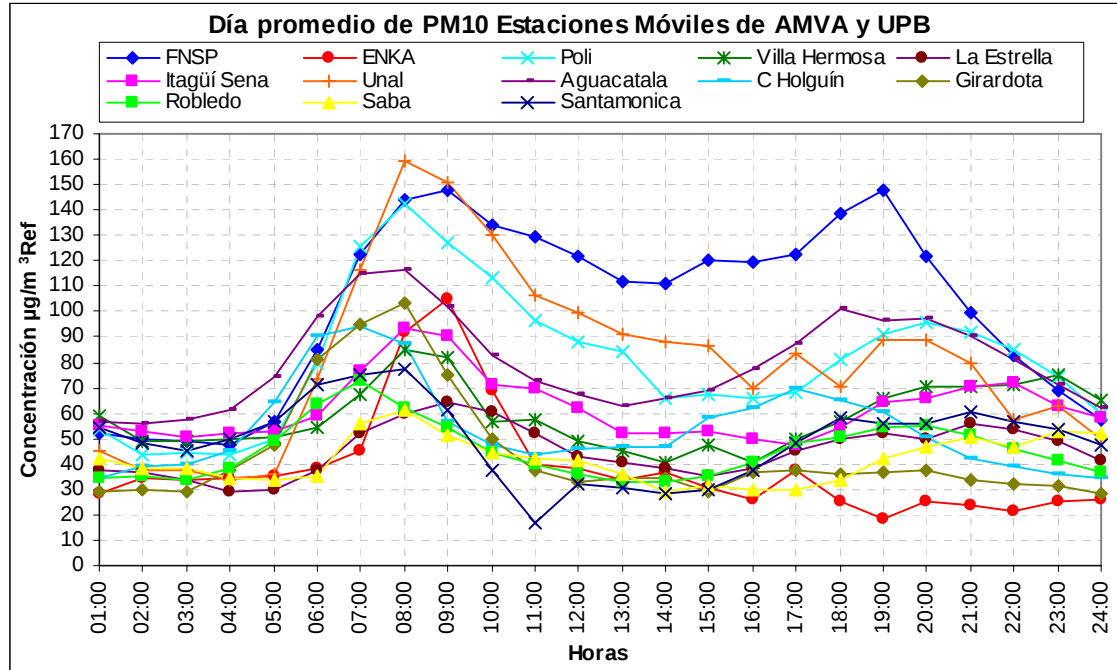
6.3.2 Ozono. La gráfica 251 muestra el comportamiento promedio horario de las concentraciones de ozono, donde se muestra que las mayores concentraciones se presentan en las horas del medio día, lo que indica que la radiación solar es uno de los principales precursores del ozono. La gráfica muestra que los sitios mas contaminados por ozono son Santa Mónica, Robledo y Sabaneta, mientras que los menos contaminados son Girardota; ENKA y Aguacatala. Esta gráfica muestra que las laderas del valle de Aburrá presentan mayores concentraciones de ozono.

Gráfica 250. Concentración promedio horario de O₃ estaciones automáticas



6.3.3 Material Particulado menor a 10 micras (PM10). La gráfica 252 muestra el comportamiento del promedio horario de PM10 en todas las estaciones, siendo muy similar al CO. En la gráfica se observa que de las 05:00 a las 9:00 horas y de las 17:00 a las 21:00 horas se presentan las mayores concentraciones de PM10, coincidiendo con las horas de mayor flujo vehicular. Los sitios más contaminados por PM10 son la Facultad Nacional de Salud Pública (FNPS), la Universidad Nacional (Facultad de Minas) y El Politécnico mientras que los sitios menos contaminados son Sabaneta, Santa Mónica y ENKA, lo que evidencia que las emisiones de partículas PM10 están muy asociadas a los consumos de combustibles de los vehículos.

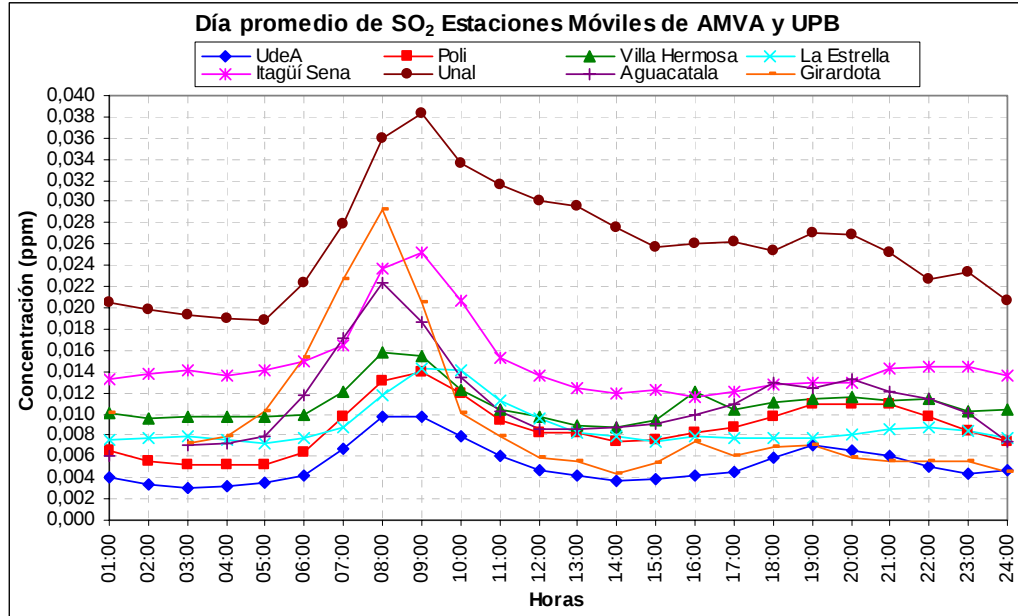
Gráfica 251. Concentración promedio horario de PM10 estaciones automáticas



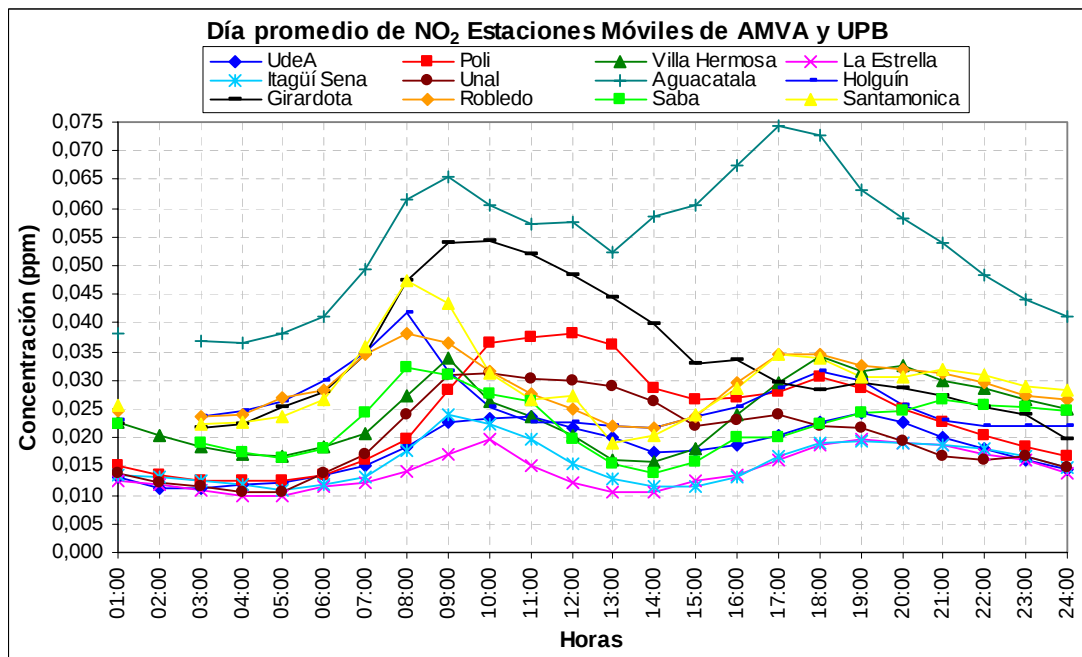
6.3.4 Dióxido de azufre (SO₂). La gráfica 253 muestra el comportamiento promedio horario de las concentraciones de dióxido de azufre en todas las estaciones. La gráfica ilustra que las mayores concentraciones se presentan de 07:00 a 11:00 horas y de 18:00 a 22:00 horas, siendo mayores las concentraciones de la mañana. Los lugares donde se presentaron las mayores concentraciones horarias fueron en la Universidad Nacional (Facultad de Minas) e Itagüí con 0,038 ppm y 0,025 ppm, respectivamente. La estación menos contaminada fue la Universidad de Antioquia (ciudad universitaria).

6.3.5 Dióxido de nitrógeno (NO₂). La gráfica 254 muestra el comportamiento del promedio horario de NO₂ en todas las estaciones. Las máximas concentraciones horarias se presentan entre las 07:00 y las 10:00 horas y entre las 16:00 y 19:00 horas, siendo mayor en las mañanas, exceptuando en La Aguacatala que es la estación donde se indican las mayores concentraciones. Los sitios donde se presentan las menores concentraciones de NO₂ son La Estrella y el SENA de Itagüí.

Gráfica 252. Concentración promedio horario de SO₂ estaciones automáticas



Gráfica 253. Concentración promedio horario de NO₂ estaciones automáticas



En el anexo E se presenta en medio digital los datos procesados de las estaciones automáticas móviles.

7 ANÁLISIS MULTIANUAL DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN EL VALLE DE ABURRÁ

7.1 MATERIAL PARTICULADO EN SUSPENSIÓN (PST)

Las gráficas 255 a 269 muestran el comportamiento de la concentraciones de PST en todas las estaciones que se han operado desde el año 2001, y la norma colombiana anual y diaria de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente, definida en la Resolución 601 de 2006 del MAVDT, para una mejor comprensión y entendimiento de estas gráficas.

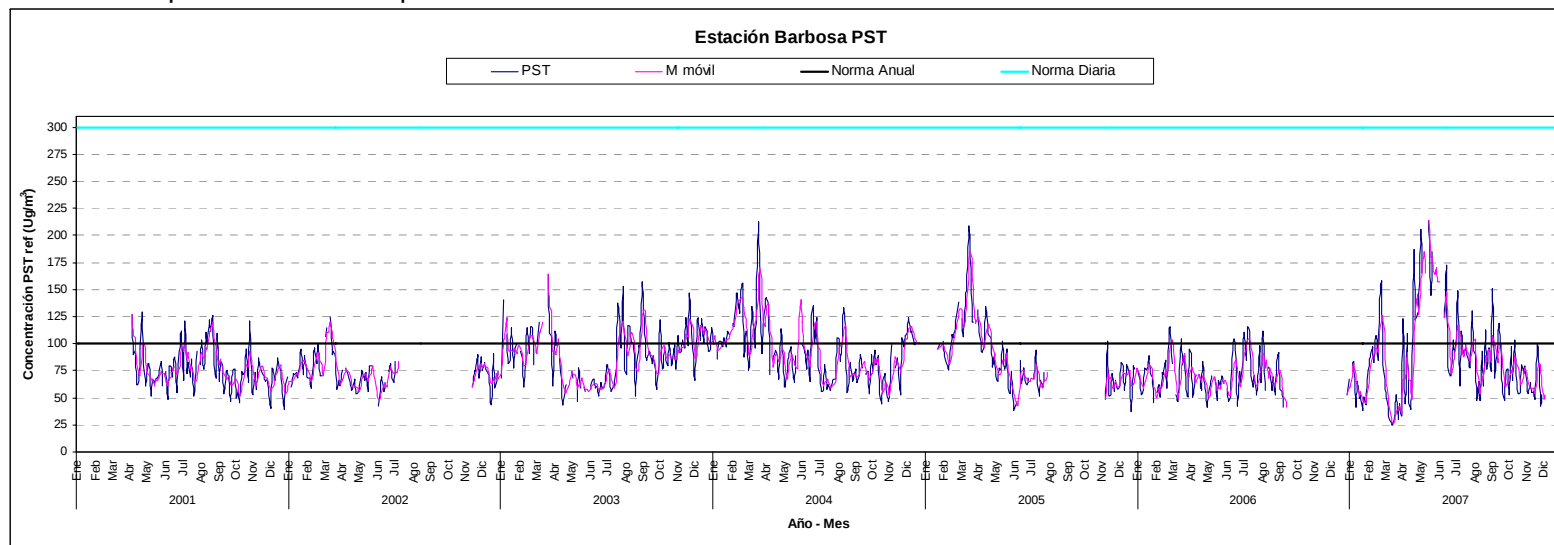
7.1.1 Estación Barbosa. En esta estación se observa que las máximas concentraciones de PST se presentan en los meses de febrero y marzo, con valores entre $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En el resto del año se observa una concentración base muy similar, cercana a los $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Este comportamiento es muy similar año tras año, entre 2001 y 2007, así lo muestra la gráfica 255, exceptuando el primer semestre del 2006 donde se presentó un comportamiento muy diferente a los demás años monitoreados. Es muy posible que los trabajos de mejoras en la vía El Hatillo – La Pradera que se realizaron entre abril y junio del 2007, en cercanías a la cabecera municipal de Barbosa, hayan influenciado este aumento en las concentraciones de PST. Ninguna de las concentraciones diarias ha superado la norma diaria de PST definida en la Resolución 601 de 2006 del MAVDT ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

7.1.2 Estación Girardota. Esta estación es de las que presenta concentraciones mas bajas de PST desde que se inició la monitoría, en el año 2001. En la gráfica 256 de esta estación se observa que las máximas concentraciones de PST se presentan en febrero y marzo, con valores entre los $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Entre abril y diciembre se tienen concentraciones muy cercanas a los $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por debajo de la línea de los $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, norma anual de PST definida en la Resolución 601 de 2006 del MAVDT. Se destaca la similaridad de los datos año tras año.

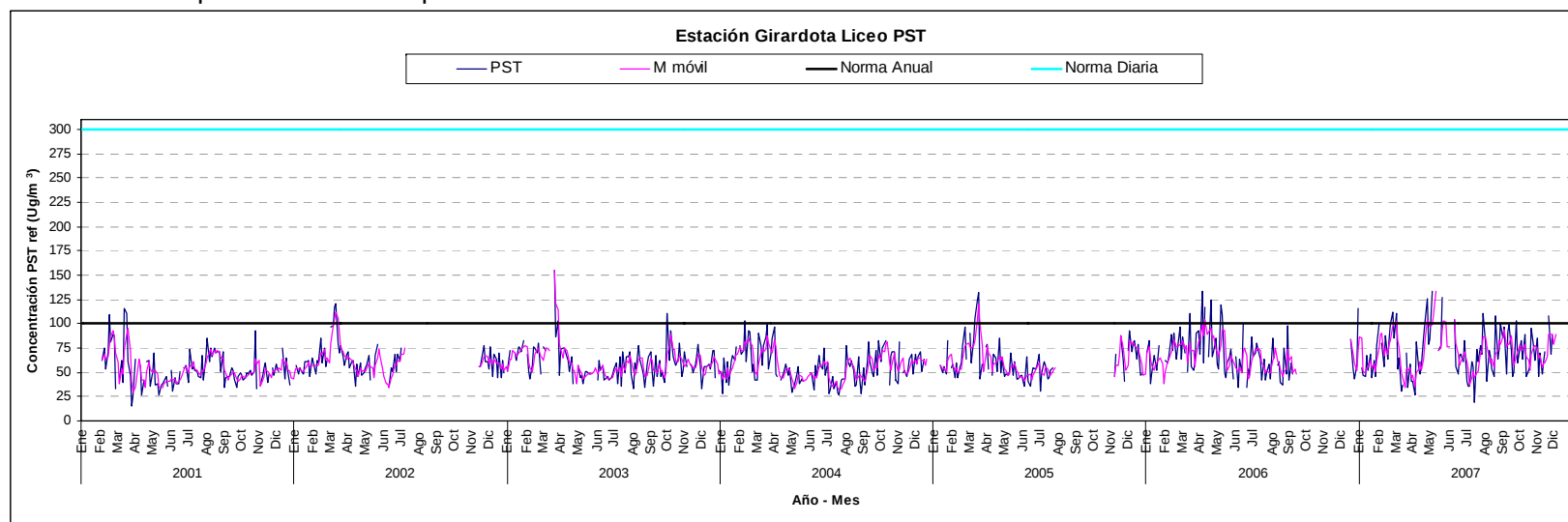
7.1.3 Estación Copacabana: En este sitio se iniciaron los monitoreos de PST en el 2004 y desde este tiempo se han encontrado comportamientos muy similares año tras año. Las máximas concentraciones se presentan en febrero y marzo, valores superiores a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y en el resto del año se presentan concentraciones cercanas a los $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La gráfica 257 muestra que en el año 2004 se encontraron algunos valores atípicos altos, entre 250 y $280 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que muy posiblemente fueron causados por la construcción de la doble calzada Bello – Hatillo que por esta época se realizaba en cercanías al municipio de Copacabana.

7.1.4 Estación Bello: Esta estación operó desde el 2001 hasta septiembre de 2004 en los talleres del Metro de Medellín y en agosto de 2006 se reinició su operación en la Biblioteca Marco Fidel Suárez de este municipio. La gráfica 258 muestra que las máximas concentraciones de PST se presentan en febrero y marzo, con valores entre $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $175 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y un segundo pico entre septiembre y octubre, donde se obtienen valores cercanos a los $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pero más leve que el pico del primer semestre. En los demás meses del año se obtienen las mínimas concentraciones, de $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aproximadamente. El cambio de sitio de monitoreo no ha mostrado cambios significativos en las concentraciones.

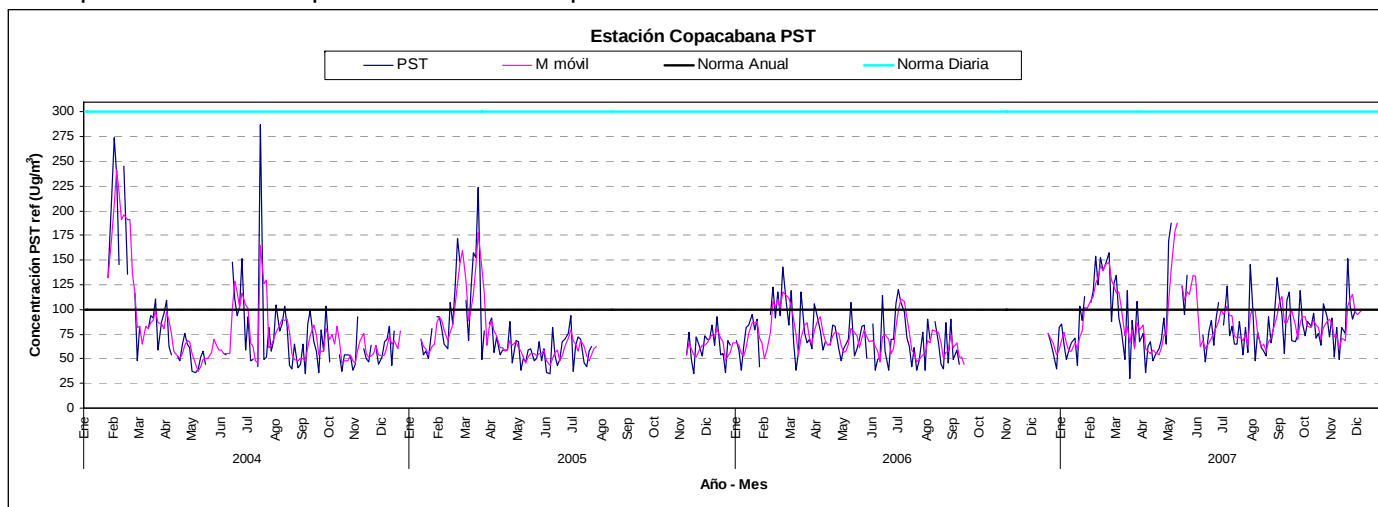
Gráfica 254. Material particulado en suspensión estación Barbosa 2001 - 2007



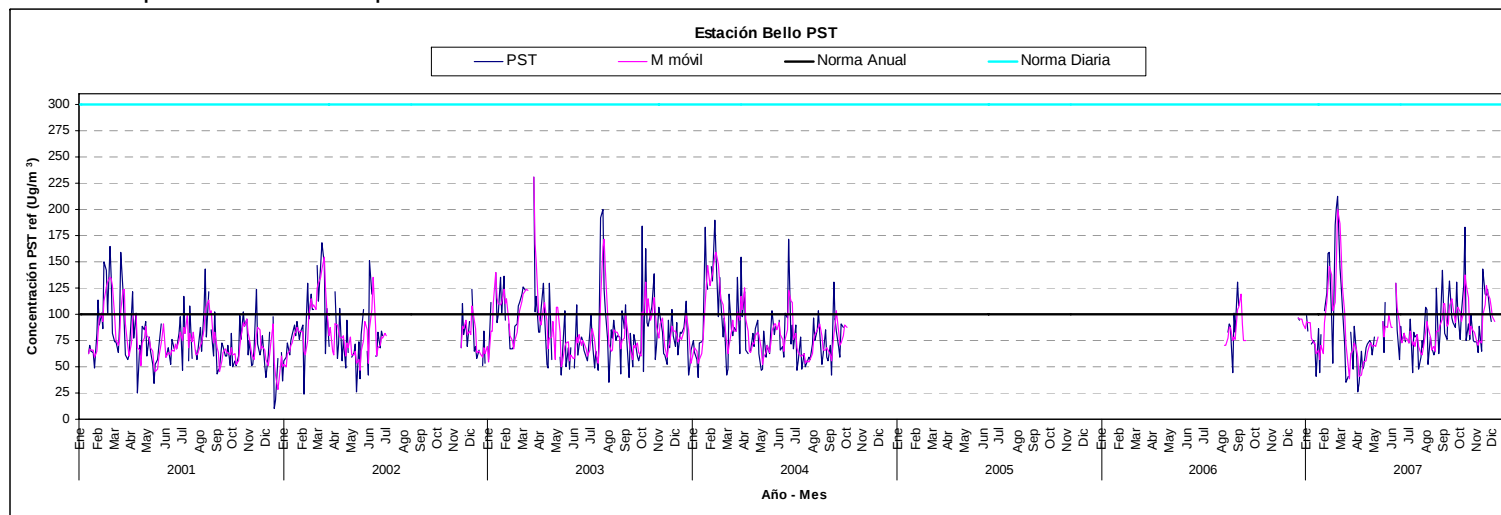
Gráfica 255. Material particulado en suspensión estación Girardota 2001 - 2007



Gráfica 256. Material particulado en suspensión estación Copacabana 2004 - 2007



Gráfica 257. Material particulado en suspensión estación Bello 2001 - 2007



7.1.5 Estación Universidad de Antioquia. La gráfica 259 muestra el comportamiento de la concentración de PST, desde el 2001. En esta estación se sacó de la gráfica una concentración de $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ medido en diciembre de 2002, por considerarse atípico, generado por trabajos de construcción en los techos cercanos al medidor. En esta estación ya son más evidentes los dos valores máximos que se presentan en el año, el primero en febrero y marzo y el segundo entre julio y octubre, donde se tienen concentraciones alrededor de los $175 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En los demás meses del año se obtienen los valores mínimos, de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aproximadamente. En el año 2007 se aumentaron las concentraciones, respecto a los años anteriores por la construcción/ampliación de nuevos bloques en ingenierías y el cambio de la grama por arenilla de la cancha auxiliar de fútbol de la Universidad.

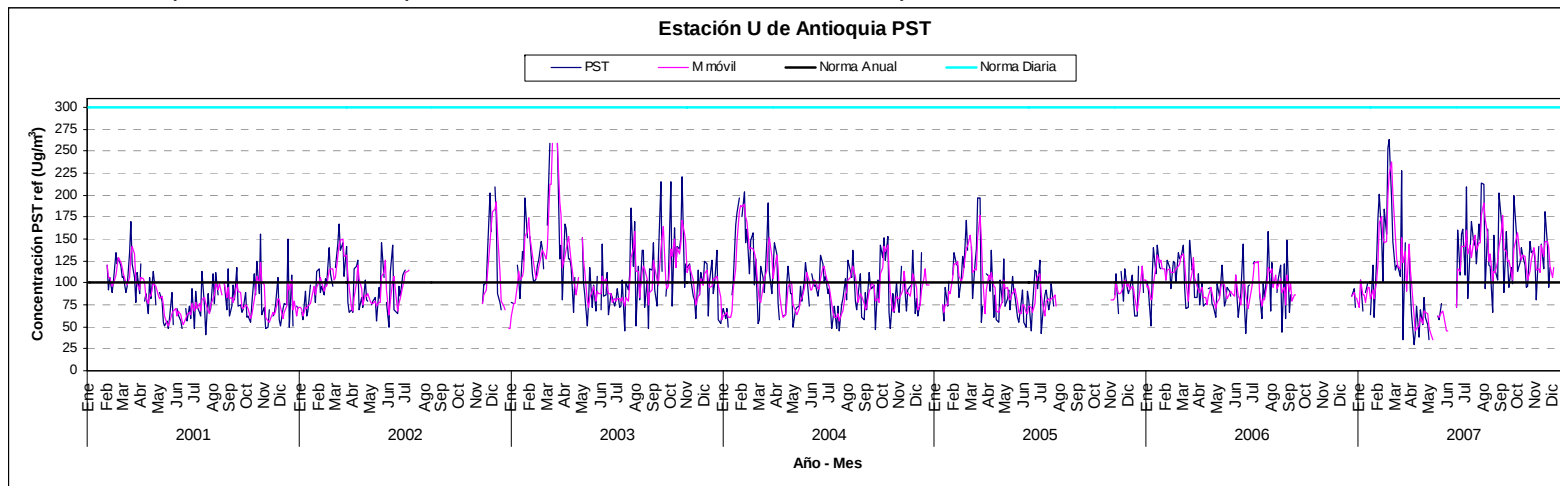
7.1.6 Universidad Nacional. La gráfica 260 muestra que este sitio es el más contaminado, de las estaciones de monitoreo que se tienen en la región Metropolitana. Sus altas concentraciones se deben al alto tráfico vehicular de la única vía de salida al occidente y Urabá Antioqueño que tenemos en el Valle de Aburrá, la carrera 80 con calle 65, y a la cercanía del equipo medidor a este cruce vehicular, cinco metros aproximadamente. Esta estación también muestra los dos valores máximos en el año, uno en febrero y marzo, donde se registran concentraciones entre $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $175 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y otro en septiembre y octubre, donde se miden concentraciones entre $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $225 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aproximadamente. En los demás meses del año se presentan concentraciones cercanas a $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

7.1.7 Estación Miguel de Aguinaga. Esta estación inició los monitoreos a mediados del 2003. La gráfica 261 muestra que en este sitio son muy leves los dos picos de concentraciones que se presentan en las otras estaciones. En febrero y marzo y en septiembre y octubre. Las concentraciones medidas superan la norma colombiana de los $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En el 2007, especialmente en el segundo semestre, se aumentaron considerablemente las concentraciones por la construcción y remodelación de la carrera Carabobo, que fue realizada por esta época.

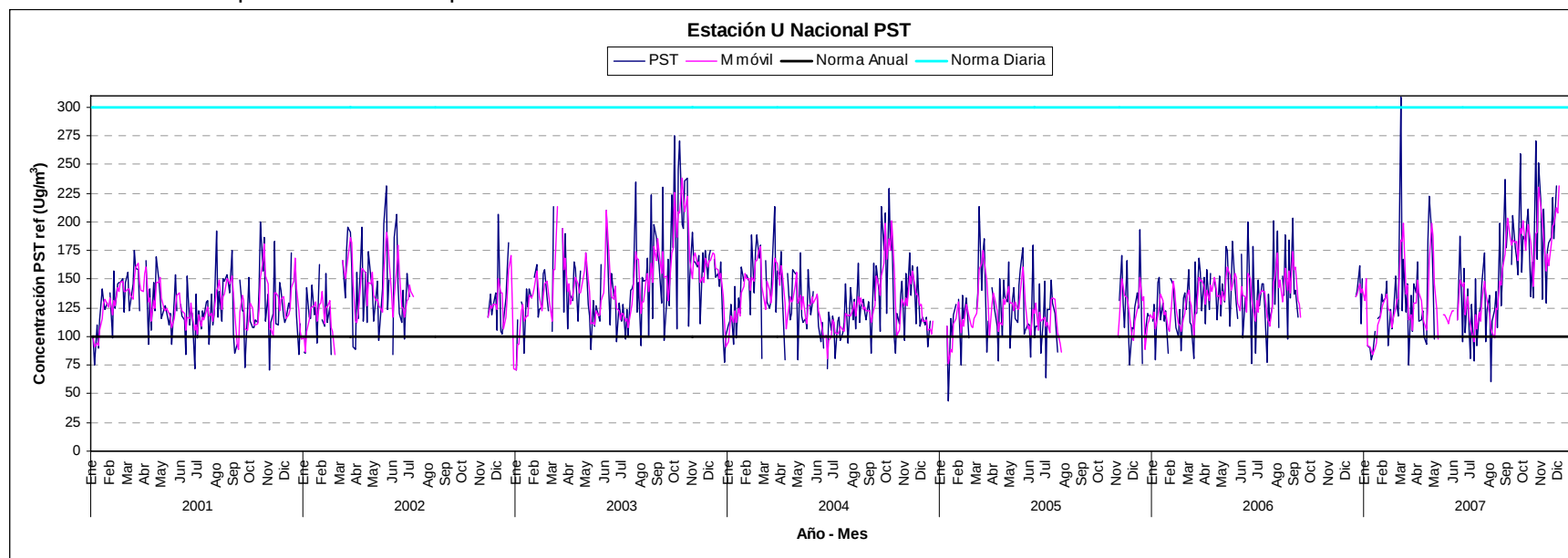
7.1.8 Estación Universidad Pontificia Bolivariana: La gráfica 262 muestra un comportamiento muy similar en los siete años de medición, 2001 a 2007. Las concentraciones máximas se presentan en el primer semestre, febrero y marzo, y en el segundo semestre, en septiembre y octubre, con concentraciones de PST entre $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en ambos casos. En los demás meses del año se tienen valores de PST de $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aproximadamente. Esta estación tiene influencia del tráfico vehicular de las avenidas Nutibara y Bolivariana, principalmente.

7.1.9 Estación Universidad de Medellín: La gráfica 263 muestra un comportamiento de la concentración de PST en los siete años de medición. En este sitio se descartó una concentración de $329 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de junio de 2002 y una concentración de $369 \mu\text{g}/\text{m}^3$ medida en diciembre de 2003 por ser datos atípicos generados por procesos de construcción en cercanías al medidor de partículas. El comportamiento de esta estación es muy parecido a la estación UPB en los siete años de medición.

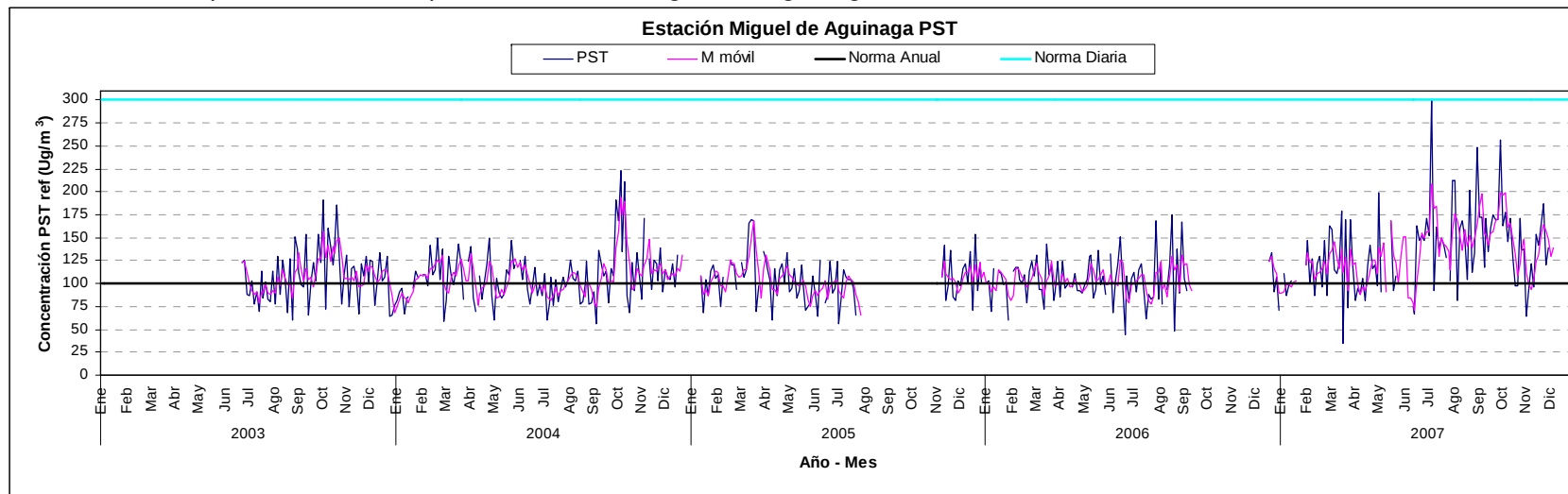
Gráfica 258. Material particulado en suspensión estación Universidad de Antioquia 2001 - 2007



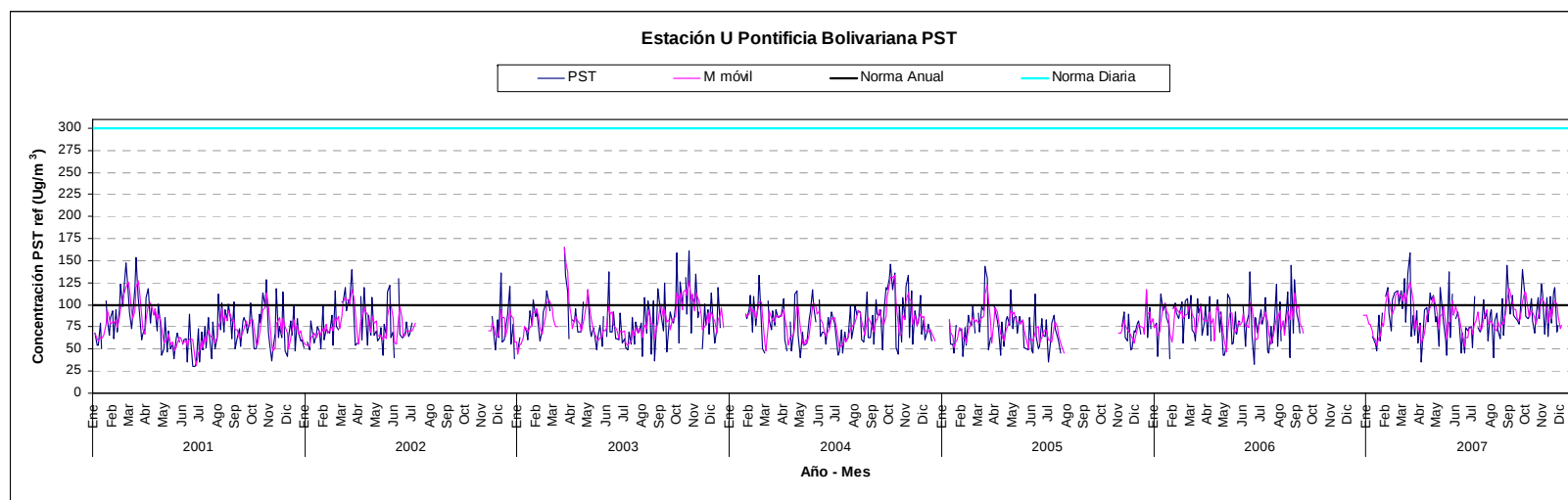
Gráfica 259. Material particulado en suspensión estación Universidad Nacional 2001 - 2007



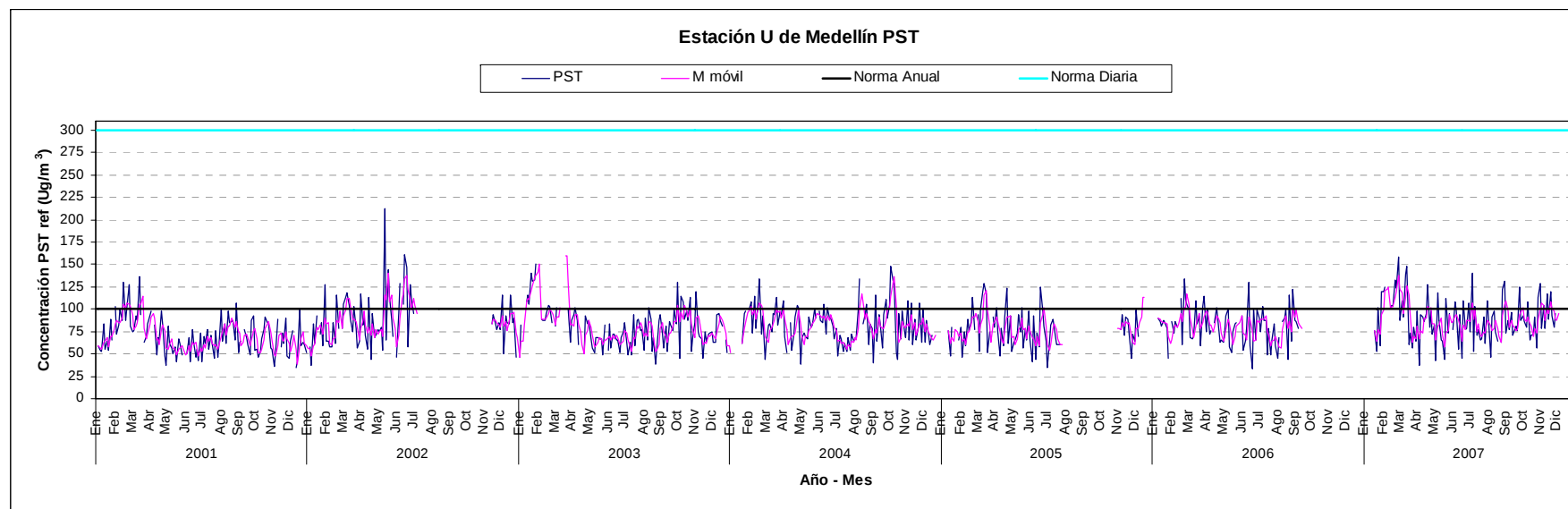
Gráfica 260. Material particulado en suspensión estación Miguel de Aguinaga 2003 - 2007



Gráfica 261. Material particulado en suspensión estación Universidad Pontificia Bolivariana 2001 - 2007



Gráfica 262. Material particulado en suspensión estación Universidad de Medellín 2001 - 2007



7.1.10 Estación Politécnico: La gráfica 264 muestra el comportamiento de la concentración de PST, desde el 2001. En esta estación también son notorios los dos valores máximos que se presentan en el año, el primero en febrero y marzo y el segundo entre julio y octubre, donde se tienen concentraciones alrededor de los $175 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En los demás meses del año se obtienen los valores mínimos, de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aproximadamente. El comportamiento de esta estación es muy parecido a la estación Universidad de Antioquia.

7.1.11 Estación Guayabal: En esta estación se iniciaron los monitoreos a mediados del 2002. La gráfica 265 muestra el comportamiento de la concentración de PST, donde se observa muy levemente las dos épocas del año donde se presentan las mayores concentraciones. Las concentraciones superan casi todo el año la norma anual colombiana de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definida en la Resolución 601 de 2006 del MAVDT. Esta estación tiene influencia industrial y de tráfico vehicular.

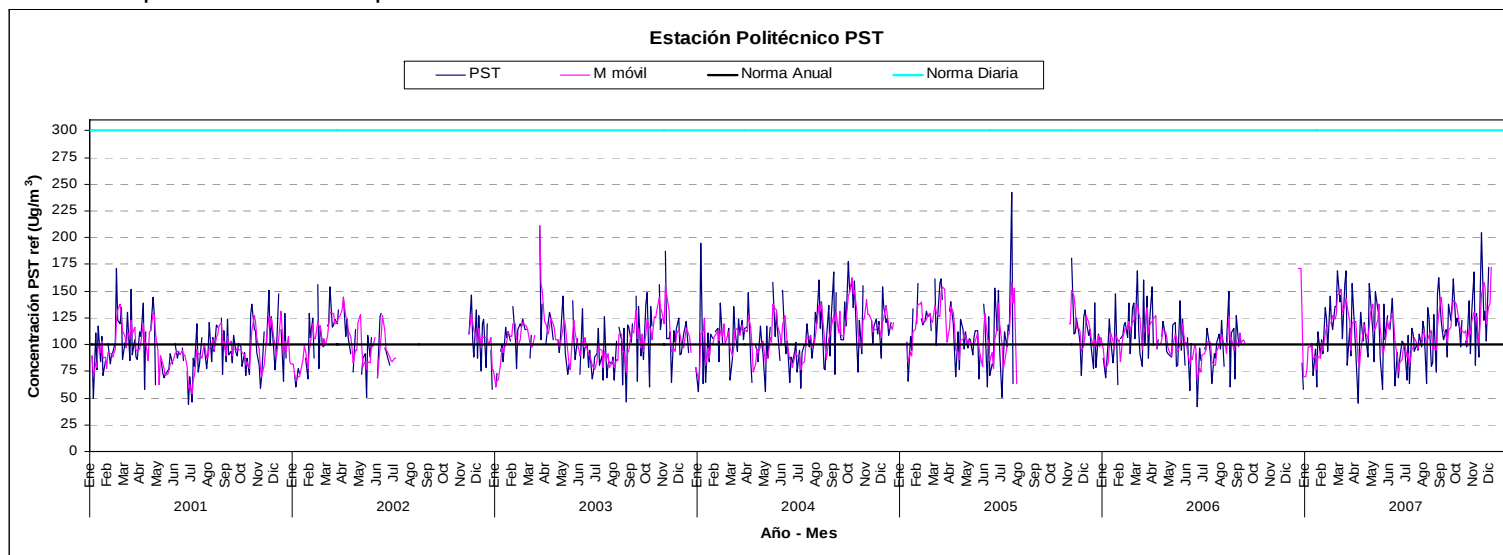
7.1.12 Estación Itagüí: La gráfica 266 muestra el comportamiento de la concentración de PST en este sitio. Tiene un comportamiento muy similar a la estación Guayabal. También en esta estación se supera, casi todo el año, la norma anual colombiana de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definida en la Resolución 601 de 2006 del MAVDT. Esta estación también tiene influencia industrial y de tráfico vehicular.

7.1.13 Estación Sabaneta: La gráfica 267 muestra el comportamiento de la concentración de PST en este sitio en los años de monitoreo. En este sitio se descartaron dos datos de concentraciones en octubre de 2003, de $419 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $299 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por considerarse atípicos generados por construcciones en el edificio de la Alcaldía municipal, donde esta ubicado el medidor. Las concentraciones de PST en esta estación han registrado valores entre $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$, especialmente en febrero y marzo. En el segundo semestre del año estas concentraciones bajan hasta los $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aproximadamente.

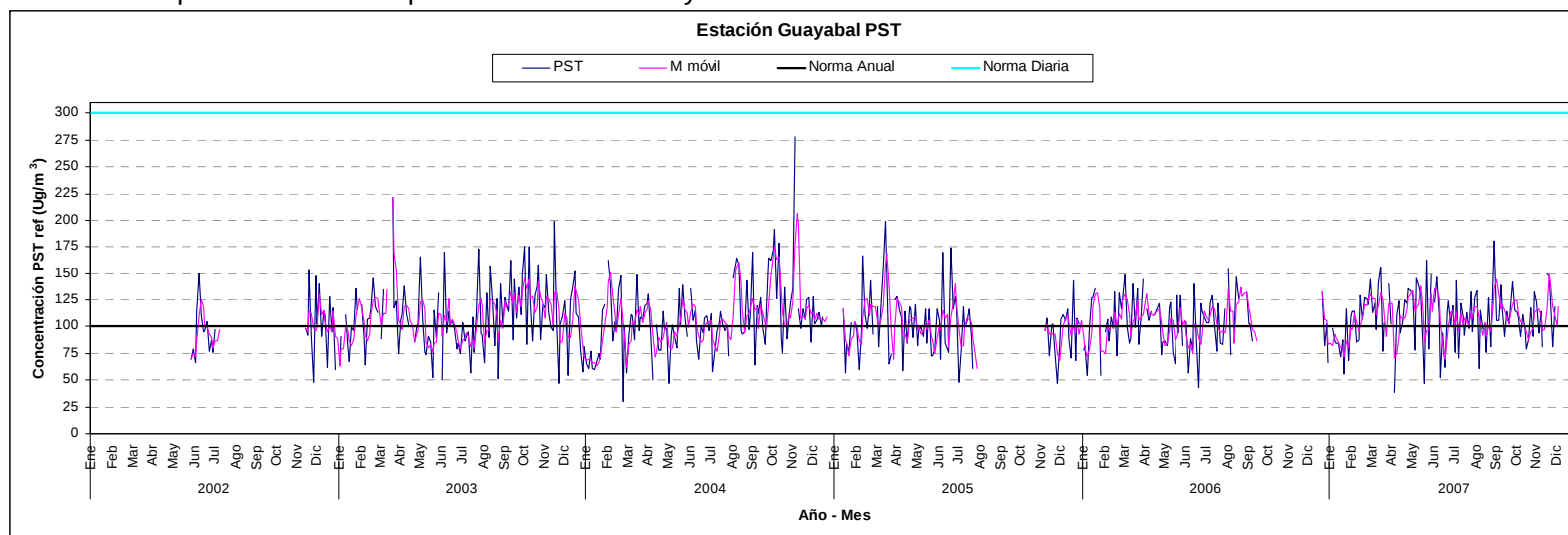
7.1.14 Estación La Estrella: Desde el 2001 que se está monitoreando en esta estación, se han encontrado concentraciones muy bajas de PST, así lo indica la gráfica 268. Este sitio, unido a Girardota, son de los sitios menos contaminados por PST que se tienen en el valle de Aburrá. En esta estación se aprecia que las máximas concentraciones se registran en febrero y marzo, con valores cercanos a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y en el segundo semestre del año, septiembre y octubre, se nota un aumento muy leve de las concentraciones, donde se miden alrededor de $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En los demás meses del año se obtienen los valores mínimos de $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aproximadamente.

7.1.15 Estación Caldas: Esta estación se instaló en enero de 2004 en el Hospital San Vicente de Paúl de este municipio y allí operó hasta mayo de 2006, fecha en que se trasladó unos 500 metros aproximadamente, hasta la plaza de mercado municipal, ubicada a una cuadra del parque principal. La gráfica 269 muestra el comportamiento de las partículas PST. Es notorio el aumento de las concentraciones en la plaza de mercado, por tener una mayor influencia del tráfico vehicular del parque y la vía Sabaneta - Primavera.

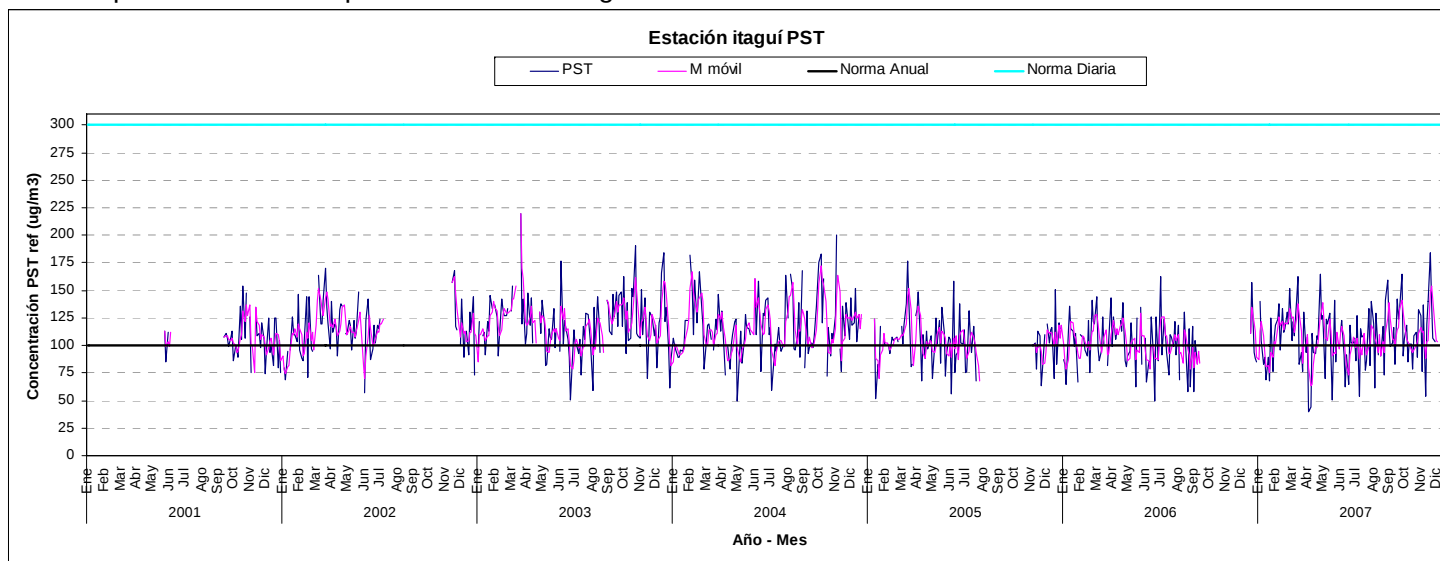
Gráfica 263. Material particulado en suspensión estación Politécnico 2001 - 2007



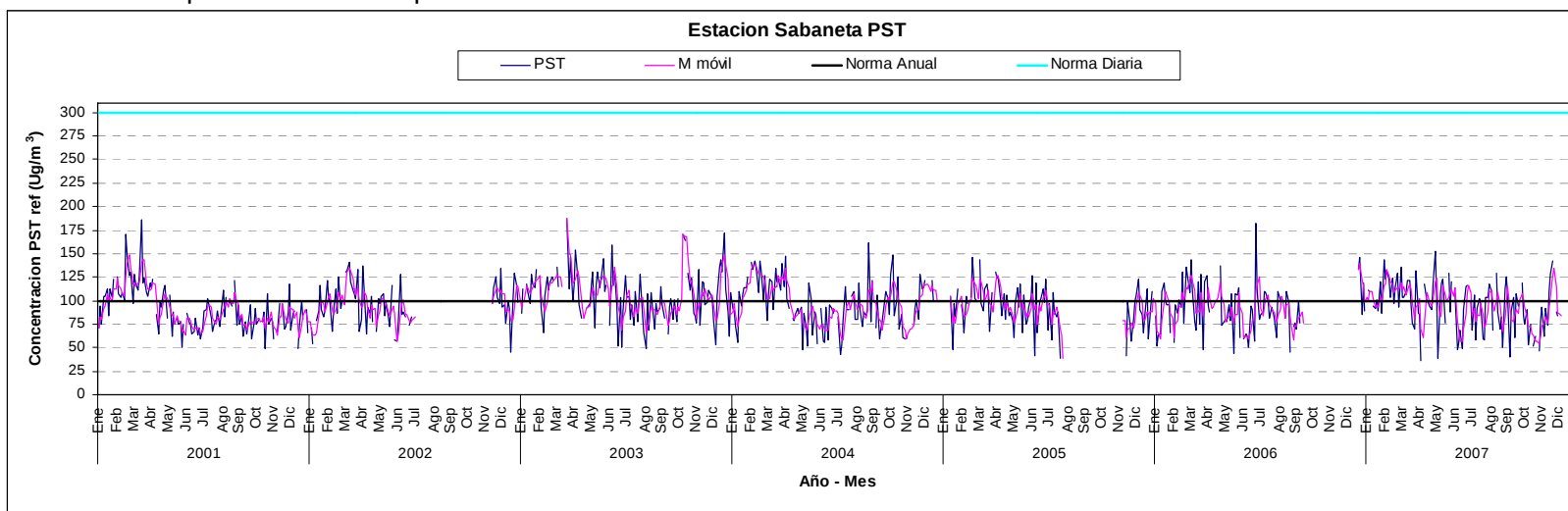
Gráfica 264. Material particulado en suspensión estación Guayabal 2002 - 2007



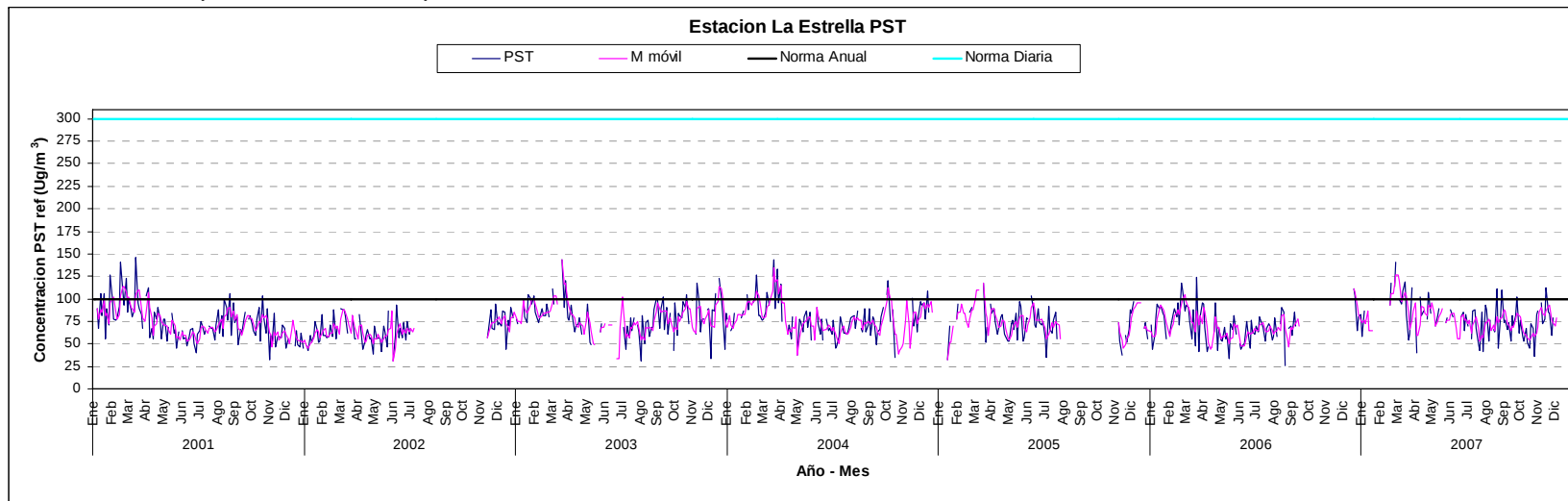
Gráfica 265. Material particulado en suspensión estación Itagüí 2001 - 2007



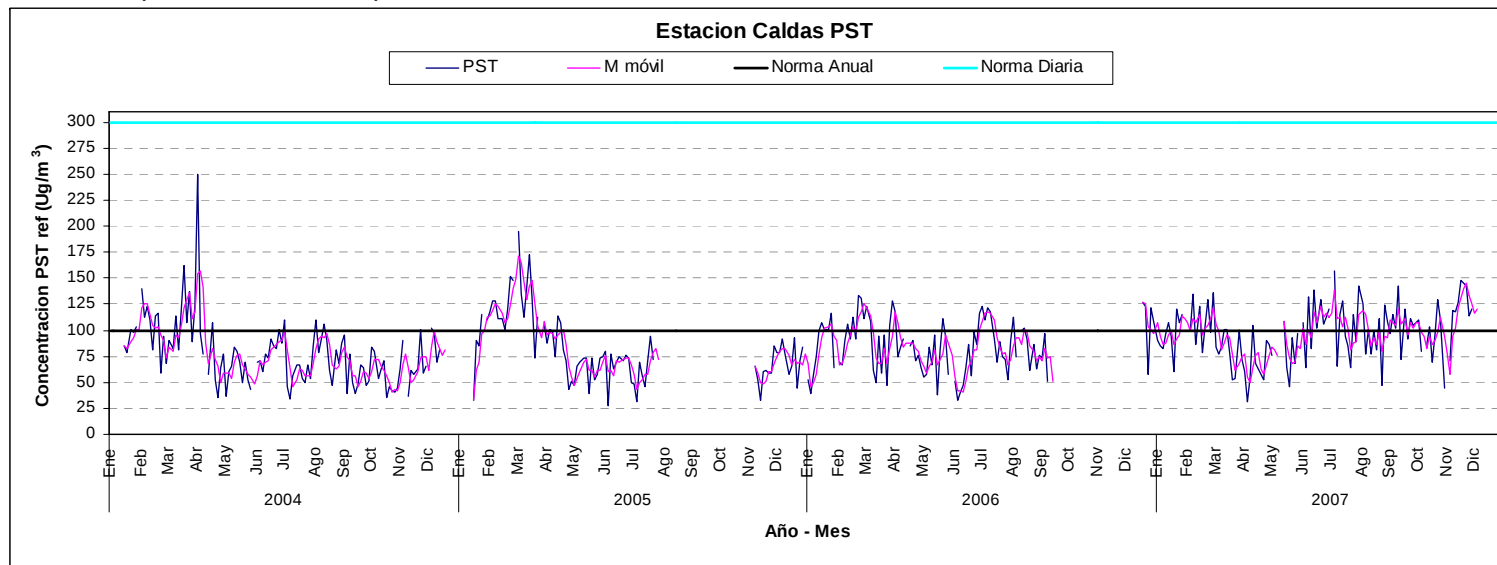
Gráfica 266. Material particulado en suspensión estación Sabaneta 2001 - 2007



Gráfica 267. Material particulado en suspensión estación La Estrella 2001 - 2007



Gráfica 268. Material particulado en suspensión estación 2004 - 2007



7.2 MATERIAL PARTICULADO RESPIRABLE (PM10)

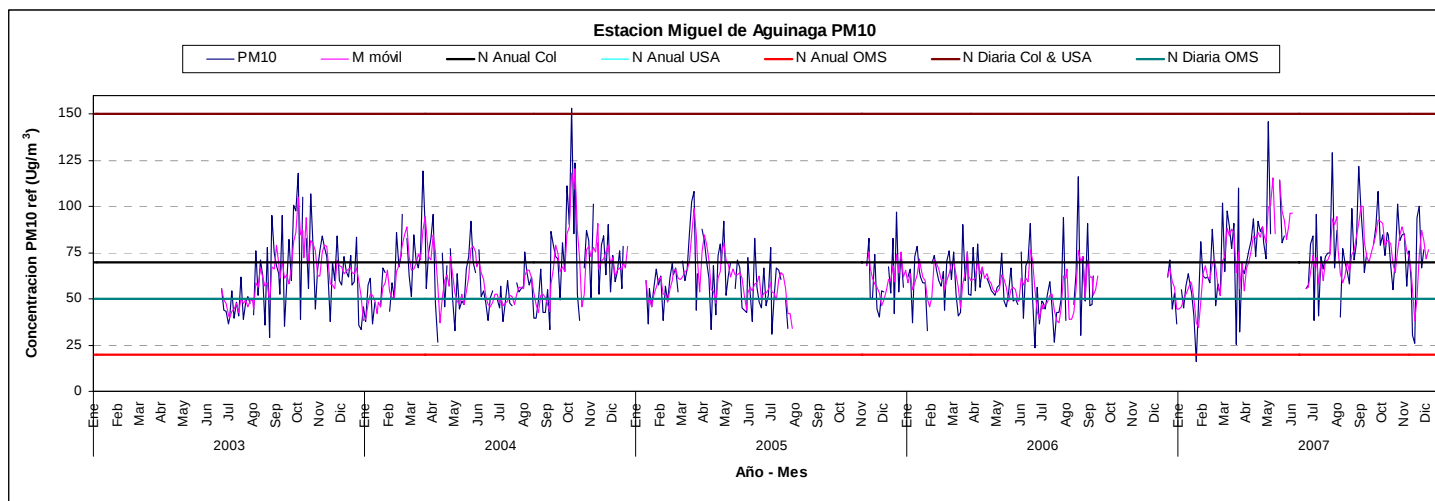
Las gráficas 270 a 272 muestran el comportamiento de las partículas respirables en las tres estaciones que se mide este contaminante con equipos manuales. En ellas se muestra la comparación de los datos obtenidos con las normas internacionales, USA y OMS, y con la norma colombiana. En estas gráficas es muy importante resaltar que alrededor de un 25% de las concentraciones diarias supera la norma anual colombiana. Al comparar estas mismas concentraciones con la norma anual de EE UU o USA, este porcentaje se aumenta a un 80% aproximadamente y al compararlos con la norma anual de la OMS, este porcentaje se aumenta al 100%.

7.2.1 Estación Miguel de Aguinaga (AGUI). La gráfica 270 muestra que desde que se iniciaron los monitoreos, mediados del 2003, se tienen dos épocas en el año donde se registran las mayores concentraciones de PM10, entre $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en febrero y marzo y septiembre y octubre. En el 2007, especialmente en el segundo semestre, se aumentaron considerablemente las concentraciones por la construcción y remodelación de la carrera Carabobo, que fue realizada por esta época.

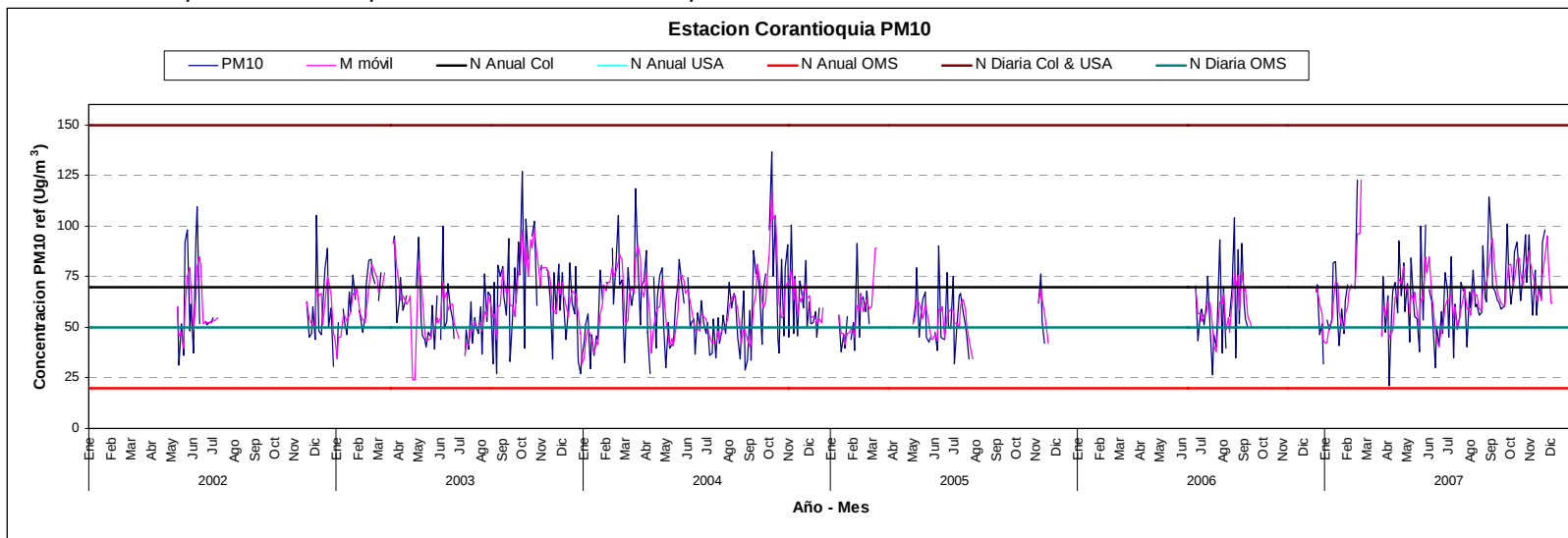
7.2.2 Estación Corantioquia (CORA). La gráfica 271 muestra que desde mediados del 2002, se tienen dos épocas en el año donde se registran las mayores concentraciones de PM10, entre $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en febrero y marzo y septiembre y octubre. En el segundo semestre de 2003 y 2004 se observan las concentraciones más altas, asociadas posiblemente a construcciones.

7.2.3 Estación Guayabal (GUA). La gráfica 272 muestra el comportamiento de las concentraciones diarias de PM10 desde que se iniciaron los monitoreos, a mediados del 2002. El comportamiento es muy similar a los valores de PM10 de las estaciones Miguel de Aguinaga y Corantioquia. Esta estación tiene influencia industrial y de tráfico vehicular.

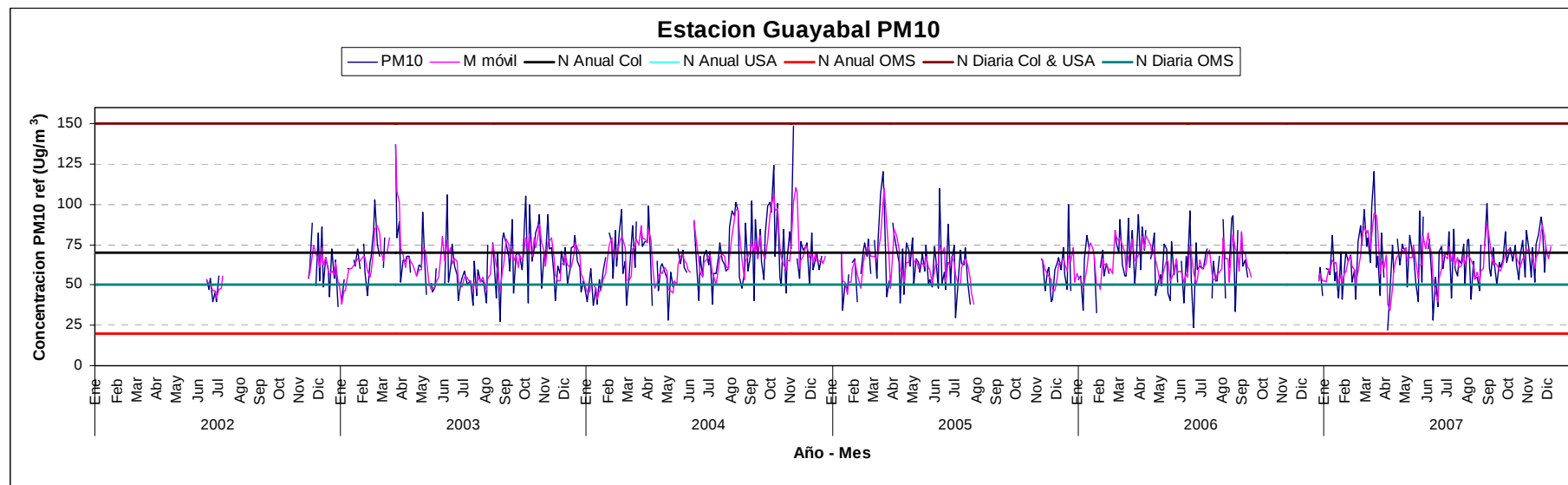
Gráfica 269. Material particulado respirable estación Miguel de Aguinaga 2003 - 2007



Gráfica 270. Material particulado respirable estación Corantioquia 2002 - 2007



Gráfica 271. Material particulado respirable estación Guayabal 2002 - 2007



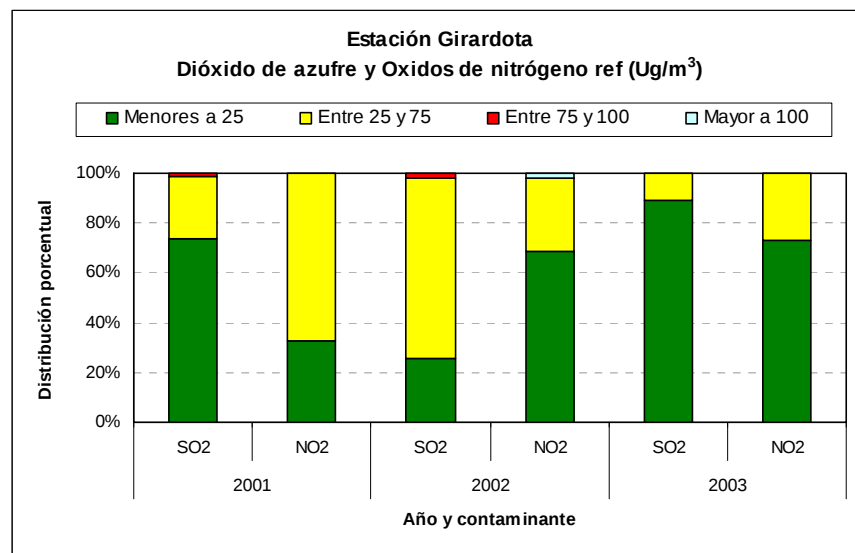
7.3 RESULTADOS DE DIÓXIDO DE AZUFRE Y ÓXIDOS DE NITRÓGENO

Las gráficas 273 a 280 muestran una distribución porcentual de las concentraciones diarias de dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno que se han monitoreado en las diferentes estaciones, desde el 2001. La distribución muestra concentraciones inferiores a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, entre 25 y $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$, entre 75 y $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y mayores a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Estos resultados han mostrado unas concentraciones muy bajas de estos contaminantes en todas las estaciones, especialmente de dióxido de azufre. Por esta razón, desde mediados del 2004 el Comité Coordinador de Redaire decidió monitorear estos contaminantes cada seis días.

Es importante aclarar que el Laboratorio Ambiental del GIA de la Universidad Pontificia Bolivariana³ que analiza las muestras reporta en sus informes de resultados, muestras como N.D. (No Detectable). Esto quiere decir que no se alcanzó a detectar algún contenido de dióxido de azufre, u óxidos de nitrógeno, al analizar la muestra. Este N.D. es diferente a los bajos contenidos de dióxido de azufre, o óxidos de nitrógeno, que reporta en sus informes de resultados el laboratorio que analiza las muestras, que al calcular su concentración, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, se obtienen valores de cero o muy cercanos a cero.

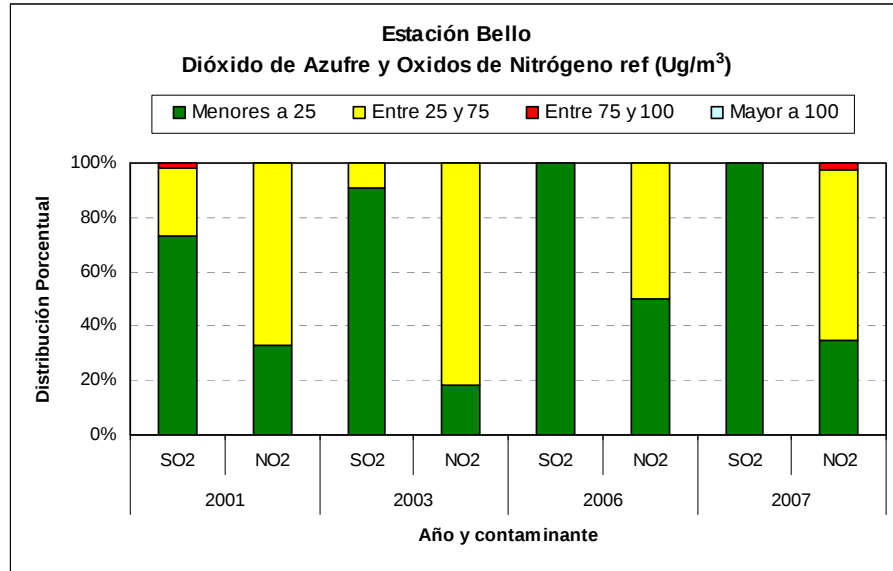
Estos resultados muestran concentraciones muy bajas de dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno, siendo superiores los óxidos de nitrógeno, y permiten concluir que en el valle de Aburrá no se tienen problemas serios de contaminación de aire por estos tipos de contaminantes.

Gráfica 272. Distribución de concentraciones SO_2 - NO_2 estación Girardota

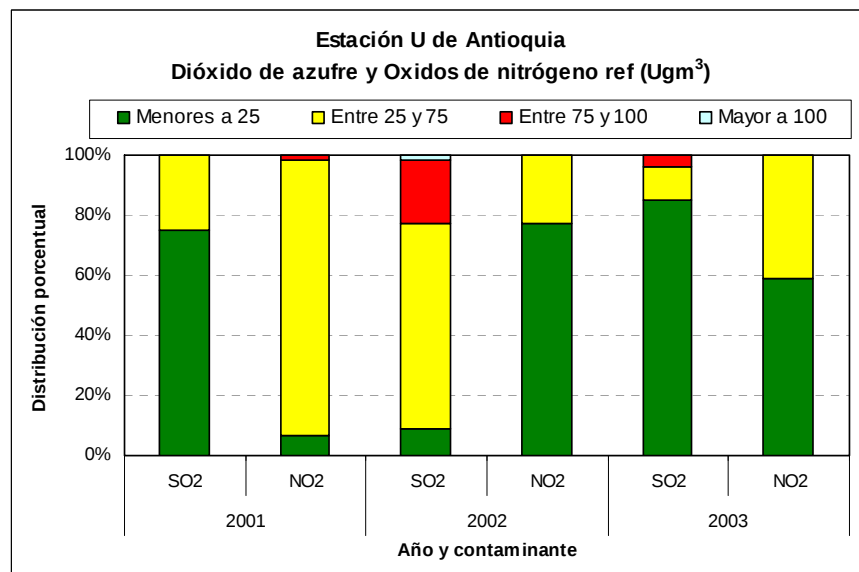


³ Laboratorio Acreditado por el IDEAM bajo la norma NTC - ISO - IEC- 17025

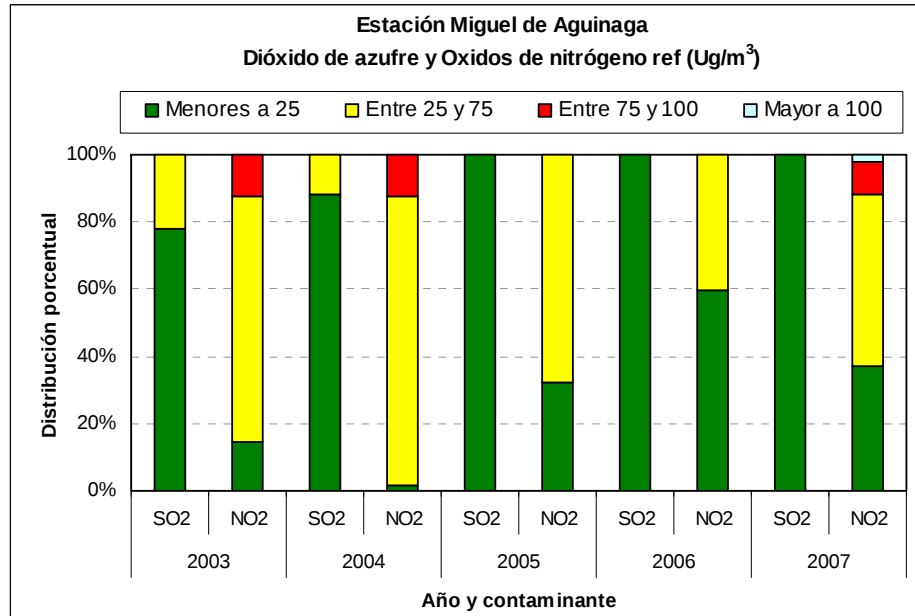
Gráfica 273. Distribución de concentraciones SO_2 - NO_2 estación Bello



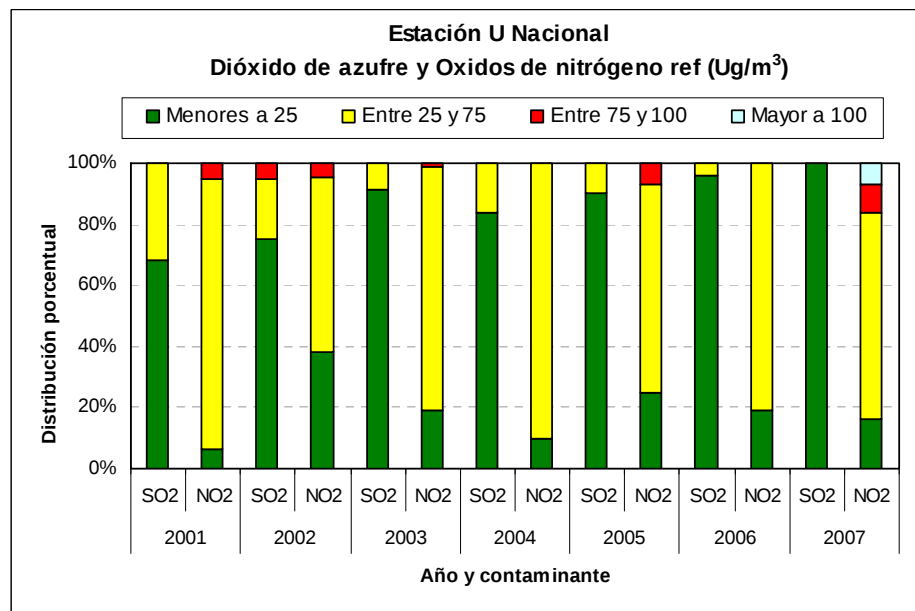
Gráfica 274. Distribución de concentraciones SO_2 - NO_2 estación U de A



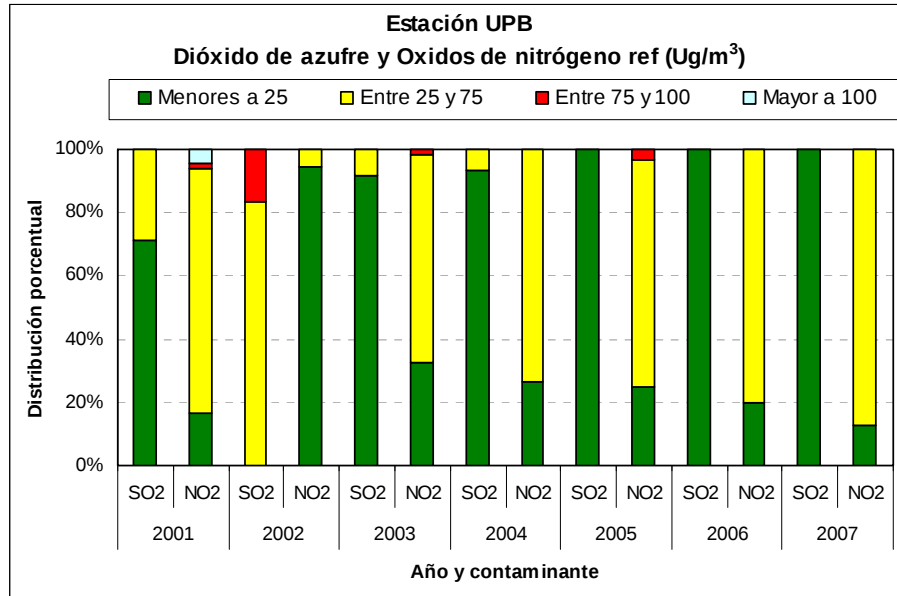
Gráfica 275. Distribución de concentraciones SO₂ - NO₂ estación Miguel de Aguinaga



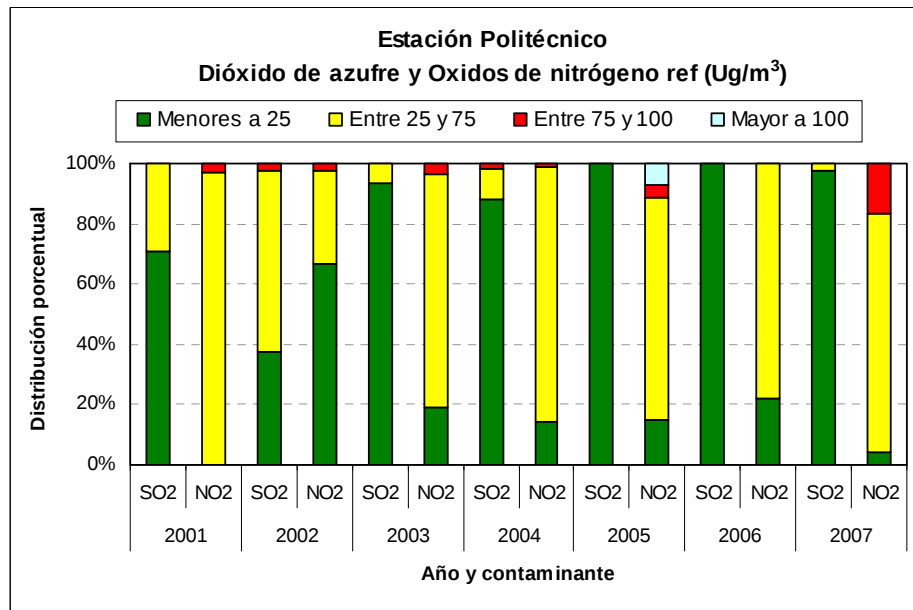
Gráfica 276. Distribución de concentraciones SO₂ - NO₂ estación U Nacional



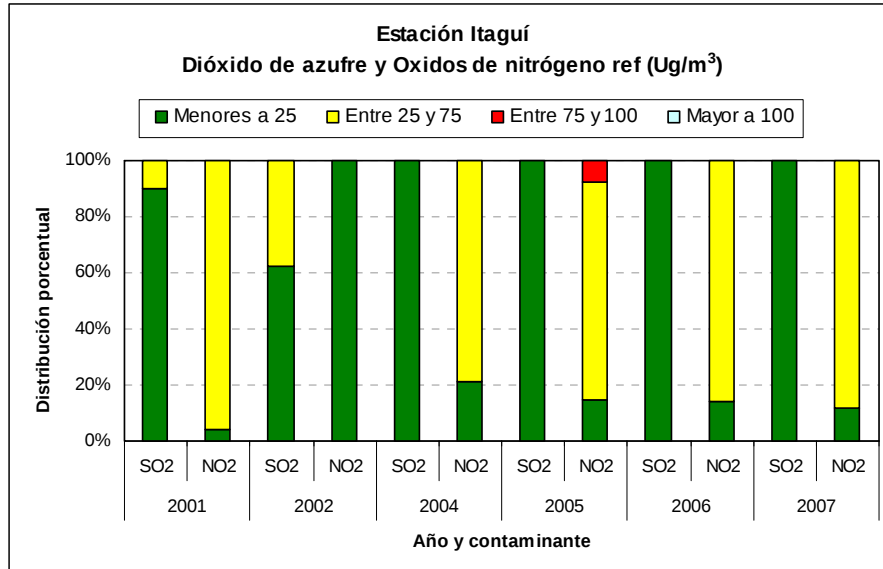
Gráfica 277. Distribución de concentraciones SO₂ - NO₂ estación UPB



Gráfica 278. Distribución de concentraciones SO₂ - NO₂ estación Politécnico



Gráfica 279. Distribución de concentraciones SO₂ - NO₂ estación Itagüí



7.4 RESULTADOS DE MONÓXIDO DE CARBONO

En la gráfica 281 se presenta el comportamiento típico diario de la concentración de Monóxido de Carbono horario en las estaciones Aguinaga y Guayabal en los años 2006 y 2007, se puede apreciar que en la estación Aguinaga se presentó un incremento uniforme en todas las horas del día del año 2007 y su promedio aritmético se incrementó de 1,8 ppm a 2,4 ppm, mientras que la estación Guayabal se conservó casi constante.

Los datos de los años 2002 al 2004 se descartaron por problemas de calibración y fallas técnicas en los equipos y los del 2005 eran muy pocos (no cumplían con el 75% mínimo requerido).

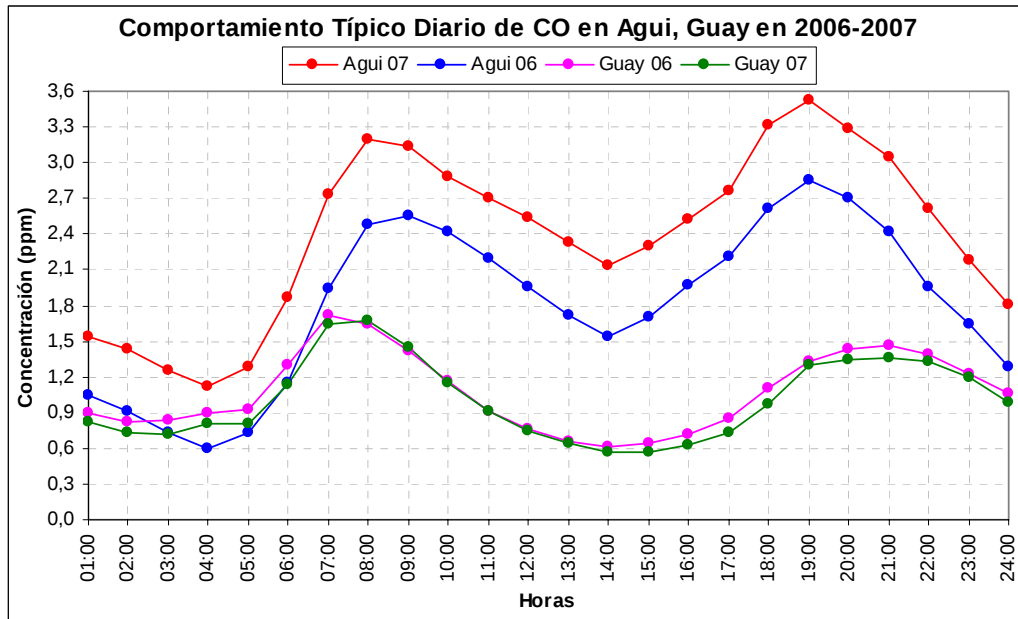
Los resultados muestran que en el Área Metropolitana no se presentan problemas de Monóxido de Carbono en los sitios donde están situadas las estaciones de la red al no superar la norma colombiana horaria ni octohoraria.

7.5 RESULTADOS DE OZONO

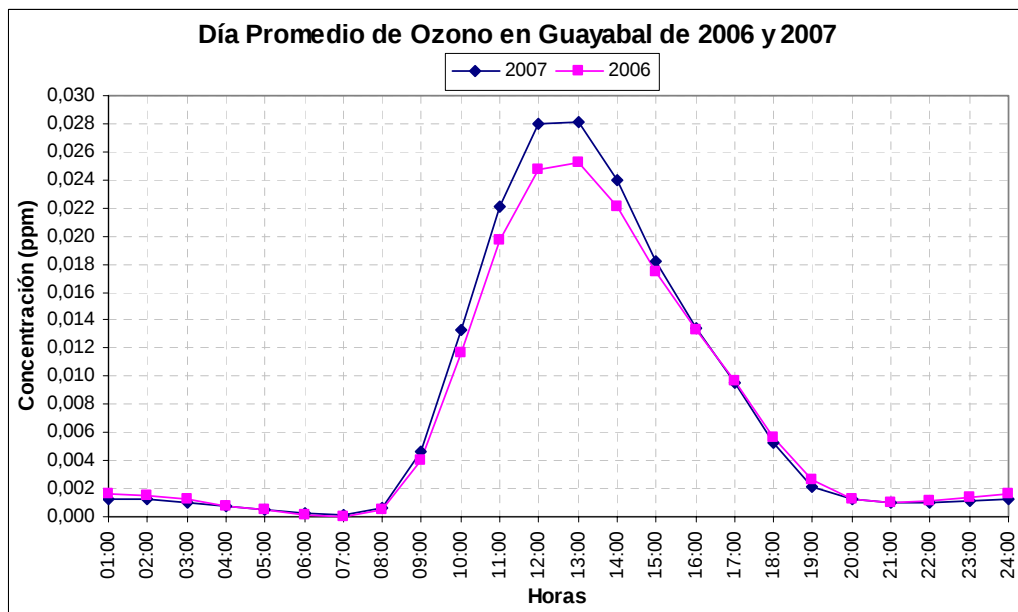
En la gráfica 282 se ilustra la concentración de un día promedio de Ozono horario en la estación Guayabal y se aprecia que las mayores concentraciones se presentan al medio día, cuando hay mayor radiación solar. Además comparando el año 2007 con el 2006 se presentó un incremento de las 09:00 a las 15:00 horas.

Los datos de los años 2002 al 2004 se descartaron por problemas de calibración y fallas técnicas en los equipos y los del 2005 eran muy pocos (no cumplían con el 75% mínimo).

Gráfica 280. Concentración de un día promedio de monóxido de carbono horario en las estaciones Aguinaga, Guayabal y Unal



Gráfica 281. Concentración de un día promedio de Ozono horario.



8 PLAN DE MEDIOS

A continuación se describe el programa de medios relacionado con el Convenio 289 del 2006.

8.1 VALLAS

En las fotos 6 a la 7 se presenta el registro fotográfico de los lugares donde fueron instaladas las tres vallas relacionadas con el proyecto.



Foto 6. Registro Fotográfico de la Valla ubicada en Autopista Norte con la 75 antes de la Terminal del Norte Barrio Caribe



Foto 7. Registro Fotográfico de la Valla ubicada en Carretera las Palmas Curva de la Barraca subiendo



Foto 8. Registro Fotográfico de la Valla ubicada en Carrera 43 No. 50-49 entrada a Itagüí sobre la Autopista Sur, Estación el Venado S-N.

8.2 SEPARADOR

En la figura 4 se presenta el separador que fue aprobado por la oficina de comunicaciones de la entidad Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

Figura 4. Separador relacionado con el Convenio.



8.3 PLEGABLE

El plegable alusivo al Convenio 289 del 2006 se presenta en la figura 5, el cual no fue aprobado por el Área Metropolitana ya que se le deben hacer ajustes en cuanto a la redacción del documento.

Figura 5. Plegable alusivo al Convenio 289 del 2006



8.4 VIDEO

En el anexo G se presenta el video institucional del Convenio.

CONCLUSIONES

Los resultados de PST desde diciembre 15 de 2006 hasta diciembre 31 de 2007 muestran que el promedio geométrico más alto los tienen las estaciones Universidad Nacional, con $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y Aguinaga, con $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Igualmente, en las estaciones Universidad de Antioquia, Politécnico, Guayabal e Itagüí se supera la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definida en la Resolución 601 del 04 de abril de 2006 del MAVDT para este tipo de contaminante. Las concentraciones diarias más altas se presentaron en las estaciones Universidad Nacional, con $308 \mu\text{g}/\text{m}^3$ medido el 04 de marzo, y en Aguinaga, con $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ medido el 05 de julio. Estas dos concentraciones son las únicas que superan la norma diaria de $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definida en la Resolución 601 de 2006 del MAVDT. Las estaciones donde las concentraciones diarias superan mas la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ son Universidad Nacional, Miguel de Aguinaga, Politécnico, Universidad de Antioquia, Itagüí y Guayabal, con el 86%, 74%, 66%, 65%, 64% y 62%, respectivamente. En la estación Universidad Nacional se tiene gran influencia el flujo vehicular de la vía de salida al mar y la cercanía que tiene el medidor de partículas a esta vía. Los resultados de PST indican que la zona centro (incluida la zona de la Facultad de Minas) y la zona sur del Valle de Aburrá son las zonas mas contaminadas de la ciudad.

Las estaciones menos contaminadas por PST son Girardota Liceo, Barbosa y La Estrella, donde se presentaron promedios geométricos de $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente, entre diciembre 15 de 2006 y diciembre 31 de 2007. En estas mismas estaciones se encontraron los más bajos porcentajes donde las concentraciones diarias superan la norma anual de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con 12%, 23%, y 15% respectivamente, lo cual ratifica que son las estaciones menos contaminadas por PST.

Las concentraciones de PM₁₀ desde diciembre 15 de 2006 hasta diciembre 31 de 2007 muestran para la estación Miguel de Aguinaga un promedio aritmético de $73 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valor que es levemente superior a la norma anual de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definida en la Resolución 601 del 04 de abril de 2006 del MAVDT. En las estaciones Corantioquia y Guayabal los promedios aritméticos son levemente inferiores a la norma anual de los $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en las dos estaciones. Ninguna de las concentraciones diarias de PM₁₀ supera la norma diaria de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definida en la dicha Resolución. Todas estas concentraciones diarias superan la norma anual de la OMS de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que el 84%, en promedio, de las concentraciones diarias superan la norma anual de EE.UU. (EPA) de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y comparando con la norma anual colombiana solamente el 46%, en promedio, de las concentraciones diarias superan la norma anual colombiana de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Los resultados de SO₂ y NO₂ muestran concentraciones muy bajas de estos contaminantes, en las seis estaciones de monitoreo, lo que permite concluir que en el Valle de Aburrá no se tienen problemas serios de contaminación de aire por estos tipos de contaminantes.

En el Área Metropolitana se presenta eventos de lluvia ácida debido a los bajos niveles de pH obtenidos y a las condiciones de corrosión en las que se encuentran las carcasas de algunos equipos de monitoreo de la calidad del aire, tales como: los equipos de 3 gases, los equipos medidores de PM10 y el techo de la unidad móvil.

Los datos de todas las estaciones presentan una calidad del aire entre Buena y Moderada para todos los contaminantes monitoreados (PST, PM10, SO₂, NO₂, CO, O₃), excepto en una oportunidad para las estaciones Aguinaga y U de A y en dos oportunidades para la estación Unal, en las cuales se presentó una calidad de inadecuada para partículas suspendidas totales PST.

En el Área Metropolitana del Valle de Aburrá se presenta calidad Moderada del aire en un 74% y Buena en un 26%, lo que quiere decir que la calidad del aire es apenas aceptable. En cuanto al índice de la calidad del Aire, de las estaciones analizadas se concluye que las más críticas son U de A, Unal, el Poli, Aguinaga y Guayabal.

El AQI, indica que la calidad del aire, aún no ha alcanzado estados críticos, aunque se ha llegado a la categoría naranja, lo cual requiere de cuidado por parte de la Autoridad Ambiental y una participación activa de la población haciendo un uso responsable del transporte público y privado.

Las mayores concentraciones de Monóxido de Carbono se obtuvieron en los meses de abril-mayo para la estación Aguinaga, mayo-octubre para la estación Guayabal y mayo-septiembre para la estación Unal. Además las menores concentraciones se obtuvieron en los meses de diciembre, enero, junio y julio que son los meses en que hay vacaciones en colegios y universidades.

Se presentó un incremento en las concentraciones de monóxido de carbono sobre todo en la estación Aguinaga, como se puede apreciar con algunas de las concentraciones horarias más altas del mes de Abril que fueron 5,26 ppm, 9,79 ppm, 8,88 ppm, 16,83 ppm y 12,91 ppm de las 5pm a las 9pm, las cuales se presentaron el día 4 de abril (miércoles Santo) por la salida masiva de la ciudad de mucha parte de la población en la Semana Santa. Además del mes de diciembre de 2006 a los meses de abril y mayo de 2007 puede ser por el incremento del parque automotor y de las motos tal como lo relacionan el incremento de ventas de vehículos y motos en el último año y medio.

Se sigue presentando un incremento en las concentraciones de monóxido de carbono del mes de diciembre de 2006 a los meses de abril y mayo de 2007 sobre todo en la estación Aguinaga posiblemente por el incremento del parque automotor y de las motos tal como lo relacionan el incremento de ventas de vehículos y motos en el último año y medio.

El nivel máximo permisible de Ozono horario que establece la norma de calidad del aire (Resolución 601 de 2006 del MAVDT) que es 0,061 ppm se ha superado en 15 ocasiones con concentraciones inferiores a 0,066 ppm.

Los meses en que más veces se superó la norma de Ozono horario en la estación Guayabal fueron abril y septiembre con 4 episodios en cada mes equivalentes a 0.56% de los datos de estos meses.

La Estación Automática ubicada en la Facultad Nacional de Salud Pública estuvo en categoría no saludable para grupos sensibles en el 4% de los días del periodo monitoreado, en 91% fue Moderada y Buena en el 5%; el contaminante responsable de la categoría Moderada y no saludable para grupos sensibles en todos los casos fue el material particulado menor de 10 micrones (PM₁₀).

Comparando los lugares donde estuvo ubicada la estación automática, las concentraciones de PM-10 en la Facultad Nacional de Salud Pública han sido las más altas, se presume que esto es debido a los arreglos que se realizaban en la carrera Carabobo ya que parte de esta vía se encontraba sin asfalto y con la circulación de los vehículos que producen el levantamiento de bastante polvo.

La estación móvil automática del AMVA ubicada en Girardota en el interior de la empresa Enka, presentó una categoría moderada en el 6% de los días del periodo monitoreado y Buena en el 94%; el contaminante responsable de la categoría Moderada en todos los casos fue el PM₁₀ (Material Particulado menor de 10 micras).

En comparación con los lugares donde estuvo ubicada la estación móvil automática del AMVA, las concentraciones fueron muy bajas en el municipio de Girardota en el interior de la empresa Enka.

La Estación Automática ubicada en la Universidad de Antioquia (cerca de la portería de la Regional), estuvo en categoría Moderada en el 4% de los días del periodo monitoreado y Buena en el 96%; el contaminante responsable de la categoría moderada fue el Monóxido de Carbono. Si no tuviera problemas el flujo del monitor de partículas el PM-10 hubiera sido el contaminante responsable.

La Estación Automática ubicada en el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid (cerca de las Vegas), estuvo en categoría Moderada en el 94% de los días del periodo monitoreado y Buena en el 9%; el contaminante responsable de la categoría Moderada y Buena fue el material particulado menor de 10 micrones (PM₁₀).

Las concentraciones de Ozono en la estación Móvil Automática ubicada en el Politécnico Colombiano JIC superaron el nivel máximo permisible horario que establece la norma de calidad del aire (Resolución 601 de 2006 del MAVDT) que es 0,061 ppm en 15 ocasiones que equivale a un 2,15% de los datos, con concentraciones inferiores a 0,091 ppm; El nivel máximo permisible la octohorario (0,041 ppm) se supero en 13 ocasiones que equivale a un 2,58% de los datos con concentraciones inferiores a 0,049 ppm; del periodo monitoreado.

La estación automática ubicada en Villa Hermosa (tanques de agua de EPM) estuvo en categoría No Saludable para Grupos Sensibles en un día por Ozono de 1 hora equivalente al 4% de los días del periodo monitoreado, Moderada en 16 días equivalente al 64% y Buena en 8 días equivalente al 32%; el contaminante responsable de la categoría Moderada fue el material particulado menor de 10 micrones (PM₁₀) exceptuando un día que dio por Ozono de 8 horas.

Las concentraciones de Ozono en la estación Móvil Automática ubicada en Villa Hermosa superaron el nivel máximo permisible horario que establece la norma de calidad del aire (Resolución 601 de 2006 del MAVDT) que es 0,061 ppm en 22 ocasiones que equivale a un 4,1% de los datos, con concentraciones inferiores a 0,125 ppm; El nivel máximo permisible la octohorario (0,041 ppm) se supero en 35 ocasiones que equivale a un 9,1% de los datos con concentraciones inferiores a 0,078 ppm; del periodo monitoreado. Estas concentraciones llevaron el AQI un día a categoría No Saludable para Grupos Sensibles y otro día a Moderada.

La estación automática ubicada en el Municipio de La Estrella en el Centro Administrativo Municipal (CAM) estuvo en categoría Moderada en el 16% de los días del periodo monitoreado y Buena en el 84%; el contaminante responsable de la categoría Moderada y Buena fue el material particulado menor de 10 micrones (PM-10).

Las concentraciones de Ozono en la estación Móvil Automática ubicada en La Estrella superaron el nivel máximo permisible horario que establece la norma de calidad del aire (Resolución 601 de 2006 del MAVDT) que es 0,061 ppm en 11 ocasiones que equivale a un 1,72% de los datos, con concentraciones inferiores a 0,079 ppm; El nivel máximo permisible la octohorario (0,041 ppm) se supero en 8 ocasiones que equivale a un 1,76% de los datos con concentraciones inferiores a 0,053 ppm; del periodo monitoreado.

La Estación Automática ubicada en el Municipio de Itagüí en el SENA de Calatrava estuvo en categoría Moderada en el 71% de los días del periodo monitoreado y Buena en el 29%; el contaminante responsable de la categoría Moderada, el contaminante responsable de la categoría Moderada y Buena fue el material particulado menor de 10 micrones (PM-10).

Las concentraciones de Ozono en la estación Móvil Automática ubicada en Itagüí superaron el nivel máximo permisible horario que establece la norma de calidad del aire (Resolución 601 de 2006 del MAVDT) que es 0,061 ppm en 21 ocasiones que equivale a un 4% de los datos, con concentraciones inferiores a 0,087 ppm; El nivel máximo permisible la octohorario (0,041 ppm) se supero en 31 ocasiones que equivale a un 8,03% de los datos con concentraciones inferiores a 0,053 ppm; del periodo monitoreado.

Es importante analizar las variables meteorológicas, debido a que éstas son un factor importante en la determinación de la calidad del aire. Además, es en la atmósfera donde se emiten los contaminantes del aire.

El destino de los contaminantes está determinando por procesos atmosféricos tales como la velocidad del aire, dirección y el intercambio de calor (la convección y la radiación) determinan el destino de los contaminantes a medida que pasan por las etapas de transporte, dispersión, transformación y remoción.

El conocimiento adquirido a través del estudio realizado a las variables meteorológicas y a las concentraciones de los contaminantes sirve para manejar y controlar la descarga de contaminantes en el aire en exteriores. El control de la descarga de estos contaminantes ayuda a asegurar que las concentraciones de este tipo de sustancias en el ambiente cumplan con los estándares de calidad del aire en exteriores. Además, este conocimiento

es esencial para entender el destino y transporte de las sustancias contaminantes del aire.

La velocidad promedio del viento en el Área Metropolitana es menor a 2,5 m/s.

La dispersión de los contaminantes es predominante 17,6% del norte y 16,9% del noroeste con velocidades menores a 2,5 m/s en concordancia con la información meteorológica registrada en la Estación móvil ubicada en Villa Hermosa.

En el centro del Valle se midieron condiciones meteorológicas en la UDEA, la Unal y Poli con la estación móvil de AMVA. Estos valores se pueden extrapolar a las estaciones fijas y determinar la dispersión de los contaminantes y la formación de lluvia ácida. La dirección predominante de los vientos es desde el noreste, en la UDEA. Los contaminantes del oriente del valle se dispersan hacia el suroeste y se reflejan en la lluvia ácida que se presenta en las estaciones de la UNAL y UPB.

En la estación UNAL la dispersión de los contaminantes es predominantemente desde el norte (31,5%), aunque la dispersión hacia el suroeste es de 22,3. Esto se refleja en la zona sur del valle.

Las mediciones de dirección y velocidad del viento realizadas en el POLI contradicen la suposición de que los vientos soplan del noreste en el Valle de Aburrá, ya que el 22,8% provienen del sur (esta es la dirección predominante) y las velocidades fueron menores a 2,5 m/s en 98,1 % de los datos. Esto hace que los contaminantes retornen hacia el centro del valle, incrementando la contaminación en el centro de la ciudad de Medellín.

Las mediciones de condiciones meteorológicas en el sur del Área Metropolitana se realizaron en Itagüí (Sena de Calatrava) y en La Estrella en el Centro Administrativo Municipal. Permitiendo concluir que la dispersión de los contaminantes en Itagüí es hacia el suroeste predominantemente. Sin embargo, en La Estrella hay dos direcciones del viento predominantes, desde el oeste y desde el sureste, confirmando el retorno de los contaminantes hacia el centro del valle.

El transporte de la contaminación del aire está determinado por la velocidad y la dirección de los vientos. La tasa de dispersión depende de la estructura térmica de la atmósfera, así como de la agitación mecánica del aire a medida que se desplaza sobre los diferentes accidentes geográficos.

La radiación solar y la humedad, así como otros componentes de la atmósfera, causan un impacto en la transformación de las sustancias contaminantes emitidas en el aire. La remoción de los contaminantes no sólo depende de sus características sino también de fenómenos climáticos como la lluvia, la nieve y la niebla.

RECOMENDACIONES

En el 2007 se ha encontrado que los procesos de construcción han incidido considerablemente en los aumentos de las concentraciones de PST y PM10, tal es el caso de las estaciones Barbosa, U Nacional, Aguinaga, U de Medellín entre otras. Por esta razón, se recomienda hacer un seguimiento muy estricto a los planes de manejo ambiental de estas obras, para que se cumplan con las actividades de control y minimización de fuentes de contaminación de material particulado.

Una posible alternativa para combatir la producción de lluvia ácida generada por los contaminantes es usar combustibles con bajo contenido de azufre.

Dada la dirección sur predominante del viento y el nivel de industrialización alcanzado en Valle de Aburrá, se hace importante contar con más colectores de lluvia ácida, debido a que todos los contaminantes generados son transportados por el viento hacia el sur del valle. Además, se recomienda ubicar colectores en el centro del área metropolitana, dado el alto flujo vehicular.

Los resultados de monóxido de carbono y ozono medidos en la estación Guayabal han sido muy bajos desde que se instalaron estos equipos en este sitio. Se recomienda reubicar estos equipos donde se estime que haya niveles más altos de estos contaminantes.

Las concentraciones de Dióxido de Azufre medidas en la Facultad de Minas de la Universidad Nacional (Robledo) son las mas altas obtenidas en los lugares donde se ha medido con la Estación Móvil Automática de AMVA desde jun-07 que se instalo el Analizador de SO₂, el promedio aritmético fue 0,026 ppm y la norma colombiana (Resolución 601 de 2006) anual es 0,031 ppm, debido a esto se recomienda instalar un equipo automático en la estación Unal. Además al realizar el cálculo del AQI se presento un dato Moderado por este contaminante.

Las concentraciones de PM2.5 medidas en la Facultad de Minas de la Universidad Nacional (Robledo) al realizar el cálculo del AQI se presentaron tres datos Moderados por este contaminante como contaminante responsable de los tres días medidos, además este cruce (carrera 80 con calle 65) es uno de los que mayor flujo vehicular tiene en el valle y el PM2.5 es producido sobretodo por el parque automotor, por lo anterior se recomienda instalar un equipo automático de PM2.5 en la estación Unal.

La responsabilidad en la mejora de la calidad del aire es compartida entre la sociedad y las autoridades por lo que se recomienda hacer campañas educativas, que aportes podemos hacer cada uno de los habitantes del Área Metropolitana a la mejora de la calidad del aire, adicionalmente a las medidas policivas.

Debido a causas en el mal funcionamiento del sensor encargado de medir la dirección del viento, se recomienda un cambio en éste dispositivo.

Se hace importante realizar el análisis de iones a las muestras de lluvia ácida, para realizar correlaciones para la calidad del aire.

BIBLIOGRAFÍA

- Bedoya, Julián et al. Operación de la red y resultados. En: Boletín REDAIRE. Vol. 11 (jul 2003), p 8-14.
- Bedoya, Julián; Giraldo, William y Sepúlveda, Carlos Mario. Operación de la Red y Resultados Cuatrimestre I 2003. En: Boletín REDAIRE. Vol. 12 (agos. 2003) p 5-12.
- Bedoya, Julián; Giraldo, William y Sepúlveda, Carlos Mario. Operación de la red y resultados cuatrimestre II 2003. En: Boletín REDAIRE. Vol. 13. (nov. 2003) p 5-16.
- Bedoya, Julián; Giraldo, William y Sepúlveda, Carlos Mario. Calidad del Aire en el Valle de Aburrá en el 2003. En: Boletín REDAIRE. Vol. 14. (feb. 2004) p 9-22
- Bedoya, Julián; Giraldo, William y Sepúlveda, Carlos Mario. Calidad del Aire en el Valle de Aburrá en el cuatrimestre I del 2004. En: Boletín REDAIRE. Vol. 15 (may 2004) p 9-21.
- Bedoya, Julián y Sepúlveda Carlos Mario. Calidad del Aire en el Valle de Aburrá en el 2004. En: Boletín REDAIRE. Vol. 16 (may 2005), p 5-16.
- Bedoya, J.; Zapata, Carmen Elena. y Sepúlveda Carlos Mario. Calidad del Aire en el Valle de Aburrá enero – mayo de 2005. En: Boletín REDAIRE. Vol. No. 17 (jun 2005) p 9-21.
- COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución Número (601) 04 de abril de 2006. Norma de calidad del aire o nivel de inmisión. (abril 2006).
- COLOMBIA. ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ Y UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA. Índice de calidad del aire: Aplicación para la red de monitoreo de la calidad del aire. En: Contrato 158 de 2005 (dic. 2005).
- COLOMBIA. ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ Y UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA. Estudio de la Calidad del Aire, segundo informe de avance. En: Convenio Especial de Cooperación No. 289 del 2006 (octubre 2007).
- 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.
- HEDIN, Lars O. y LIKENS, Gene E. "Polvo atmosférico y lluvia ácida". Investigación y Ciencia. Febrero, 1997. Barcelona. Prensa Científica.
- KENNETH, F. "Perturbaciones ambientales de Origen Humano". Canadá.

LINÉS ESCARDO Alberto “Acción del Hombre en el Clima y la Contaminación. Madrid”, España, 1985.

LEMIRE, S. et al, 1998. Exposición ambiental a compuestos orgánicos volátiles evaluados en concentraciones sanguíneas en usuarios de transporte en la Ciudad de México.

NADINE, B. et al., 1999. Ozone Measurement with Passive Samplers: Validation and Use for Ozone Pollution Assessment in Montpellier, France. Environmental Science & Technology. Vol 33, No 2. pp 217 – 222.

PENAGOS RINCÓN John Fredy. Notas del curso virtual “Energía y Ambiente” Septiembre-2004. Universidad Nacional de Colombia. < en línea>.

PFEFFER, U., Beier, R. and ZANG, T., _____. Measurements of Nitrogen Dioxide with Diffusive Samplers at Traffic-Related Sites in North Rhine-Westphalia (Germany). Performance Characteristics and Measurement Uncertainty.

UK Department of the Environment, 1993. First Report: Urban air quality in the United Kingdom. London, England: Quality of Urban Air Review Group,.

WALLACE L., Risk Anal. Major sources of exposure to benzene and other volatile organic chemicals.; 1990 10:59-64.

ABREVIATURAS

AMVA:	Área Metropolitana del Valle de Aburrá
CO:	Monóxido de carbono
EPA:	Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de Norteamérica (U.S. Environmental Protection Agency)
THC:	Total Hydrocarbon (Hidrocarburos totales)
HI-VOL:	Alto Volumen (Hi Volume)
HNO ₂ :	Acido nitroso
HNO ₃ :	Ácido nítrico
H ₂ SO ₄ :	Acido sulfúrico
Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	MAVDT
l/m ² :	Litro por metro cuadrado
msnm:	Metros sobre el nivel del mar
m:	Metros
mm:	Milímetros de lluvia (un mm de lluvia equivale a un 1/m ²)
m/s:	Metros por segundo
mw/cm ² :	Miliwatts por centímetro cuadrado
N:	Nitrógeno
N ₂ O:	Oxido nitroso
NO:	Oxido nítrico
NO _x :	Oxidas de nitrógeno
NO ₂ :	Dióxido de nitrógeno
NO ₃ :	Ion nitrato
O ₃ :	Ozono
OMS	Organización Mundial Salud
pH:	Potencial hidrógeno
PM10:	Partículas menores a 10 micrómetros
PST	Partículas Suspendidas Totales
PP:	Precipitación Pluvial
ppm:	Partes por millón
HR:	Humedad Relativa
SO ₂ :	Dióxido de azufre
SO ₄ :	Ion sulfato
VV:	Velocidad del Viento
Watts/m ₂ :	watts por metro cuadrado
μ/m ² :	Microgramos por metro cuadrado
μg/m ³ :	Microgramos por metro cúbico
μg/cm:	MicroSiems por centímetro
°C:	Grados centígrados
%:	Porcentaje
h	Hora

m
s
N.D.

Minuto
Segundo
No Detectable

ANEXO A. PROTOCOLO DE MUESTREO DE LLUVIA ÁCIDA



La metodología de muestreo para lluvia ácida es la recomendada por la NADP.

1. Periodo de Muestreo.

El periodo de muestreo es de una semana para el lado húmedo y ocho semanas para el lado seco. La muestra de agua del lado húmedo se recolecta todos los martes a las 9:00 a.m. Si está lloviendo hay que esperar que termine de llover pero nunca más tarde de la media noche del martes, a ésta agua se le mide pH y conductividad y se lleva al laboratorio para determinar contenido de iones. En el caso del Área Metropolitana se analizan solo los sólidos totales y volátiles.

Las muestras del lado seco acumuladas durante 8 semanas se recolectan al mismo tiempo que la del lado húmedo cumplido el periodo de muestreo.

Cuando las muestras no se pueden llevar inmediatamente al laboratorio estas se refrigeran, pero la entrega al laboratorio no supera las 24 horas.

2. Recolección de la muestra

Al final de cada período estándar de muestreo, el balde es removido del colector siguiendo las siguientes instrucciones:

Acercarse al colector y trabajar desde el lado de viento abajo, con el objeto de minimizar el arrastre de contaminantes portados por la persona que puedan caer a la muestra.

Colocar la tapa del balde y asegurarla provisionalmente mediante la utilización de cinta de enmascarar, con el propósito de evitar pérdidas de muestra durante su transporte al laboratorio. Durante este procedimiento debe evitarse todo contacto con los lados internos del recipiente o los de la tapa, ya que una simple huella dactilar o una gota de transpiración humana puede invalidar completamente una muestra por alteración de las concentraciones de sodio, cloro y otros posibles iones.

Remover el balde del colector, indicando, con una etiqueta el lado del cual fue removido e introducirlo dentro de una bolsa plástica para luego ser llevado al laboratorio.

Colocar el nuevo balde después de remover la bolsa plástica en el cual viene empacado. Los baldes no deben sacarse de la bolsa plástica hasta que no estén listos para ser colocados sobre el colector.

Anotar el tiempo a partir del cual se removió el balde del colector y el correspondiente al de la instalación del nuevo.

Llenar el formato u hoja de campo que se muestra en la figura 1.

Colocar formato de campo

3. Análisis In-situ

Se mide el volumen de la muestra con un beaker y se guarda 500 ml de agua en un frasco para reactivo marca: Schott Duran con tapa hermética plástica azul para ser llevado al laboratorio. Se toma otra muestra a la cual se le miden conductividad y el pH en el campo.

4. Análisis de Laboratorio

Se realizan en el laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad Nacional Sede Medellín.⁴ Siguiendo los métodos 2540-B Sólidos Totales Secados a 103-105°C y 2540-E Sólidos Totales Volátiles Secados a 550 °C, tal como se ilustra a continuación.

⁴ Laboratorio en proceso de certificación.

Figura 1. Formato de Seguimiento del Equipo de Lluvia Ácida

Red de Monitoreo de la Calidad del Aire del Valle de Aburrá	FORMATO DE SEGUIMIENTO DEL EQUIPO DE LLUVIA ACIDA
--	--

Estación: _____
Día: Martes 9:00 am.

Sitio de muestreo: _____

Fecha de Inicio del Muestreo (dd/mm/aaaa)	Fecha de Recolección de Muestra (dd/mm/aaaa)	Semana No.	Wet	Dry	pH	Contador de Eventos Inicial	Contador de Eventos Final	Contador de Horas inicial	Contador de Horas final	Sólidos totales	Observaciones
		1	X								
		2	X								
		3	X								
		4	X								
		5	X								
		6	X								
		7	X								
		8	X	X							
		1	X								
		2	X								
		3	X								
		4	X								
		5	X								
		6	X								
		7	X								
		8	X	X							
		1	X								
		2	X								
		3	X								
		4	X								
		5	X								

Nombre del Responsable: _____

CONSECUTIVO	
CR-LLA-01	VERSIÓN: 02

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLÍN	ANÁLISIS DE SÓLIDOS TOTALES	Código: IRE-026
		Versión: 00
	LABORATORIO DE INGENIERÍA SANITARIA	Solicitud: 076

MÉTODO 2540-B SÓLIDOS TOTALES SECADOS A 103-105°C
MÉTODO 2540-E SÓLIDOS TOTALES VOLÁTILES SECADOS A 550 °C

1. OBJETIVOS

- 1.1** Determinar la concentración de Sólidos Totales y volátiles en agua natural, tratada y residual.
- 1.2** Verificar su cumplimiento según el Decreto 475 del 10 de Marzo de 1998 del Ministerio de Salud y Desarrollo de Colombia.

2. ALCANCE

Este método aplica para agua natural, tratada residual con un residuo que no exceda los 200mg.

3. DISCUSIÓN GENERAL

3.1 PRINCIPIO

Los sólidos es la expresión que se aplica a los residuos de material que quedan en un recipiente después de la evaporación de una muestra y su consecutivo secado en estufa a temperatura definida. Los sólidos totales incluyen los sólidos totales suspendidos, o porción de sólidos retenida en filtro, y los sólidos disueltos totales o porción que atraviesa el filtro.

Una muestra bien mezclada es evaporada en una cápsula secada y pesada hasta peso constante a una temperatura de 103-105°C. El incremento en peso después de pesar la cápsula, representa los Sólidos Totales. El resultado puede no representar el peso de los Sólidos Disueltos y Suspendidos actuales en muestras de aguas residuales.

El residuo obtenido de los sólidos totales secados a 103-105°C se incinera a peso constante, a una temperatura de 550 ± 50°C. Los sólidos remanentes representan los

sólidos totales fijos, mientras que la pérdida de peso por ignición representa los sólidos totales volátiles.

La determinación es útil para el control de las operaciones en plantas de tratamiento de aguas residuales, porque ofrece un cálculo aproximado de la cantidad de materia orgánica presente en la fracción sólida del agua residual, lodos activados y residuos industriales.

3.2 INTERFERENCIAS

Aguas altamente mineralizadas con una concentración significativa de Calcio, Magnesio, Cloruro y/o Sulfatos pueden ser higroscópicas y requieren un tiempo de secado prolongado, apropiada desecación y pesado rápido. La presencia de partículas flotantes, aglomerados sumergidos de materiales no homogéneos en las muestras, esta determinado que no interfieren en el resultado final. Flotantes visibles dispersos de grasas y/o aceites deberán ser removidos de la muestra antes del análisis. Un excesivo residuo en la cápsula puede ocasionar la formación de costra en la misma, por esto, la muestra no debe dejar más de 200 mg de residuo.

3.3 SELECCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

El método es adecuado para la determinación de sólidos totales en aguas potables, de superficie y salinas, así como aguas residuales domésticas e industriales, en una amplitud de hasta 20000 mg/L. Durante proceso de secado en la determinación de los sólidos volátiles puede producirse errores negativos por pérdida de materia evaporable. La determinación de bajas concentraciones de sólidos volátiles en presencia de concentraciones elevadas de sólidos fijos puede estar sujeta a errores considerables.

3.4 TAMAÑO DE MUESTRA A ANALIZAR

Se toma un volumen de 50 mL del agua a analizar. Si la muestra se encuentra muy turbia con presencia de gran cantidad de material particulado tomar un volumen entre 10 y 50 mL.

3.5 MUESTREO Y ALMACENAJE

Eliminar de la muestra partículas flotantes grandes o aglomerados dispersos de material no homogéneo. Usar frascos de plástico o de vidrio resistente, en los que el material en suspensión no se adhiera a las paredes del recipiente. Realizar el análisis tan pronto como sea posible. Refrigerar la muestra a 4°C hasta el momento del análisis para minimizar la descomposición microbiológica de los sólidos. Antes de iniciar el análisis, llevar las muestras a temperatura ambiente.

Es preferible no almacenar las muestras por más de 24 h; bajo ningún concepto guardar las muestras por más de 7 días.

4. EQUIPOS Y VIDRIERÍA

- 4.1** Capsulas de porcelana con capacidad de 50 ml.
- 4.2** Probetas graduadas de 50 ml.
- 4.3** Baño de Maria
- 4.4** Desecador, con desecante e indicador coloreado de humedad o indicador instrumental.
- 4.5** Estufa para secado, para operar en el intervalo de 103 a 105°C.
- 4.6** Balanza analítica, con precisión de 0,1 mg.
- 4.7** Mufla para operar a 550 °C $\pm$ 50°C
- 4.8** Pinza para manipular las capsulas de porcelana.
- 4.9** Bandeja plástica o de aluminio de pesaje

5. REACTIVOS

- 5.1** Agua desionizada
- 5.2** Sílica gel

6. CONDICIONES AMBIENTALES

Sitio con buena iluminación, libre de humedad excesiva y material particulado en el aire.

7. PROCEDIMIENTO

7.1 DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES

- 7.1.1** Secar en la estufa a 103-105°C la capsula de porcelana por 1h. Si van a ser determinados Sólidos Volátiles, calcinar a 550°C por 15 min. en una mufla. Llevar a un desecador por una hora y pesar en balanza analítica. Repetir el ciclo de secado o calcinado, enfriado, desecado y pesado hasta obtener peso constante o hasta que el cambio en peso sea menor al 4% de la pesada previa ó 0.05mg.

Pesar inmediatamente antes del uso en balanza analítica y tomar este dato como peso de la capsula.

- 7.1.2 Agitar vigorosamente la muestra en el recipiente y medir de manera inmediata, con la ayuda de una probeta el volumen requerido según el tipo de muestra y vaciarlo en la porcelana previamente pesada, enjuagar la probeta con agua desionizada para evitar perdida de muestra y adicionarla ala capsula.
- 7.1.3 Evapórese hasta sequedad la muestra en un baño de María previamente calentado.
- 7.1.4 Secar la muestra evaporada en la Estufa a 103-105°C, enfriar la cápsula en el desecador hasta temperatura ambiente y pesar. Repetir el ciclo de secado, enfriado, desecado y pesado hasta obtener un peso constante, o hasta que el cambio en peso no exceda el 4% del pesado previo ó 0.05 mg registrar este peso como peso de la cápsula mas el residuo.

7.2 DETERMINACIÓN DE LOS SÓLIDOS TOTALES VOLÁTILES

- 7.2.1 Encender el horno mufla a una temperatura de 550 ±50 °C.
- 7.2.2 El residuo obtenido de los sólidos suspendidos secados en la estufa a 103-105°C por 1h y pesados, es llevado a incineración la mufla previamente encendida, por lo general la incineración solo precisa d 15 a 20 minutos, después de haber alcanzado los 550 ±50 °C.
- 7.2.3 Apagar la mufla, esperar aproximadamente 10 minutos y transferir la capsula a un desecador hasta balancear la temperatura y pesar en la balanza analítica.
- 7.2.4 Repetir el ciclo de secado, enfriado, desecado y pesado hasta obtener un peso constante, o hasta que el cambio en peso no exceda el 4% del pesado previo ó 0.05mg, tomar este peso como peso del residuo seco más la capsula incinerados.

8. CÁLCULOS

8.1 SÓLIDOS TOTALES

$$ST \text{ mg/L} = [(A - B) \times 10^6] / V$$

Donde:

A: Peso del residuo seco más la capsula (g)

B: Peso de la capsula (g)

V: Volumen de muestra (ml)

8.2 SÓLIDOS TOTALES VOLÁTILES

$$\text{STV mg/L} = [(A - C) \times 10^6] / V$$

Donde:

A: Peso del residuo seco más la capsula secados a 103 -105 °C (g)

C: Peso del residuo seco más la capsula incinerados 550 ±50 °C (g)

V: Volumen de muestra (ml)

7. PRECAUCIONES DE MANEJO Y EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

Utilizar guantes y pinzas para manipularlas capsulas de porcelana. Cuando se determina los sólidos suspendidos volátiles utilizar guantes de asbesto para manipular el material antes y después de la incineración a 550 ±50 °C.

10. DOCUMENTOS RELACIONADOS

Procedimiento norma fundamental

Procedimiento control de documentos

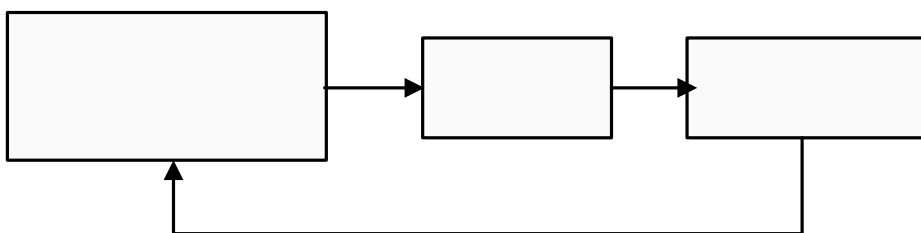
Manual de operación de equipos

Manual de preparación de soluciones de fisicoquímica

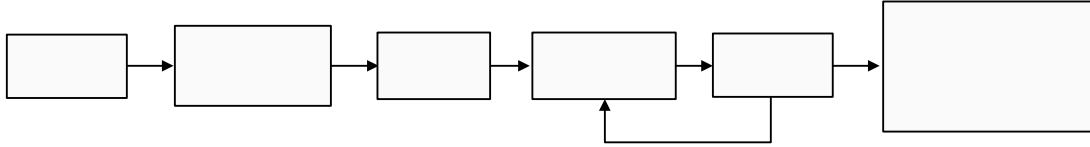
Manual de métodos de análisis

11. FLUJOGRAMA

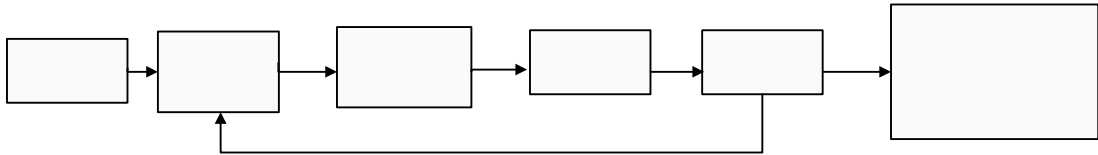
11.1 PREPARACIÓN DE LA CAPSULA DE PORCELANA



11.2 ANÁLISIS DE LA MUESTRA



11.3 DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES VOLÁTILES



12 REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- CLESERI, Lenore S., **GREENBERG**, Arnold E. y **EATON**, Andrew D. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition, USA. Ed. United Book Press, Inc. SOLIDS 5520 D. Pág. 2-54_ 2-55, 2-58_ 2-59.

Encender el horno
mufla a una
temperatura de
550±50°C

El residuo obtenido
de los ST secados a
103-105°C se lleva
a la mufla por 15-20
min

Apagar la mufla y
espera 10 min
Aproximadamente
hasta que disminuya
la temperatura

ANEXO B. INFORME DE CONCENTRACIONES

El Informe de concentraciones se presenta en medio digital en la ruta: CD\Informe Final Convenio 289\Anexo A.

ANEXO C. DATOS DE METEOROLOGÍA

Los datos procesados de la Meteorología en la Estación Guayabal, Planta de Tratamiento San Fernando se encuentran en la ruta: CD\Informe Final Convenio 289\Anexo C.

ANEXO D. TABLAS ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE (AQI)

A continuación se presentan las tablas AQI (Índice de Calidad del Aire) del periodo comprendido entre diciembre de 2006 a diciembre 2007.

Tabla 1. Índices de contaminación atmosférica totales (AQI), calidad atmosférica asociada y contaminante que la condiciona (AQI/Calidad/Contaminante) de diciembre de 2006.

FECHA (dd/mm/aa)	BAR	BEL1	CALD	AGUI	COPA	ESTR	GILI	GUA	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB	CORA
19-12-06		56-Mod-PST	65-Mod-PST	64-Mod-PST	51-Mod-PST	60-Mod-PST	53-Mod-PST		60-Mod-PST		66-Mod-PST			67-Mod-PST		57-Mod-PM10
20-12-06																
21-12-06																
22-12-06		56-Mod-PST	64-Mod-PST	67-Mod-PST	45-Bue-PST	58-Mod-PST	35-Bue-PST	66-Mod-PST	73-Mod-PST	76-Mod-PST	70-Mod-PST	53-Mod-PST		68-Mod-PST		59-Mod-PM10
23-12-06																
24-12-06																
25-12-06			39-Bue-PST	55-Mod-PST	38-Bue-PST	43-Bue-PST	29-Bue-PST	53-Mod-PST	56-Mod-PST		54-Mod-PST	56-Mod-PST		74-Mod-PST		43-Bue-PM10
26-12-06																
27-12-06																
28-12-06	35-Bue-PST	54-Mod-PST	63-Mod-PST	59-Mod-PST	26-Bue-PST	52-Mod-PST	38-Bue-PST	58-Mod-PST	54-Mod-PST	53-Mod-PST	62-Mod-PST	48-Bue-PST		60-Mod-PST	54-Mod-PST	54-Mod-PST
29-12-06																
30-12-06																
31-12-06	45-Bue-PST		60-Mod-PST	47-Bue-PST	53-Mod-PST	53-Mod-PST	62-Mod-PST	44-Bue-PST	54-Mod-PST	38-Bue-PST	55-Mod-PST			71-Mod-PST		30-Bue-PM10

BUE: Calidad Buena
 MOD: Calidad Moderada
 NRGS: Calidad No saludable para grupos sensibles
 PST: Partículas Suspendidas Totales
 PM10: Material Particulado Respirable

CO: Monóxido de Carbono
 O₃(1h): Ozono Horario
 O₃(8h): Ozono Octohorario
 NO₂: Dióxido de Nitrógeno
 SO₂: Dióxido de Azufre

Tabla 2. Índices de contaminación atmosférica totales (AQI), calidad atmosférica asociada y contaminante que la condiciona (AQI/Calidad/Contaminante) de enero de 2007

FECHA (dd/mm/aa)	BAR	BEL1	CALD	AGUI	COPA	ESTR	GILI	GUA	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB	CORA
01-01-07				8-Bue-CO (8h)				15-Bue-CO (8h)								
02-01-07				24-Bue-CO (8h)				15-Bue-CO (8h)								
03-01-07	52-Mod-PST	57-Mod-PST	55-Mod-PST	60-Mod-PST	54-Mod-PST	38-Bue-PST	36-Bue-PST	57-Mod-PST	68-Mod-PST	57-Mod-PST	60-Mod-PST	58-Mod-PST				49-Bue-PM10
04-01-07				34-Bue-CO (8h)				20-Bue-O3 (8h)								
05-01-07				32-Bue-CO (8h)				16-Bue-O3 (8h)								
06-01-07	53-Mod-PST	53-Mod-PST	53-Mod-PST	54-Mod-PST	43-Bue-PST	54-Mod-PST	31-Bue-PST	54-Mod-PST	59-Mod-PST		60-Mod-PST	45-Bue-PST		55-Mod-PST	52-Mod-PST	45-Bue-PM10
07-01-07				9-Bue-CO (8h)				16-Bue-O3 (8h)								
08-01-07				11-Bue-CO (8h)				16-Bue-O3 (8h)								
09-01-07	27-Bue-PST		53-Mod-PST	57-Mod-PST	32-Bue-PST		31-Bue-PST	53-Mod-PST	53-Mod-PST					55-Mod-PST		50-Bue-PM10
10-01-07				49-Bue-CO (8h)				14-Bue-CO (8h)								
11-01-07				47-Bue-CO (8h)				13-Bue-CO (8h)								
12-01-07	43-Bue-PST	47-Bue-PST	57-Mod-PST	58-Mod-PST	39-Bue-PST		45-Bue-PST	64-Mod-PM10	55-Mod-PST	58-Mod-PST	56-Mod-PST	54-Mod-PST		52-Mod-PST	43-Bue-PST	64-Mod-PM10
13-01-07				50-Bue-CO (8h)				18-Bue-CO (8h)								
14-01-07				20-Bue-CO (8h)				12-Bue-O3 (8h)								
15-01-07	33-Bue-PST	50-Bue-PST	59-Mod-PST	52-Mod-PM10	44-Bue-PST	43-Bue-PST	35-Bue-PST	49-Bue-PM10	45-Bue-PST	47-Bue-PST	55-Mod-PST	58-Mod-PST		53-Mod-PST	41-Bue-PST	64-Mod-PM10
16-01-07				31-Bue-CO (8h)				19-Bue-CO (8h)								
17-01-07				38-Bue-CO (8h)				18-Bue-CO (8h)								
18-01-07	35-Bue-PST	47-Bue-PST	56-Mod-PST	49-Bue-PM10	47-Bue-PST		45-Bue-PST	54-Mod-PST	55-Mod-PST	57-Mod-PST	58-Mod-PST		50-Bue-PST	59-Mod-PST	37-Bue-PST	47-Bue-PM10

FECHA (dd/mm/aa)	BAR	BEL1	CALD	AGUI	COPA	ESTR	GILI	GUA	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB	CORA
19-01-07				38-Bue-CO (8h)				17-Bue-O3 (8h)								
20-01-07				31-Bue-CO (8h)				21-Bue-O3 (8h)								
21-01-07	25-Bue- PST	27-Bue- PST	40-Bue- PST	38-Bue- PM10	28-Bue-PST		29-Bue- PST	39-Bue- PM10	45-Bue- PST	40-Bue- PST	55-Mod- PST	42-Bue- PST	35-Bue- PST		31-Bue- PST	38-Bue- PM10
22-01-07				35-Bue-CO (8h)				14-Bue-O3 (8h)								
23-01-07				44-Bue-CO (8h)				16-Bue-O3 (8h)								
24-01-07	34-Bue- PST	54-Mod- PST	63-Mod- PST	43-Bue-CO (8h)	58-Mod-PST		41-Bue- PST	62-Mod-PST	64-Mod- PST	61-Mod- PST	63-Mod- PST	63-Mod- PST	58-Mod- PST	62-Mod- PST	54-Mod- PST	53-Mod- PM10
25-01-07				42-Bue-CO (8h)				23-Bue-CO (8h)								
26-01-07								23-Bue-CO (8h)								
27-01-07	29-Bue- PST	29-Bue- PST	59-Mod- PST	51-Mod-CO (8h)	55-Mod-PST		30-Bue- PST	45-Bue-PST	51-Mod- PST	55-Mod- PST	54-Mod- PST	40-Bue- PST	40-Bue- PST	62-Mod- PST	39-Bue- PST	44-Bue- PM10
28-01-07				19-Bue-CO (8h)				14-Bue-O3 (8h)								
29-01-07				36-Bue-CO (8h)				17-Bue-CO (8h)								
30-01-07	44-Bue- PST	52-Mod- PST	61-Mod- PST	64-Mod- PM10	61-Mod-PST		52-Mod- PST	60-Mod-PST	60-Mod- PST	59-Mod- PST	69-Mod- PST	65-Mod- PST	63-Mod- PST	67-Mod- PST	55-Mod- PST	55-Mod- PM10

BUE: Calidad Buena
 MOD: Calidad Moderada
 NRGS: Calidad No saludable para grupos sensibles
 PST: Partículas Suspendidas Totales
 PM10: Material Particulado Respirable

CO: Monóxido de Carbono
 O₃(1h): Ozono Horario
 O₃(8h): Ozono Octohorario
 NO₂: Dióxido de Nitrógeno
 SO₂: Dióxido de Azufre

Tabla 3. Índices de contaminación atmosférica totales (AQI), calidad atmosférica asociada y contaminante que la condiciona (AQI/Calidad/Contaminante) de febrero de 2007.

FECHA (dd/mm/aa)	BARB	BEL1	CALD	AGUI	COPA	ESTR	GILI	GUA	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB	CORA
01/02/2007				47-Bue- CO (8h)				23-Bue- CO (8h)								
02/02/2007	53-Mod- PST	58-Mod- PST	57-Mod- PST	70-Mod- PST	59-Mod- PST		58-Mod- PST	61-Mod- PST	62-Mod- PST	55-Mod- PST	64-Mod- PST	77-Mod- PST	63-Mod- PST	65-Mod- PST	60-Mod- PST	59-Mod- PM10
03/02/2007				34-Bue- CO (8h)				16-Bue-O3 (8h)								
04/02/2007				24-Bue- CO (8h)				26-Bue-O3 (8h)								
05/02/2007	54-Mod- PST	63-Mod- PST	57-Mod- PST	58-Mod- PST	62-Mod- PST			61-Mod- PST	64-Mod- PST	67-Mod- PST	66-Mod- PST	84-Mod- PST	64-Mod- PST	66-Mod- PST	63-Mod- PST	
06/02/2007				39-Bue- CO (8h)				27-Bue-O3 (8h)								
07/02/2007				38-Bue- CO (8h)				20-Bue-O3 (8h)								
08/02/2007	57-Mod- PST	73-Mod- PST	67-Mod- PST	64-Mod- PST	72-Mod- PST		52-Mod- PST	58-Mod- PM10	67-Mod- PST	64-Mod- PST	64-Mod- PST	71-Mod- PST		70-Mod- PST	55-Mod- PST	
09/02/2007				41-Bue- CO (8h)				23-Bue-O3 (8h)								
10/02/2007				44-Bue- CO (8h)				23-Bue-O3 (8h)								
11/02/2007	53-Mod- PST	73- ModPST	54-Mod- PST	54-Mod- PST	64-Mod- PST		37-Bue- PST	54-Mod- PST	56-Mod- PST	56-Mod- PST	58-Mod- PST			56-Mod- PST	46-Bue- PST	
12/02/2007				36-Bue- CO (8h)				23-Bue-O3 (8h)								
13/02/2007				39-Bue- CO (8h)				21-Bue-O3 (8h)								
14/02/2007	60-Mod- PST	56-Mod- PST	64-Mod- PST	67-Mod- PM10	71-Mod- PST		54-Mod- PST	65-Mod- PST	66-Mod- PST	70-Mod- PST	64-Mod- PST	80-Mod- PST	58-Mod- PST	64-Mod- PST	59-Mod- PST	58-Mod- PM10
15/02/2007				41-Bue- CO (8h)				17-Bue-O3 (8h)								
16/02/2007				39-Bue- CO (8h)				21-Bue-O3 (8h)								
17/02/2007	53-Mod- PST	36-Bue- PST	52-Mod- PST	65-Mod- PST	68-Mod- PST	56-Mod- PST	42-Bue- PST	59-Mod- PST	61-Mod- PST	64-Mod- PST	57-Mod- PST	72-Mod- PST	59-Mod- PST	59-Mod- PST	61-Mod- PST	85-Mod- PM10
18/02/2007				19-Bue- CO (8h)				21-Bue-O3 (8h)								

FECHA (dd/mm/aa)	BARB	BEL1	CALD	AGUI	COPA	ESTR	GILI	GUA	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB	CORA
19/02/2007				42-Bue- CO (8h)				12-Bue-O3 (8h)								
20/02/2007	66-Mod- PST	80-Mod- PST	59-Mod- PST	57-Mod- PST	70-Mod- -PST	62-Mod- PST	53-Mod- PST	65-Mod- PST	62-Mod- PST	61-Mod- PST	61-Mod- PST	98-Mod- PST	58-Mod- PST	62-Mod- PST	61-Mod- PST	
21/02/2007				38-Bue- CO (8h)				27-Bue-O3 (8h)								
22/02/2007				33-Bue- CO (8h)				20-Bue-O3 (8h)								
23/02/2007	73-Mod- PST	84-Mod- PST	65-Mod- PST	70-Mod- PST	73-Mod- -PST		57-Mod- PST	67-Mod- PM10	66-Mod- PST	67-Mod- PST	65-Mod- PST	103- NRGS-PST	66-Mod- PST	72-Mod- PST	62-Mod- PST	
24/02/2007				26-Bue- CO (8h)				19-Bue-O3 (8h)								
25/02/2007				19-Bue- CO (8h)				19-Bue-O3 (8h)								
26/02/2007	55-Mod- PST	87-Mod- PST	57-Mod- PST	54-Mod- PST	54-Mod- PST	61-Mod- PST	61-Mod- PST	63-Mod- PST	63-Mod- PST	67-Mod- PST	56-Mod- PST	83-Mod- PST	64-Mod- PST	65-Mod- PST	58-Mod- PST	
27/02/2007				25-Bue- CO (8h)				18-Bue- CO (8h)								
28/02/2007				30-Bue- CO (8h)												

BUE: Calidad Buena
 MOD: Calidad Moderada
 NRGS: Calidad No saludable para grupos sensibles
 PST: Partículas Suspendidas Totales
 PM10: Material Particulado Respirable

CO: Monóxido de Carbono
 O₃(1h): Ozono Horario
 O₃(8h): Ozono Octohorario
 NO₂: Dióxido de Nitrógeno
 SO₂: Dióxido de Azufre

Tabla 4. Índices de contaminación atmosférica totales (AQI), calidad atmosférica asociada y contaminante que la condiciona (AQI/Calidad/Contaminante) de marzo 2007.

FECHA (dd/mm/aa)	BAR	BEL1	CALD	AGUI	COPA	ESTR	GILI	GUA	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB	CORA
01/03/2007	41-Bue-PST	69-Mod-PST	67-Mod-PST	74-Mod-PM10	64-Mod-PST	68-Mod-PST	54-Mod-PST	72-Mod-PM10	71-Mod-PST	76-Mod-PST	67-Mod-PST	70-Mod-PST	73-Mod-PST	62-Mod-PST	62-Mod-PST	
02/03/2007				34-Bue-CO (8h)				20-Bue-O3 (8h)								
03/03/2007				27-Bue-CO (8h)				16-Bue-O3 (8h)								
04/03/2007	36-Bue-PST	65-Mod-PST	53-Mod-PST	73-Mod-PST	67-Mod-PST		60-Mod-PST	61-Mod-PST	59-Mod-PST	68-Mod-PST	58-Mod-PST	62-Mod-PST	54-Mod-PST	144-NSGS-PST	56-Mod-PST	
05/03/2007				40-Bue-CO (8h)				16-Bue-O3 (8h)								
06/03/2007				39-Bue-CO (8h)				16-Bue-CO (8h)								
07/03/2007	25-Bue-PST	59-Mod-PST	52-Mod-PST	72-Mod-PM10	55-Mod-PST	57-Mod-PST	35-Bue-PST	63-Mod-PM10	63-Mod-PST	70-Mod-PST	58-Mod-PST	63-Mod-PST	60-Mod-PST	63-Mod-PST	65-Mod-PST	
08/03/2007				50-Bue-CO (8h)				40-Bue-CO (8h)								
09/03/2007				43-Bue-CO (8h)				19-Bue-CO (8h)								
10/03/2007	20-Bue-PST	48-Bue-PST	53-Mod-PST	68-Mod-PM10	52-Mod-PST	56-Mod-PST	43-Bue-PST	57-Mod-PST	60-Mod-PST	59-Mod-PST	60-Mod-PST	62-Mod-PST	55-Mod-PST	75-Mod-PST	52-Mod-PST	
11/03/2007				19-Bue-CO (8h)				14-Bue-O3 (8h)								
12/03/2007				34-Bue-CO (8h)				17-Bue-O3 (8h)								
13/03/2007	18-Bue-PST	24-Bue-PST	58-Mod-PST	64-Mod-PST	32-Bue-PST	60-Mod-PST	20-Bue-PST	72-Mod-PM10	69-Mod-PST	72-Mod-PST	63-Mod-PST	59-Mod-PST	68-Mod-PST	63-Mod-PST	67-Mod-PST	
14/03/2007				42-Bue-CO (8h)				18-Bue-CO (8h)								
15/03/2007				53-Mod-CO (8h)				31-Bue-O3 (8h)								
16/03/2007	16-Bue-PST	27-Bue-PST	58-Mod-PST	79-Mod-PST	63-Mod-PST	63-Mod-PST	24-Bue-PST	84-Mod-PM10	74-Mod-PST	76-Mod-PST	63-Mod-PST	91-Mod-PST	70-Mod-PST	70-Mod-PST	73-Mod-PST	
17/03/2007				47-Bue-CO (8h)				24-Bue-CO (8h)								

FECHA (dd/mm/aa)	BAR	BEL1	CALD	AGUI	COPA	ESTR	GILI	GUA	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB	CORA
18/03/2007				19-Bue- CO (8h)				21-Bue-O3 (8h)								
19/03/2007	23-Bue- PST		52-Mod- PST	23-Bue- PM10	20-Bue- PST	53-Mod- PST		54-Mod- PM10	53-Mod- PST	53-Mod- PST	56-Mod- PST	23-Bue- PST	40-Bue- PST	50-Bue- PST	43-Bue- PST	
20/03/2007				38-Bue- CO (8h)				19-Bue-CO (8h)								
21/03/2007				41-Bue- CO (8h)				27-Bue-CO (8h)								
22/03/2007	35-Bue- PST	53-Mod- PST	35-Bue- PST	78-Mod- PM10	55-Mod- PST	36-Bue- PST	46-Bue- PST	58-Mod- PST	56-Mod- PST	61-Mod- PST	51-Mod- PST	70-Mod- PST	48-Bue- PST	67-Mod- PST	54-Mod- PST	
23/03/2007				45-Bue- CO (8h)				22-Bue-O3 (8h)								
24/03/2007				42-Bue- CO (8h)				26-Bue-O3 (8h)								
25/03/2007	20-Bue- PST	32-Bue- PST	36-Bue- PST	49-Bue- PST	42-Bue- PST	40-Bue- PST	23-Bue- PST	41-Bue- PM10	51-Mod- PST	55-Mod- PST	47-Bue- PST		38-Bue- PST	59-Mod- PST	44-Bue- PST	43-Bue- PM10
26/03/2007				48-Bue- CO (8h)				17-Bue-O3 (8h)								
27/03/2007				48-Bue- CO (8h)				23-Bue-CO (8h)								
28/03/2007	30-Bue- PST	54-Mod- PST	57-Mod- PST	76-Mod- PST	60-Mod- PST	61-Mod- PST	39-Bue- PST	68-Mod- PST	65-Mod- PST	73-Mod- PST	66-Mod- PST	69-Mod- PST	52-Mod- PST	70-Mod- PST	56-Mod- PST	61-Mod- PM10
29/03/2007				51-Mod- CO (8h)				15-Bue-O3 (8h)								
30/03/2007				53-Mod- CO (8h)				18-Bue-O3 (8h)								
31/03/2007	22-Bue- PST	41-Bue- PST	48-Bue- PST	62-Mod- PST	45-Bue- PST		27-Bue- PST	58-Mod- PST	56-Mod- PST	61-Mod- PST	54-Mod- PST	55-Mod- PST	43-Bue- PST	67-Mod- PST	38-Bue- PST	44-Bue- PM10

BUE: Calidad Buena
 MOD: Calidad Moderada
 NRGs: Calidad No saludable para grupos sensibles
 PST: Partículas Suspendidas Totales
 PM10: Material Particulado Respirable

CO: Monóxido de Carbono
 O₃(1h): Ozono Horario
 O₃(8h): Ozono Octohorario
 NO₂: Dióxido de Nitrógeno
 SO₂: Dióxido de Azufre

Tabla 5. Índices de contaminación atmosférica totales (AQI), calidad atmosférica asociada y contaminante que la condiciona (AQI/Calidad/Contaminante) de abril de 2007.

FECHA (dd/mm/aa)	BAR	BEL1	CALD	AGUI	COPA	ESTR	GILI	GUA	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB	CORA
01/04/2007				20-Bue-CO (8h)				20-Bue-O3 (8h)						20-Bue-CO (8h)		
02/04/2007				49-Bue-CO (8h)				22-Bue-CO (8h)						49-Bue-CO (8h)		
03/04/2007	64-Mod-PST	17-Bue-PST	40-Bue-PST	58-Mod-PM10	51-Mod-PST	52-Mod-PST	27-Bue-PST	14-Bue-CO (8h)	59-Mod-PST	55-Mod-PST	54-Mod-PST	43-Bue-PST	57-Mod-PST	75-Mod-PST	52-Mod-PST	56-Mod-PM10
04/04/2007				83-Mod-CO (8h)				20-Bue-O3 (8h)						83-Mod-CO (8h)		
05/04/2007				24-Bue-CO (8h)				20-Bue-O3 (8h)						24-Bue-CO (8h)		
06/04/2007	29-Bue-PST	23-Bue-PST	21-Bue-PST	61-Mod-PM10	24-Bue-PST	26-Bue-PST	17-Bue-PST	26-Bue-PST	26-Bue-PST	30-Bue-PST	24-Bue-PST	20-Bue-PST	24-Bue-PST	61-Mod-PST	24-Bue-PST	19-Bue-PM10
07/04/2007				35-Bue-CO (8h)				15-Bue-O3 (8h)						35-Bue-CO (8h)		
08/04/2007				31-Bue-CO (8h)				14-Bue-CO (8h)						31-Bue-CO (8h)		
09/04/2007	60-Mod-PST	43-Bue-PST	37-Bue-PST	64-Mod-PM10	41-Bue-PST		52-Mod-PST	60-Mod-PST	30-Bue-PST	58-Mod-PST		28-Bue-PST	56-Mod-PST	61-Mod-PST	48-Bue-PST	51-Mod-PM10
10/04/2007				51-Mod-CO (8h)				17-Bue-O3 (8h)						51-Mod-CO (8h)		
11/04/2007				51-Mod-CO (8h)				18-Bue-CO (8h)						51-Mod-CO (8h)		
12/04/2007	33-Bue-PST	32-Bue-PST	59-Mod-PST	70-Mod-PM10	44-Bue-PST	58-Mod-PST	35-Bue-PST	64-Mod-PST	60-Mod-PST	65-Mod-PST	62-Mod-PST	48-Bue-PST	55-Mod-PST	64-Mod-PST	56-Mod-PST	57-Mod-PM10
13/04/2007				54-Mod-CO (8h)				19-Bue-O3 (8h)						54-Mod-CO (8h)		
14/04/2007				55-Mod-CO (8h)				18-Bue-O3 (8h)						55-Mod-CO (8h)		
15/04/2007	26-Bue-PST	33-Bue-PST	45-Bue-PST	60-Mod-PM10	32-Bue-PST	52-Mod-PST	32-Bue-PST	56-Mod-PST	56-Mod-PST	58-Mod-PST	57-Mod-PST	26-Bue-PST	54-Mod-PST	57-Mod-PST	57-Mod-PST	59-Mod-PM10
16/04/2007				53-Mod-CO (8h)				11-Bue-CO (8h)						53-Mod-CO (8h)		
17/04/2007				45-Bue-CO (8h)				15-Bue-O3 (8h)						45-Bue-CO (8h)		
18/04/2007	40-Bue-PST	45-Bue-PST	42-Bue-PST	69-Mod-PM10	36-Bue-PST	54-Mod-PST	37-Bue-PST	59-Mod-PST	56-Mod-PST	63-Mod-PST	57-Mod-PST	46-Bue-PST	56-Mod-PST	56-Mod-PST	53-Mod-PST	52-Mod-PM10
19/04/2007				45-Bue-CO (8h)				26-Bue-CO (8h)						45-Bue-CO (8h)		
20/04/2007				63-Mod-CO (8h)				28-Bue-CO (8h)						63-Mod-CO (8h)		

FECHA (dd/mm/aa)	BAR	BEL1	CALD	AGUI	COPA	ESTR	GILI	GUA	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB	CORA
21/04/2007	80-Mod-PST	47-Bue-PST	38-Bue-PST	68-Mod-PST	40-Bue-PST		54-Mod-PST	64-Mod-PST	60-Mod-PST	60-Mod-PST	56-Mod-PST	35-Bue-PST	65-Mod-PST	80-Mod-PST	61-Mod-PST	69-Mod-PM10
22/04/2007				35-Bue-CO (8h)				19-Bue-CO (8h)						35-Bue-CO (8h)		
23/04/2007				62-Mod-CO (8h)				26-Bue-CO (8h)						62-Mod-CO (8h)		
24/04/2007	64-Mod-PST	49-Bue-PST	35-Bue-PST	68-Mod-PM10	46-Bue-PST	52-Mod-PST	58-Mod-PST	63-Mod-PST	59-Mod-PST	54-Mod-PST	55-Mod-PST	53-Mod-PST	52-Mod-PST	90-Mod-PST	59-Mod-PST	56-Mod-PM10
25/04/2007				45-Bue-CO (8h)				23-Bue-CO (8h)						45-Bue-CO (8h)		
26/04/2007				62-Mod-CO (8h)				27-Bue-CO (8h)						62-Mod-CO (8h)		
27/04/2007	65-Mod-PST	48-Bue-PST	55-Mod-PST	63-Mod-PM10	55-Mod-PST	60-Mod-PST	64-Mod-PST	67-Mod-PST	75-Mod-PST	73-Mod-PST	62-Mod-PST	41-Bue-PST	57-Mod-PST	81-Mod-PST	60-Mod-PST	64-Mod-PM10
28/04/2007				49-Bue-CO (8h)				26-Bue-O3 (8h)						49-Bue-CO (8h)		
29/04/2007				34-Bue-CO (8h)				24-Bue-CO (8h)						34-Bue-CO (8h)		
30/04/2007	65-Mod-PST	41-Bue-PST	54-Mod-PST	59-Mod-PM10	43-Bue-PST	53-Mod-PST	52-Mod-PST	67-Mod-PST	64-Mod-PST	69-Mod-PST	71-Mod-PST	34-Bue-PST	48-Bue-PST	71-Mod-PST	52-Mod-PST	52-Mod-PM10

BUE: Calidad Buena
MOD: Calidad Moderada
NRGS: Calidad No saludable para grupos sensibles
PST: Partículas Suspendidas Totales
PM10: Material Particulado Respirable

CO: Monóxido de Carbono
O₃(1h): Ozono Horario
O₃(8h): Ozono Octohorario
NO₂: Dióxido de Nitrógeno
SO₂: Dióxido de Azufre

Tabla 6. Índices de contaminación atmosférica totales (AQI), calidad atmosférica asociada y contaminante que la condiciona (AQI/Calidad/Contaminante) de mayo de 2007

FECHA (dd/mm/aa)	BAR	BEL1	CALD	AGUI	COPA	ESTR	GILI	GUA	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB	CORA
01/05/2007				41-Bue- CO (8h)				15-Bue-CO (8h)						47-Bue- CO (8h)		
02/05/2007				54-Mod- CO (8h)				30-Bue-CO (8h)						69-Mod- CO (8h)		
03/05/2007	85-Mod- PST	52-Mod- PST	51-Mod- PST	96-Mod- PM10	76-Mod- PST		53-Mod- PST	66-Mod- PST	65-Mod- PST	61-Mod- PST	58-Mod- PST	23-Bue- PST	53-Mod- PST	57-Mod- PST	54-Mod- PST	59-Mod- PM10
04/05/2007				57-Mod- CO (8h)				19-Bue-CO (8h)						41-Bue- CO (8h)		
05/05/2007				53-Mod- CO (8h)				20-Bue-CO (8h)						42-Bue- CO (8h)		
06/05/2007	75-Mod- PST			66-Mod- PM10	81-Mod- PST		67-Mod- PST	52-Mod- PST	46-Bue- PST	53-Mod- PST	26-Bue- PST		28-Bue- PST	42-Bue- CO (8h)	35-Bue- PST	39-Bue- PM10
07/05/2007				55-Mod- CO (8h)				25-Bue-CO (8h)						60-Mod- CO (8h)		
08/05/2007				62-Mod- CO (8h)				22-Bue-CO (8h)						53-Mod- CO (8h)		
09/05/2007				66-Mod- CO (8h)		46-Bue- PST		70-Mod- PST	64-Mod- PST	71-Mod- PST	60-Mod- PST		62-Mod- PST	66-Mod- CO (8h)	63-Mod- PST	65-Mod- PM10
10/05/2007				62-Mod- CO (8h)				27-Bue-O3 (8h)						58-Mod- CO (8h)		
11/05/2007				56-Mod- CO (8h)				24-Bue-CO (8h)						47-Bue- CO (8h)		
12/05/2007				57-Mod- CO (8h)		53-Mod- PST		68-Mod- PST	63-Mod- PST	66-Mod- PST	63-Mod- PST		54-Mod- PST	30-Bue- CO (8h)	56-Mod- PST	55-Mod- PM10
13/05/2007				41-Bue- CO (8h)										23-Bue- CO (8h)		
14/05/2007				56-Mod- CO (8h)										31-Bue- CO (8h)		
15/05/2007			60-Mod- PST	56-Mod- CO (8h)		55-Mod- PST		65-Mod- PST	65-Mod- PST	65-Mod- PST	63-Mod- PST		44-Bue- PST	38-Bue- CO (8h)	52-Mod- PST	51-Mod- PM10
16/05/2007				35-Bue- CO (8h)				17-Bue-O3 (8h)						45-Bue- CO (8h)		
17/05/2007				30-Bue- CO (8h)				15-Bue-O3 (8h)						55-Mod- CO (8h)		
18/05/2007	88-Mod- PST	56-Mod- PST	43-Bue- PST	80-Mod- PM10	64-Mod- PST		48-Bue- PST	52-Mod- PST	55-Mod- PST	54-Mod- PST	51-Mod- PST	41-Bue- PST	42-Bue- PST	62-Mod- PST	40-Bue- PST	50-Bue- PM10

FECHA (dd/mm/aa)	BAR	BEL1	CALD	AGUI	COPA	ESTR	GILI	GUA	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB	CORA
19/05/2007				34-Bue- CO (8h)				20-Bue-O3 (8h)						35-Bue- CO (8h)		
20/05/2007				18-Bue- CO (8h)				17-Bue-O3 (8h)						38-Bue- CO (8h)		
21/05/2007	69-Mod- PST	42-Bue- PST	30-Bue- PST	64-Mod- PM10	56-Mod- PST		52-Mod- PST	37-Bue- PM10	33-Bue- PST	39-Bue- PST		39-Bue- PST	29-Bue- PST	52-Mod- CO (8h)	29-Bue- PST	35-Bue- PM10
22/05/2007				45-Bue- CO (8h)				22-Bue-CO (8h)						45-Bue- CO (8h)		
23/05/2007				43-Bue- CO (8h)				24-Bue-CO (8h)						65-Mod- CO (8h)		
24/05/2007	80-Mod- PST	60-Mod- PST	55-Mod- PST	65-Mod- PM10	67-Mod- PST		65-Mod- PST	74-Mod- PST	68-Mod- PST	67-Mod- PST	65-Mod- PST	51-Mod- PST	60-Mod- PST	60-Mod- PST	67-Mod- PST	73-Mod- PM10
25/05/2007				43-Bue- CO (8h)				13-Bue-O3 (8h)						51-Mod- CO (8h)		
26/05/2007				45-Bue- CO (8h)				20-Bue-CO (8h)						56-Mod- CO (8h)		
27/05/2007			45-Bue- PST	22-Bue- CO (8h)		49-Bue- PST		2-Mod-PST	54-Mod- PST	59-Mod- PST	54-Mod- PST		49-Bue- PST	57-Mod- CO (8h)	42-Bue- PST	50-Bue- PM10
28/05/2007				47-Bue- CO (8h)				23-Bue-CO (8h)						62-Mod- CO (8h)		
29/05/2007				51-Mod- CO (8h)				24-Bue-CO (8h)						60-Mod- CO (8h)		
30/05/2007	73-Mod- PST	54-Mod- PST	57-Mod- PST	71-Mod- PM10	66-Mod- PST	52-Mod- PST	51-Mod- PST	70-Mod- PST	60-Mod- PST	65-Mod- PST	63-Mod- PST	30-Bue- PST	56-Mod- PST	63-Mod- PST	61-Mod- PST	73-Mod- PM10
31/05/2007				50-Bue- CO (8h)				19-Bue-CO (8h)						34-Bue- CO (8h)		

BUE: Calidad Buena
 MOD: Calidad Moderada
 NRGs: Calidad No saludable para grupos sensibles
 PST: Partículas Suspensas Totales
 PM10: Material Particulado Respirable

CO: Monóxido de Carbono
 O₃(1h): Ozono Horario
 O₃(8h): Ozono Octohorario
 NO₂: Dióxido de Nitrógeno
 SO₂: Dióxido de Azufre

Tabla 7. Índices de contaminación atmosférica totales (AQI), calidad atmosférica asociada y contaminante que la condiciona (AQI/Calidad/Contaminante) de junio de 2007.

FECHA (dd/mm/aa)	BAR	BEL1	CALD	AGUI	COPA	ESTR	GILI	GUA	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB	CORA
01/06/2007				Bue-CO (8h)-56				Bue- CO(8h)-23						Bue-CO (8h)-49		
02/06/2007			Mod-PST- 60	Bue-CO (8h)-47		Mod-PST- 54		Mod-PST- 64	Mod- PST-61	Mod- PST-61	Mod- PST-59		Mod-PST- 51	Bue-CO (8h)-48	Mod- PST-53	Mod- PM10-58
03/06/2007				Bue-CO (8h)-35				Bue-CO(8h)- 15						Mod-CO (8h)-53		
04/06/2007				Bue-CO (8h)-41				Bue- CO(8h)-23						Mod-CO (8h)-68		
05/06/2007			Bue-PST- 42	Bue-CO (8h)-50		Mod-PST- 52		Mod - PST)70	Mod- PST-64	Mod- PST-69	Bue- PST -32		Mod-PST- 60	Bue-PST)- 40	Mod- PST-55	Mod-PST- 54
06/06/2007				Bue-CO (8h)-36				Bue-O3 (8h)-14						Bue-CO (8h)-40		
07/06/2007				Bue-CO (8h)-44				Bue- O3(8h)-15						Bue CO (8h)-49		
08/06/2007			Mod-PST- 66	Bue-CO (8h)-32				Mod -PST)- 61	Mod- PST-64	Mod- PST-60	Bue- PST -36		Mod-PST- 57	Bue CO (8h)-30	Mod- PST-52	Bue-PST- 49
09/06/2007				Bue-CO (8h)-42				Bue- O3(8h)-26						Bue-CO (8h)-38		
10/06/2007				Bue-O (8h)- 16				Bue-O3 (8h)-12						Bue-CO (8h)-28		
11/06/2007	Mod-PST- 64	Mod-PST- 65	Mod-PST- 53	Mod-PST- 50	Bue-PST- 50	Bue-PST- 36	Mod- PST-59	Bue-PST- 34	Bue- PST-42	Bue- PST-40	Bue- PST -45		Bue- PST - 36	Mod- PST70	Bue- PST-30	Bue-PST- 28
12/06/2007				Bue-CO (8h)-27				Bue- O3(8h)-16						Bue-CO (8h)-43		
13/06/2007				Bue-CO (8h)-32				Bue- O3(8h)-13						Bue-CO (8h)-43		
14/06/2007	Mod-PST- 76	Mod-PST- 54	Mod-PST- 68	Mod- PST- 44	Bue-PST- 31		Bue- PST-36	Mod-PST- 56	Mod- PST-55	Mod- PST-56	Bue-PST -32		Mod-PST- 56	Bue-CO (8h)-43	Bue- PST-45	Bue-PST- 47
15/06/2007				Bue-CO (8h)-33				Bue-O3 (8h)-10						Bue-CO (8h)-42		
16/06/2007				Bue-CO (8h)-31				Bue-O3 (8h)-12						Bue-CO (8h)-20		
17/06/2007				Bue-CO (8h)-19				Bue-O3 (8h)-15						Bue -CO (8h)-16		
18/06/2007	Mod-PST- 52	Bue -PST- 38	Mod-PST- 58	Mod-PST- 74	Mod-PST- 52		Bue- PST-32	Bue-PST- 41	Bue- PST-43	Bue- PST-46	Mod- PST-55	Bue- PST-48	Bue-PST- 30	Mod-PST- 56	Bue- PST-31	Bue-PST- 38
19/06/2007				Bue-CO (8h)-33				Bue-O3 (8h)-16						Bue-CO (8h)-25		
20/06/2007	Bue -PST-47	Mod- PST-54	Mod-PST- 65	Mod-PST- 70	Mod-PST- 55	Mod-PST- 52	Bue- PST-45	Mod-PST- 61	Mod- PST-63	Mod- PST-54	Mod- PST-61	Mod- PST-73	Mod-PST- 60	Mod-PST- 73	Bue- PST -49	Mod-PST- 52

FECHA (dd/mm/aa)	BAR	BEL1	CALD	AGUI	COPA	ESTR	GILI	GUA	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB	CORA
21/06/2007				Bue-CO (8h)-26				Bue- CO(8h)-16						Bue-CO (8h)-23		
22/06/2007				Bue-CO (8h)-35				Bue- O3(8h)-20						Bue-CO (8h)-25		
23/06/2007	Bue-- PST-43	Bue-PST- 49	Mod-PST- 59	Mod-PST- 72	Bue -PST-42	Mod-PST- 54	Bue- PST-45	Mod PST- 64	Mod- PST-58	Mod- PST-59	Mod- PST-62	Mod- PST-60	Mod-PST- 51	Mod-PST- 58	Bue- PST -47	Bue-PST- 44
24/06/2007				Bue-CO (8h)-20				Bue- O3(8h)-34						Bue-CO (8h)-20		
25/06/2007				Bue-CO (8h)-26				Bue-O3 (8h)-11						Bue-CO (8h)-22		
26/06/2007	Mod-PST- 70	Mod-PST- 53	Mod-PST- 61	Mod-PST- 70	Mod-PST- 55	Bue-PST- 42	Bue- PST-40	Mod-PST- 58	Mod- PST-58	Mod- PST-58		Mod- PST-72	Mod-PST- 52	Mod-PST)- 69	Bue- PST -49	Mod-PST- 62
27/06/2007				Bue-CO (8h)-28				Bue- O3(8h)-20						Bue -CO (8h)-28		
28/06/2007				Bue-CO (8h)-28				Bue- O3(8h)-13						Bue -CO (8h)-27		
29/06/2007	Mod-PST- 76	Bue -PST-48	Mod-PST- 63	Mod- CO (8h)- 76	Mod-PST- 59	Mod-PST- 53	Mod- PST-53	Mod-PST- 63	Mod- PST-65	Mod- PST-57	Mod- PST-57	Mod- PST-74	Mod-PST- 59	Mod-PST)- 59	Mod- PST)-51	Mod-PST- 57
30/06/2007				Bue-CO (8h)-33				Bue- O3(8h)-15						Bue -CO (8h)-27		

BUE: Calidad Buena
 MOD: Calidad Moderada
 NRGs: Calidad No saludable para grupos sensibles
 PST: Partículas Suspendidas Totales
 PM10: Material Particulado Respirable

CO: Monóxido de Carbono
 O₃(1h): Ozono Horario
 O₃(8h): Ozono Octohorario
 NO₂: Dióxido de Nitrógeno
 SO₂: Dióxido de Azufre

Tabla 8. Índices de contaminación atmosférica totales (AQI), calidad atmosférica asociada y contaminante que la condiciona (AQI/Calidad/Contaminante) de julio de 2007.

FECHA (dd/mm/aa)	BAR	BEL1	CALD	AGUI	COPA	ESTR	GILI	GUA	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB	CORA
01/07/2007				Bue-CO (8h)-18				Bue- CO(8h)-18						Bue-CO (8h)-28		
02/07/2007	Mod-PST- 61	Bue-PST- 48		Mod-PST- 71	Mod- PST-53	Bue-PST-46	Bue-PST- 27	Mod PM10- 58	Mod-PST- 54	Bue-PST- 44	Bue PST - 46	Mod-PST- 60	Bue- PST-50	Mod- PST-52	Bue- PST-34	Bue- PM10-42
03/07/2007				Bue-CO (8h)-30				Bue-CO(8h- -19						Bue- CO (8h)-27		
04/07/2007				Bue-CO (8h)-27				Bue- CO(8h)-19						Bue-CO (8h)-32		
05/07/2007	Mod-PST- 70	Mod-PST- 56	Mod-PST- 73	NRGS - PST-136	Mod- PST-64		Bue-PST- 24	Mod -PST- 69	Mod-PST- 65	Mod-PST- 60	Mod PST - 59	Mod-PST- 87	Mod- PST-68	Mod- PST-65	Mod- PST-60	Mod- PM10-66
07/07/2007				Bue-CO (8h)-26				Bue-13 (O38h)						Bue-CO (8h)-25		
07/07/2007				Bue-CO (8h)-24				Bue- O3(8h)-16						Bue CO (8h)-31		
08/07/2007	Bue-PST- 40	Bue-PST- 29	Bue-PST-44	Mod-PST- 55	Bue - PST-49	Bue-PST-37	Bue-PST- 23	Mod -PST)- 47	Bue-PST- 35	Bue-PST- 42	Bue- PST - 38	Mod-PST- 53	Bue- PST-35	Mod PST-52		Bue- PM10-32
09/07/2007				Bue-CO (8h)-30				Bue- O3(8h)-23						Bue-CO (8h)-44		
10/07/2007				Bue-CO (8h)-24				Bue-O3 (8h)-14						Bue-CO (8h)-38		
11/07/2007	Mod-PST- 60	Mod-PST- 53	Mod-PST- 61	Mod-PST- 74	Mod- PST-53	Mod-PST- 54	Bue-PST- 40	Bue-PM10- 66	Mod PST- 61	Mod-PST- 62	Mod PST - 55	Mod PST -67	Mod- PST -58	Mod- PST-71	Bue- PST -49	Mod- PM10-54
12/07/2007				Bue-CO (8h)-13				Bue- O3(8h)-11						Bue-CO (8h)-28		
13/07/2007				Bue-CO (8h)-17				Bue- O3(8h)-16						Bue-CO (8h)-39		
14/07/2007	Mod-PST- 55	Mod-PST- 52	Mod-PST- 65	Mod- PST- 67	Bue- PST-43	Moderado PST-54	Bue-PST- 36	Mod-PST- 60	Mod-PST- 59	Mod-PST- 60	Mod-PST - 58	Mod PST -76	Bue- PST-46	Mod- PST-55	Bue- PST -46	Bue- PM10-46
15/07/2007								Bue-O3 (8h)-19						Bue-CO (8h)-23		
16/07/2007								Bue-O3 (8h)-16						Bue-CO (8h)-30		
17/07/2007	Mod-PST- 57	Mod-PST- 52	Mod-PST- 56	Bue-CO (8h)-19	Bue- PST-42	Bue-PST-44	Bue-PST- 13	Mod-PST- 55	Mod-PST- 50	Mod-PST- 56	Mod-PST- 56	Mod PST -69	Mod PST -52	Mod - PST-63	Bue- PST -48	Mod- PM10-51
18/07/2007				Bue-CO (8h)-15				Bue- O3 (8h)-30						Bue-CO (8h)-40		
19/07/2007				Bue-CO (8h)-18				Bue-O3 (8h)-20						Bue-CO (8h)-34		

FECHA (dd/mm/aa)	BAR	BEL1	CALD	AGUI	COPA	ESTR	GILI	GUA	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB	CORA
20/07/2007	Mod -PST-55	Bue- PST-32	Mod-PST- 54	Mod-PST- 67	Mod- PST-54	Bue-PST-34	Bue-PST- 49	Mod-PST- 61	Mod-PST- 51	Mod-PST- 57	Bue-PST- 39	Mod-PST- 70	Bue- PST-44	Mod- PST-64	Mod- PST -59	Mod- PM10-59
21/07/2007				Bue-CO (8h)-15				Bue-O3(8h -20						Bue-CO (8h)-32		
22/07/2007				Bue-CO (8h)-14				Bue- O3(8h)-18						Bue-CO (8h)-34		
23/07/2007	Mod-PST- 52	Bue-PST- 40	Bue PST-42	Mod-PST- 65	Bue -PST-36	Bue-PST-29	Bue-PST- 40	Mod PST)- 57	Mod-PST- 54	Mod-PST- 56	Bue-PST- 38	Mod-PST- 63	Bue- PST-44	Mod- PST-70	Mod- PST -53	Mod- PM10-57
24/07/2007				Bue-CO (8h)-20				Bue- O3(8h)-25						Bue-CO (8h)-30		
25/07/2007				Bue-CO (8h)-27				Bue-CO (8h)-16						Moderad o-CO (8h)-55		
26/07/2007	Mod-PST- 51	Bue-PST- 50	Mod-PST- 61	Mod- PM10-88	Mod- PST-52	Mod-PST- 54	Mod PST- 52	Mod PST- 66	Mod-PST- 67	Mod-PST- 60	Mod-PST- 59	Mod-PST- 75	Mod- PST-55	Mod- PST)-77	Mod- PST-55	Mod- PST-57
27/07/2007				Bue-CO (8h)-18				Bue- O3(8h)-25						Bue -CO (8h)-27		
28/07/2007				Bue-CO (8h)-18				Bue- O3(8h)-20						Bue -CO (8h)-33		
29/07/2007	Mod-PST- 65	Bue -PST-45	Mod-PST- 55	Mod-PST- 57	Bue - PST-37	Bue -PST- 27	Bue-PST- 46	Mod PST- 56	Mod-PST- 53	Mod-PST- 57	Mod-PST- 59	Mod-PST- 70	Bue- PST-40	Mod- PST)-56	Bue- PST-39	Bue- PST-37
30/07/2007				Bue-CO (8h)-18				Bue- O3(8h)-23						Bue -CO (8h)-34		
31/07/2007				Bue-CO (8h)-14				Bue- O3(8h)-18						Bue -CO (8h)-30		

BUE: Calidad Buena
 MOD: Calidad Moderada
 NRGs: Calidad No salvable para grupos sensibles
 PST: Partículas Suspendidas Totales
 PM10: Material Particulado Respirable

CO: Monóxido de Carbono
 O₃(1h): Ozono Horario
 O₃(8h): Ozono Octohorario
 NO₂: Dióxido de Nitrógeno
 SO₂: Dióxido de Azufre

Tabla 9. Índices de contaminación atmosférica totales (AQI), calidad atmosférica asociada y contaminante que la condiciona (AQI/Calidad/Contaminante) de agosto de 2007.

FECHA (dd/mm/aa)	BAR	BEL1	CALD	AGUI	COPA	ESTR	GILI	GUA	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB	CORA
01/08/2007	56-Mod-PST	59-Mod-PST	69-Mod-PST	87-Mod-PST	69-Mod-PST	56-Mod-PST	60-Mod-PST	65-Mod-PST	68-Mod-PST	63-Mod-PST	62-Mod-PST	88-Mod-PST	60-Mod-PST	64-Mod-PST	55-Mod-PST	57-Mod-PM10
02/08/2007				28-Bue-CO (8h)				16-Bue-O3 (8h)						23-Bue-CO (8h)		
03/08/2007				33-Bue-CO (8h)				27-Bue-CO (8h)						45-Bue-CO (8h)		
04/08/2007	54-Mod-PST	59-Mod-PST	64-Mod-PST	87-Mod-PST	58-Mod-PST	54-Mod-PST	52-Mod-PST	66-Mod-PST	63-Mod-PST	62-Mod-PST	60-Mod-PST	87-Mod-PST	54-Mod-PST	67-Mod-PST	56-Mod-PST	53-Mod-PM10
05/08/2007				18-Bue-CO (8h)				13-Bue-O3 (8h)						42-Bue-CO (8h)		
06/08/2007				38-Bue-CO (8h)				18-Bue-CO (8h)						40-Bue-CO (8h)		
07/08/2007	32-Bue-PST	34-Bue-PST	51-Mod-PST	52-Mod-PST	32-Bue-PST	35-Bue-PST	27-Bue-PST	41-Bue-PST	41-Bue-PST	42-Bue-PST	45-Bue-PST	56-Mod-PST	31-Bue-PST	40-Bue-PST	27-Bue-PST	62-Mod-PM10
08/08/2007				34-Bue-CO (8h)				15-Bue-CO (8h)						44-Bue-CO (8h)		
09/08/2007				39-Bue-CO (8h)				18-Bue-CO (8h)						49-Bue-CO (8h)		
10/08/2007	43-Bue-PST	52-Mod-PST	58-Mod-PST	74-Mod-PST	51-Mod-PST	51-Mod-PST	48-Bue-PST	62-Mod-PST	65-Mod-PST	67-Mod-PST		74-Mod-PST	55-Mod-PST	61-Mod-PST	53-Mod-PST	53-Mod-PM10
11/08/2007				34-Bue-CO (8h)				22-Bue-O3 (8h)						45-Bue-CO (8h)		
12/08/2007				18-Bue-CO (8h)				17-Bue-CO (8h)						28-Bue-CO (8h)		
13/08/2007	32-Bue-PST	45-Bue-PST	51-Mod-PST	76-Mod-PST	40-Bue-PST		44-Bue-PST	57-Mod-PST	55-Mod-PST	64-Mod-PST	65-Mod-PST	63-Mod-PST	57-Mod-PST	64-Mod-PST	55-Mod-PST	54-Mod-PM10
14/08/2007				34-Bue-CO (8h)				17-Bue-CO (8h)						55-Mod-CO (8h)		
15/08/2007				35-Bue-CO (8h)				18-Bue-CO (8h)						45-Bue-CO (8h)		
16/08/2007	56-Mod-PST	40-Bue-PST	57-Mod-PST	71-Mod-PST	38-Bue-PST	44-Bue-PST	35-Bue-PST	57-Mod-PST		52-Mod-PST	54-Mod-PST	62-Mod-PST	50-Bue-PST	68-Mod-PST	47-Bue-PST	51-Mod-PM10
17/08/2007				40-Bue-CO (8h)				17-Bue-CO (8h)						59-Mod-CO (8h)		
18/08/2007				35-Bue-CO (8h)				19-Bue-CO (8h)						53-Mod-CO (8h)		

FECHA (dd/mm/aa)	BAR	BEL1	CALD	AGUI	COPA	ESTR	GILI	GUA	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB	CORA
19/08/2007	40-Bue-PST	44-Bue-PST	52-Mod-PST	59-Mod-PST	35-Bue-PST	42-Bue-PST	30-Bue-PST	51-Mod-PST	55-Mod-PST	53-Mod-PST	46-Bue-PST	44-Bue-PST	43-Bue-PST	59-Mod-PST	41-Bue-PST	52-Mod-PM10
20/08/2007				15-Bue-CO (8h)				16-Bue-O3 (8h)						35-Bue-CO (8h)		
21/08/2007				44-Bue-CO (8h)				30-Bue-CO (8h)						68-Mod-CO (8h)		
22/08/2007	61-Mod-PST	64-Mod-PST	61-Mod-PST	85-Mod-PST	55-Mod-PST	60-Mod-PST	60-Mod-PST	65-Mod-PST	62-Mod-PST	65-Mod-PST	53-Mod-PST	72-Mod-PST		84-Mod-PST	60-Mod-PST	68-Mod-PM10
23/08/2007				36-Bue-CO (8h)				17-Bue-O3 (8h)						31-Bue-CO (8h)		
24/08/2007				59-Mod-CO (8h)				32-Bue-CO (8h)						56-Mod-CO (8h)		
25/08/2007	51-Mod-PST	41-Bue-PST	31-Bue-PST	61-Mod-PST	44-Bue-PST	30-Bue-PST	42-Bue-PST	52-Mod-PST	49-Bue-PST	49-Bue-PST	34-Bue-PST	61-Mod-PST	42-Bue-PST	67-Mod-CO (8h)	44-Bue-PST	55-Mod-PM10
26/08/2007				23-Bue-CO (8h)				16-Bue-CO (8h)						50-Bue-CO (8h)		
27/08/2007				34-Bue-CO (8h)				19-Bue-CO (8h)						49-Bue-CO (8h)		
28/08/2007	56-Mod-PST	52-Mod-PST	64-Mod-PST	66-Mod-PST	53-Mod-PST	53-Mod-PST	49-Bue-PST	70-Mod-PST	68-Mod-PST	70-Mod-PST	61-Mod-PST	59-Mod-PST	63-Mod-PST	72-Mod-PST	58-Mod-PST	55-Mod-PM10
29/08/2007				41-Bue-CO (8h)				20-Bue-O3 (8h)						51-Mod-CO (8h)		
30/08/2007				43-Bue-CO (8h)				22-Bue-CO (8h)						56-Mod-CO (8h)		
31/08/2007	51-Mod-PST	69-Mod-PST	60-Mod-PST	97-Mod-PST	66-Mod-PST	60-Mod-PST	57-Mod-PST	79-Mod-PST	73-Mod-PST	74-Mod-PST	64-Mod-PST	85-Mod-PST	66-Mod-PST	94-Mod-PST	69-Mod-PST	81-Mod-PM10

BUE: Calidad Buena
MOD: Calidad Moderada
NRGS: Calidad No salubre para grupos sensibles
PST: Partículas Suspendidas Totales
PM10: Material Particulado Respirable

CO: Monóxido de Carbono
O₃(1h): Ozono Horario
O₃(8h): Ozono Octohorario
NO₂: Dióxido de Nitrógeno
SO₂: Dióxido de Azufre

Tabla 10. Índices de contaminación atmosférica totales (AQI), calidad atmosférica asociada y contaminante que la condiciona (AQI/Calidad/Contaminante) de septiembre de 2007.

FECHA (dd/mm/aa)	BAR	BEL1	CALD	AGUI	COPA	ESTR	GILI	GUA	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB	CORA
01/09/2007				51-Mod-CO (8h)				52-Mod-PM10	54-Mod-PM10	50-Bue-PM10				60-Mod-PM10		
02/09/2007				25-Bue-CO (8h)				44-Bue-PM10		33-Bue-PM10				44-Bue-PM10		
03/09/2007	71-Mod-PST	59-Mod-PST	57-Mod-PST	77-Mod-PST	60-Mod-PST	49-Bue-PST	54-Mod-PST	59-Mod-PST	62-Mod-PST	64-Mod-PST	60-Mod-PST	76-Mod-PST	49-Bue-PST	83-Mod-PM10	59-Mod-PST	72-Mod-PM10
04/09/2007				45-Bue-CO (8h)				70-Mod-PM10		60-Mod-PM10				72-Mod-PM10		
05/09/2007				35-Bue-CO (8h)				52-Mod-PM10		52-Mod-PM10				63-Mod-PM10		
06/09/2007	46-Bue-PST	53-Mod-PST	62-Mod-PST	77-Mod-PST	56-Mod-PST	51-Mod-PST	57-Mod-PST	59-Mod-PST	57-Mod-PST	61-Mod-PST	27-Bue-PST	73-Mod-PST	54-Mod-PST	83-Mod-PST	55-Mod-PST	58-Mod-PM10
07/09/2007			43-Bue-PM10	40-Bue-CO (8h)				22-Bue-O3 (8h)	51-Mod-PM10	47-Bue-PM10				74-Mod-PM10		
08/09/2007			51-Mod-PM10	36-Bue-CO (8h)				16-Bue-O3 (8h)	54-Mod-PM10	51-Mod-PM10				77-Mod-PM10		
09/09/2007	52-Mod-PST	51-Mod-PST	58-Mod-PST	62-Mod-PST	36-Bue-PST	44-Bue-PST	32-Bue-PST	68-Mod-PST	59-Mod-PM10	59-Mod-PST	55-Mod-PST	55-Mod-PST	51-Mod-PST		60-Mod-PST	57-Mod-PM10
10/09/2007			53-Mod-PM10	38-Bue-CO (8h)				16-Bue-CO (8h)	55-Mod-PM10	44-Bue-PM10						
11/09/2007			40-Bue-CO (8h)					18-Bue-CO (8h)	55-Mod-PM10	51-Mod-PM10						
12/09/2007	57-Mod-PST	61-Mod-PST	69-Mod-PST	76-Mod-PST	60-Mod-PST	49-Bue-PST	55-Mod-PST	62-Mod-PST	62-Mod-PST	61-Mod-PST	58-Mod-PST	73-Mod-PST	57-Mod-PST	74-Mod-PST	54-Mod-PST	55-Mod-PM10
13/09/2007				43-Bue-CO (8h)				17-Bue-CO (8h)	61-Mod-PM10	60-Mod-PM10						
14/09/2007			54-Mod-PM10	38-Bue-CO (8h)				18-Bue-O3 (8h)	60-Mod-PM10	54-Mod-PM10						
15/09/2007	63-Mod-PST	66-Mod-PST	48-Bue-PST	67-Mod-PST	62-Mod-PST	35-Bue-PST	57-Mod-PST	55-Mod-PST	53-Mod-PST	54-Mod-PST	40-Bue-PST	64-Mod-PST	47-Bue-PST	85-Mod-PST	53-Mod-PST	55-Mod-PM10
16/09/2007			34-Bue-PM10	24-Bue-CO (8h)				17-Bue-O3 (8h)	37-Bue-PM10	31-Bue-PM10						
17/09/2007			54-Mod-PM10	38-Bue-CO (8h)				24-Bue-O3 (8h)	62-Mod-PM10	47-Bue-PM10						
18/09/2007	52-Mod-PST	57-Mod-PST	63-Mod-PST	74-Mod-PST	46-Bue-PST	52-Mod-PST	48-Bue-PST	61-Mod-PST	69-Mod-PST	68-Mod-PST	59-Mod-PST	56-Mod-PST	49-Bue-PST	78-Mod-PST	53-Mod-PST	53-Mod-PM10
19/09/2007			61-Mod-PM10	42-Bue-CO (8h)				60-Mod-PM10	61-Mod-PM10	54-Mod-PM10				75-Mod-PM10		
20/09/2007			58-Mod-PM10	39-Bue-CO (8h)				21-Bue-O3 (8h)	61-Mod-PM10	53-Mod-PM10				66-Mod-PM10		

FECHA (dd/mm/aa)	BAR	BEL1	CALD	AGUI	COPA	ESTR	GILI	GUA	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB	CORA
21/09/2007	39-Bue-PST	55-Mod-PST	55-Mod-PST	77-Mod-PST	44-Bue-PST	46-Bue-PST	31-Bue-PST	58-Mod-PST	64-Mod-PST	63-Mod-PST	56-Mod-PST	62-Mod-PST	52-Mod-PST	76-Mod-PST	52-Mod-PST	53-Mod-PM10
22/09/2007			54-Mod-PM10	43-Bue-CO (8h)				18-Bue-O3 (8h)	45-Bue-PM10	37-Bue-PM10				56-Mod-PM10		
23/09/2007			41-Bue-PM10	24-Bue-CO (8h)				23-Bue-O3 (8h)	40-Bue-PM10	29-Bue-PM10				55-Mod-PM10		
24/09/2007	32-Bue-PST	54-Mod-PST	60-Mod-PST	76-Mod-PST	49-Bue-PST	53-Mod-PST	34-Bue-PST	62-Mod-PST	66-Mod-PST	68-Mod-PST		57-Mod-PST	50-Bue-PST	72-Mod-PST	55-Mod-PST	54-Mod-PM10
25/09/2007			50-Bue-PM10	40-Bue-CO (8h)				27-Bue-CO (8h)	59-Mod-PM10	57-Mod-PM10				97-Mod-PM10		
26/09/2007			58-Mod-PM10	42-Bue-CO (8h)				25-Bue-CO (8h)	70-Mod-PM10	64-Mod-PM10				86-Mod-PM10		
27/09/2007	48-Bue-PST	65-Mod-PST	59-Mod-PST	77-Mod-PM10	62-Mod-PST	58-Mod-PST	58-Mod-PST	69-Mod-PST	78-Mod-PM10	74-Mod-PST	63-Mod-PST	84-Mod-PST	64-Mod-PST	100-Mod-PST	68-Mod-PST	74-Mod-PM10
28/09/2007			60-Mod-PM10	38-Bue-CO (8h)				19-Bue-CO (8h)	66-Mod-PM10	54-Mod-PM10				74-Mod-PM10		
29/09/2007			61-Mod-PM10	39-Bue-CO (8h)				23-Bue-O3 (8h)	68-Mod-PM10	55-Mod-PM10				76-Mod-PM10		
30/09/2007	51-Mod-PST	58-Mod-PST	59-Mod-PST	99-Mod-PST	54-Mod-PST	41-Bue-PST	39-Bue-PST	62-Mod-PST	55-Mod-PST	62-Mod-PST	53-Mod-PST	73-Mod-PST	54-Mod-PST	72-Mod-PST	61-Mod-PST	64-Mod-PM10

BUE: Calidad Buena
MOD: Calidad Moderada
NRGS: Calidad No saludable para grupos sensibles
PST: Partículas Suspendidas Totales
PM10: Material Particulado Respirable

CO: Monóxido de Carbono
O₃(1h): Ozono Horario
O₃(8h): Ozono Octohorario
NO₂: Dióxido de Nitrógeno
SO₂: Dióxido de Azufre

Tabla 11. Índices de contaminación atmosférica totales (AQI), calidad atmosférica asociada y contaminante que la condiciona (AQI/Calidad/Contaminante) de octubre de 2007.

FECHA (dd/mm/aa)	BAR	BEL1	CALD	AGUI	COPA	ESTR	GILI	GUA	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB	CORA	SANA	BEL2	GICC
01-Oct-07			37-Bue- PM10	36-Bue- CO (8h)				44-Bue- PM10	52-Mod- PM10	48-Bue- PM10				88-Mod- PM10			72-Mod- PM10	67-Mod- PM10	60-Mod- PM10
02-Oct-07			58-Mod- PM10	45-Bue- CO (8h)				36-Bue- PM10	66-Mod- PM10	58-Mod- PM10				92-Mod- PM10			81-Mod- PM10	62-Mod- PM10	57-Mod- PM10
03-Oct-07	35-Bue- PST	51-Mod- PST	60-Mod- PST	74-Mod- PST	49-Bue- PST	51-Mod- PST	51-Mod- PST	61-Mod- PST	59-Mod- PST	64-Mod- PST	50-Bue- PST	61-Mod- PST	56-Mod- PST	81-Mod- PST	54-Mod- PST	41-Bue- PST	73-Mod- PM10	50-Bue- PM10	44-Bue- PM10
04-Oct-07			51-Mod- PM10	55-Mod- CO (8h)				63-Mod- PM10	58-Mod- PM10	53-Mod- PM10				66-Mod- PM10			70-Mod- PM10	56-Mod- PM10	37-Bue- PM10
05-Oct-07			42-Bue- PM10	57-Mod- CO (8h)				59-Mod- PM10	54-Mod- PM10	52-Mod- PM10				55-Mod- PM10			70-Mod- PM10	56-Mod- PM10	51-Mod- PM10
06-Oct-07	57-Mod- PST	58-Mod- PST	52-Mod- PST	78-Mod- PST	54-Mod- PST	38-Bue- PST	53-Mod- PST	60-Mod- PST	62-Mod- PST	62-Mod- PST	55-Mod- PST	64-Mod- PST	54-Mod- PST	79-Mod- PST	53-Mod- PST	47-Bue- PST	68-Mod- PM10	52-Mod- PM10	53-Mod- PM10
07-Oct-07			48-Bue- PM10	49-Bue- CO (8h)				63-Mod- PM10	52-Mod- PM10	39-Bue- PM10				40-Bue- CO (8h)			54-Mod- PM10	49-Bue- PM10	51-Mod- PM10
08-Oct-07			55-Mod- PM10	64-Mod- CO (8h)				67-Mod- PM10	64-Mod- PM10	57-Mod- PM10				65-Mod- CO (8h)			64-Mod- PM10	50-Bue- PM10	39-Bue- PM10
09-Oct-07	44-Bue- PST	65-Mod- PST	46-Bue- PM10	69-Mod- PST	53-Mod- PST	35-Bue- PST	42-Bue- PST	55-Mod- PST	56-Mod- PM10	57-Mod- PST	35-Bue- PST	68-Mod- PST	52-Mod- PST	84-Mod- PST	54-Mod- PST	54-Mod- PST	87-Mod- PM10	68-Mod- PM10	45-Bue- PM10
10-Oct-07			60-Mod- PM10	42-Bue- CO (8h)				61-Mod- PM10	65-Mod- PM10	64-Mod- PM10				36-Bue- CO (8h)			78-Mod- PM10	55-Mod- PM10	35-Bue- PM10
11-Oct-07			54-Mod- PM10	42-Bue- CO (8h)				71-Mod- PM10	61-Mod- PM10	64-Mod- PM10				57-Mod- CO (8h)			83-Mod- PM10	74-Mod- PM10	52-Mod- PM10
12-Oct-07	58-Mod- PST	79-Mod- PST	54-Mod- PST	76-Mod- PST	57-Mod- PST	44-Bue- PST	55-Mod- PST	60-Mod- PST	58-Mod- PM10	64-Mod- PM10	50-Bue- PST	66-Mod- PST	59-Mod- PST	87-Mod- PST	59-Mod- PST	55-Mod- PST	78-Mod- PM10	82-Mod- PM10	56-Mod- PM10
13-Oct-07			46-Bue- PM10	39-Bue- CO (8h)				61-Mod- PM10	58-Mod- PM10	58-Mod- PM10				63-Mod- PM10			70-Mod- PM10	56-Mod- PM10	46-Bue- PM10
14-Oct-07			36-Bue- PM10	25-Bue- CO (8h)				55-Mod- PM10	42-Bue- PM10	32-Bue- PM10				59-Mod- PM10			53-Mod- PM10	53-Mod- PM10	44-Bue- PM10
15-Oct-07	51-Mod- PST	50-Bue- PST	58-Mod- PST	65-Mod- PST	47-Bue- PST	34-Bue- PST	30-Bue- PST	56-Mod- PST	58-Mod- PST	51-Mod- PM10		63-Mod- PST	43-Bue- PST	67-Mod- PST	53-Mod- PST	49-Bue- PST	63-Mod- PM10	60-Mod- PM10	39-Bue- PM10
16-Oct-07			60-Mod- PM10	39-Bue- CO (8h)				56-Mod- PM10	71-Mod- PM10	69-Mod- PM10				77-Mod- PM10			80-Mod- PM10	59-Mod- PM10	51-Mod- PM10

FECHA (dd/mm/aa)	BAR	BEL1	CALD	AGUI	COPA	ESTR	GILI	GUA	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB	CORA	SANA	BEL2	GICC
17-Oct-07			61-Mod-PM10	40-Bue-CO (8h)				53-Mod-PM10	68-Mod-PM10	65-Mod-PM10				80-Mod-PM10			79-Mod-PM10	62-Mod-PM10	49-Bue-PM10
18-Oct-07	36-Bue-PST	55-Mod-PST	46-Bue-PST	57-Mod-PST	51-Mod-PST	30-Bue-PST	35-Bue-PST	73-Mod-PM10	52-Mod-PST	58-Mod-PST	34-Bue-PST	56-Mod-PST	47-Bue-PST	75-Mod-PST	45-Bue-PST	42-Bue-PST	63-Mod-PM10	57-Mod-PM10	43-Bue-PM10
19-Oct-07			44-Bue-PM10	41-Bue-CO (8h)				82-Mod-PM10	54-Mod-PM10	56-Mod-PM10				72-Mod-PM10			74-Mod-PM10	68-Mod-PM10	48-Bue-PM10
20-Oct-07			56-Mod-PM10	66-Mod-CO (8h)				62-Mod-PM10	65-Mod-PM10	63-Mod-PM10				76-Mod-PM10			89-Mod-PM10	71-Mod-PM10	51-Mod-PM10
21-Oct-07	36-Bue-PST	51-Mod-PST	56-Mod-PST	59-Mod-PM10	42-Bue-PST	48-Bue-PST	38-Bue-PST	54-Mod-PM10	63-Mod-PM10	59-Mod-PM10	41-Bue-PST	57-Mod-PST	48-Bue-PST	67-Mod-PST	53-Mod-PST	51-Mod-PST	68-Mod-PM10	64-Mod-PM10	45-Bue-PM10
22-Oct-07			57-Mod-PM10	44-Bue-CO (8h)				41-Bue-PM10	63-Mod-PM10	66-Mod-PM10				74-Mod-PM10			78-Mod-PM10	42-Bue-PM10	34-Bue-PM10
23-Oct-07			47-Bue-PM10	34-Bue-CO (8h)				59-Mod-PM10	57-Mod-PM10	55-Mod-PM10				67-Mod-PM10			66-Mod-PM10	52-Mod-PM10	41-Bue-PM10
24-Oct-07	52-Mod-PST	57-Mod-PST	65-Mod-PST	76-Mod-PST	59-Mod-PST	44-Bue-PST	56-Mod-PST	62-Mod-PM10	61-Mod-PST	68-Mod-PST		70-Mod-PST	55-Mod-PST	110-NSGS-PST	60-Mod-PST	56-Mod-PST	81-Mod-PM10	64-Mod-PM10	56-Mod-PM10
25-Oct-07			65-Mod-PM10	45-Bue-CO (8h)				70-Mod-PM10	56-Mod-PM10	62-Mod-PM10				68-Mod-PM10			77-Mod-PM10	62-Mod-PM10	53-Mod-PM10
26-Oct-07			39-Bue-PM10	38-Bue-CO (8h)				66-Mod-PM10	52-Mod-PM10	56-Mod-PM10				66-Mod-PM10			72-Mod-PM10	47-Bue-PM10	49-Bue-PM10
27-Oct-07	48-Bue-PST	49-Bue-PST	60-Mod-PST	67-Mod-PST	56-Mod-PST	24-Bue-PST	51-Mod-PST	55-Mod-PST	55-Mod-PST	55-Mod-PST	31-Bue-PST	67-Mod-PST	38-Bue-PST	75-Mod-PST	53-Mod-PST	48-Bue-PST	77-Mod-PM10	64-Mod-PM10	48-Bue-PM10
28-Oct-07			26-Bue-PM10	27-Bue-CO (8h)				57-Mod-PM10	31-Bue-PM10	43-Bue-PM10				48-Bue-PM10			56-Mod-PM10	53-Mod-PM10	37-Bue-PM10
29-Oct-07			38-Bue-PM10	42-Bue-CO (8h)				54-Mod-PM10	52-Mod-PM10	54-Mod-PM10				69-Mod-PM10			66-Mod-PM10	53-Mod-PM10	45-Bue-PM10
30-Oct-07	52-Mod-PST	49-Bue-PST	57-Mod-PM10	67-Mod-PST	48-Bue-PST	52-Mod-PST	41-Bue-PST	66-Mod-PST	66-Mod-PST	66-Mod-PST	52-Mod-PST	67-Mod-PST	61-Mod-PST	98-Mod-PST	64-Mod-PST	56-Mod-PST	81-Mod-PM10	56-Mod-PM10	51-Mod-PM10
31-oct-07			53-Mod-PM10	47-Bue-CO (8h)				63-Mod-PM10	61-Mod-PM10	68-Mod-PM10				93-Mod-PM10			93-Mod-PM10	79-Mod-PM10	60-Mod-PM10

BUE: Calidad Buena
MOD: Calidad Moderada
NRGS: Calidad No saludable para grupos sensibles

PST: Partículas Suspendedas Totales
PM10: Material Particulado Respirable
CO: Monóxido de Carbono
O₃(1h): Ozono Horario

O₃(8h): Ozono Octohorario
NO₂: Dióxido de Nitrógeno
SO₂: Dióxido de Azufre

Tabla 12. Índices de contaminación atmosférica totales (AQI), calidad atmosférica asociada y contaminante que la condiciona (AQI/Calidad/Contaminante) de noviembre de 2007.

FECHA (dd/mm/aa)	BAR	BEL1	CALD	AGUI	COPA	ESTR	GILI	GUA	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB	CORA	SANA	BEL2	GICC
01-11-07			49-Bue- PM10	41-Bue- CO (8h)				26-Bue- CO (8h)	62-Mod- PM10	58-Mod- PM10				83-Mod- PM10			78-Mod- PM10	65-Mod- PM10	52-Mod- PM10
02-11-07	39-Bue- PST	49-Bue- PST	60-Mod- PM10	66-Mod- PM10	55-Mod- PST	54-Mod- PST	54-Mod- PST	64-Mod- PST	65-Mod- PST	76-Mod- PST	56-Mod- PST	64-Mod- PST	65-Mod- PST	88-Mod- PST	61-Mod- PST	62-Mod- PM10	84-Mod- PM10	62-Mod- PM10	56-Mod- PM10
03-11-07			45-Bue- PM10	28-Bue- CO (8h)				16-Bue- CO (8h)	57-Mod- PM10	53-Mod- PM10				59-Mod- PM10			63-Mod- PM10	30-Bue- PM10	27-Bue- PM10
04-11-07			40-Bue- PM10	15-Bue- CO (8h)				15-Bue- CO (8h)	46-Bue- PM10	51-Mod- PM10				56-Mod- PM10			65-Mod- PM10	45-Bue- PM10	45-Bue- PM10
05-11-07	35-Bue- PST	42-Bue- PST	46-Bue- PST	56-Mod- PST	34-Bue- PST		31-Bue- PST	56-Mod- PST	51-Mod- PST	52-Mod- PST	41-Bue- PST	52-Mod- PST	52-Mod- PST	66-Mod- PST	44-Bue- PST	51-Mod- PM10	58-Mod- PM10	42-Bue- PM10	41-Bue- PM10
06-11-07			53-Mod- PM10	43-Bue- CO (8h)				22-Bue- CO (8h)	65-Mod- PM10	70-Mod- PM10				79-Mod- PM10			87-Mod- PM10	53-Mod- PM10	51-Mod- PM10
07-11-07			61-Mod- PM10	40-Bue- CO (8h)				14-Bue- CO (8h)	68-Mod- PM10	64-Mod- PM10				76-Mod- PM10			77-Mod- PM10	61-Mod- PM10	55-Mod- PM10
08-11-07	43-Bue- PST	55-Mod- PST	63-Mod- PM10	63-Mod- PST	53-Mod- PST	56-Mod- PST	46-Bue- PST	61-Mod- PST	67-Mod- PST	65-Mod- PST	55-Mod- PST	69-Mod- PST	59-Mod- PST	87-Mod- PST	60-Mod- PST	62-Mod- PM10	74-Mod- PM10	57-Mod- PM10	48-Bue- PM10
09-11-07			46-Bue- PM10	22-Bue- CO (8h)				16-Bue- CO (8h)	54-Mod- PM10	60-Mod- PM10				82-Mod- PM10			84-Mod- PM10		65-Mod- PM10
10-11-07			62-Mod- PM10	33-Bue- CO (8h)				25-Bue- CO (8h)	57-Mod- PM10	68-Mod- PM10				84-Mod- PM10			89-Mod- PM10		63-Mod- PM10
11-11-07	37-Bue- PST	43-Bue- PST	62-Mod- PST	56-Mod- PST	32-Bue- PST	48-Bue- PST	32-Bue- PST	52-Mod- PST	50-Bue- PM10	66-Mod- PM10	49-Bue- PST		52-Mod- PST	65-Mod- PST	43-Bue- PST	51-Mod- PM10	59-Mod- PM10		28-Bue- PM10
12-11-07			53-Mod- PM10	18-Bue- CO (8h)				11-Bue- O3 (8h)	44-Bue- PM10	61-Mod- PM10				44-Bue- PM10			53-Mod- PM10		37-Bue- PM10
13-11-07			46-Bue- PM10	32-Bue- CO (8h)				18-Bue- CO (8h)	63-Mod- PM10	64-Mod- PM10				64-Mod- PM10			51-Mod- PM10		31-Bue- PM10
14-11-07	37-Bue- PST	69-Mod- PST	65-Mod- PST	72-Mod- PST	53-Mod- PST	51-Mod- PST	41-Bue- PST	61-Mod- PM10	63-Mod- PST	70-Mod- PST	60-Mod- PST	69-Mod- PST	62-Mod- PST	78-Mod- PM10	60-Mod- PST	58-Mod- PM10	68-Mod- PM10		50-Bue- PM10
15-11-07			58-Mod- PM10	28-Bue- CO (8h)				9-Bue- O3 (8h)	50-Bue- PM10	58-Mod- PM10				92-Mod- PM10			71-Mod- PM10		37-Bue- PM10
16-11-07			74-Mod- PM10	42-Bue- CO (8h)				16-Bue- CO (8h)	63-Mod- PM10	68-Mod- PM10				66-Mod- PM10			77-Mod- PM10		52-Mod- PM10
17-11-07	33-Bue- PST	63-Mod- PST	70-Mod- PST	69-Mod- PST	51-Mod- PST	61-Mod- PST	47-Bue- PST	71-Mod- PST	68-Mod- PST	85-Mod- PST	65-Mod- PST	62-Mod- PST	55-Mod- PST	79-Mod- PST	52-Mod- PST	55-Mod- PM10	87-Mod- PM10		48-Bue- PM10
18-11-07			51-Mod- PM10	15-Bue- CO (8h)				6-Bue- O3 (8h)	46-Bue- PM10	38-Bue- PM10				52-Mod- PM10			52-Mod- PM10		27-Bue- PM10

FECHA (dd/mm/aa)	BAR	BEL1	CALD	AGUI	COPA	ESTR	GILI	GUA	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB	CORA	SANA	BEL2	GICC
19-11-07			63-Mod-PM10	23-Bue-CO (8h)				9-Bue-O3 (8h)	63-Mod-PM10	51-Mod-PM10				70-Mod-PM10			75-Mod-PM10	78-Mod-PM10	76-Mod-PM10
20-11-07	57-Mod-PST	62-Mod-PST	69-Mod-PST	75-Mod-PST	71-Mod-PST	54-Mod-PST		70-Mod-PST	80-Mod-PST	64-Mod-PST	69-Mod-PST	79-Mod-PST	63-Mod-PST	80-Mod-PST	61-Mod-PST	69-Mod-PM10	85-Mod-PM10	81-Mod-PM10	60-Mod-PM10
21-11-07			70-Mod-PM10	60-Mod-CO (8h)				23-Bue-CO (8h)	78-Mod-PM10	73-Mod-PM10				87-Mod-PM10			97-Mod-PM10	83-Mod-PM10	65-Mod-PM10
22-11-07			59-Mod-PM10	35-Bue-CO (8h)				15-Bue-CO (8h)	73-Mod-PM10	63-Mod-PM10				81-Mod-PM10			85-Mod-PM10	65-Mod-PM10	51-Mod-PM10
23-11-07	57-Mod-PST	64-Mod-PST	69-Mod-PST	81-Mod-PST	58-Mod-PST	53-Mod-PST	60-Mod-PST	67-Mod-PM10	68-Mod-PST	66-Mod-PST		69-Mod-PST	56-Mod-PST	90-Mod-PST	63-Mod-PST	72-Mod-PM10	89-Mod-PM10	80-Mod-PM10	55-Mod-PM10
24-11-07			68-Mod-PM10	49-Bue-CO (8h)				16-Bue-CO (8h)	70-Mod-PM10	52-Mod-PM10				84-Mod-PM10			92-Mod-PM10	74-Mod-PM10	57-Mod-PM10
25-11-07			48-Bue-PM10	17-Bue-CO (8h)				9-Bue-O3 (8h)	51-Mod-PM10	25-Bue-PM10				51-Mod-PM10			53-Mod-PM10	50-Bue-PM10	26-Bue-PM10
26-11-07	29-Bue-PST	58-Mod-PST	61-Mod-PST	63-Mod-PST	55-Mod-PST	40-Bue-PST	46-Bue-PST	53-Mod-PST	59-Mod-PST	58-Mod-PST	54-Mod-PST	56-Mod-PST	52-Mod-PST	80-Mod-PST	46-Bue-PST		71-Mod-PM10	55-Mod-PM10	51-Mod-PM10
27-11-07			66-Mod-PM10	39-Bue-CO (8h)				18-Bue-O3 (8h)	63-Mod-PM10	45-Bue-PM10				68-Mod-PM10			73-Mod-PM10	60-Mod-PM10	46-Bue-PM10
28-11-07			65-Mod-PM10	26-Bue-CO (8h)				23-Bue-CO (8h)	75-Mod-PM10	47-Bue-PM10				85-Mod-PM10			83-Mod-PM10	68-Mod-PM10	69-Mod-PM10
29-11-07	35-Bue-PST	56-Mod-PST	64-Mod-PM10	68-Mod-PST	57-Mod-PST		54-Mod-PST	9-Bue-CO (8h)	60-Mod-PM10	47-Bue-PM10		62-Mod-PST		92-Mod-PST			75-Mod-PM10	60-Mod-PM10	52-Mod-PM10
30-11-07			64-Mod-PM10	16-Bue-CO (8h)				10-Bue-O3 (8h)	54-Mod-PM10	75-Mod-PM10				73-Mod-PM10			72-Mod-PM10	53-Mod-PM10	52-Mod-PM10

BUE: Calidad Buena
 MOD: Calidad Moderada
 NRGs: Calidad No salubre para grupos sensibles
 PST: Partículas Suspendidas Totales
 PM10: Material Particulado Respirable

CO: Monóxido de Carbono
 O₃(1h): Ozono Horario
 O₃(8h): Ozono Octohorario
 NO₂: Dióxido de Nitrógeno
 SO₂: Dióxido de Azufre

Tabla 13. Índices de contaminación atmosférica totales (AQI), calidad atmosférica asociada y contaminante que la condiciona (AQI/Calidad/Contaminante) de diciembre de 2007.

FECHA (dd/mm/aa)	BAR	BEL1	CALD	AGUI	COPA	ESTR	GILI	GUA	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB	CORA	SANA	BEL2	GICC
01-12-07			56-Mod-PM10	28-Bue-CO (8h)				18-Bue-CO (8h)	55-Mod-PM10	51-Mod-PM10				64-Mod-PM10			70-Mod-PM10	63-Mod-PM10	43-Bue-PM10
02-12-07	32-Bue-PST	42-Bue-PST	38-Bue-PST	45-Bue-PST	51-Mod-PST	32-Bue-PST		41-Bue-PST	55-Mod-PM10	56-Mod-PST		37-Bue-PST	33-Bue-PST	56-Mod-PST	29-Bue-PST	27-Bue-PM10	32-Bue-PM10	51-Mod-PM10	41-Bue-PM10
03-12-07			46-Bue-PM10	22-Bue-CO (8h)				15-Bue-CO (8h)	55-Mod-PM10	59-Mod-PM10				73-Mod-PM10			62-Mod-PM10	69-Mod-PM10	62-Mod-PM10
04-12-07			49-Bue-PM10	31-Bue-CO (8h)				16-Bue-CO (8h)	55-Mod-PM10	55-Mod-PM10				71-Mod-PM10			67-Mod-PM10	85-Mod-PM10	60-Mod-PM10
05-12-07	24-Bue-PST	62-Mod-PST	54-Mod-PST	71-Mod-PST	60-Mod-PST	43-Bue-PST	43-Bue-PST	63-Mod-PST	59-Mod-PST	61-Mod-PST	35-Bue-PST	64-Mod-PST	57-Mod-PST	80-Mod-PST	55-Mod-PST	61-Mod-PM10	73-Mod-PM10	73-Mod-PM10	44-Bue-PM10
06-12-07			64-Mod-PM10	31-Bue-CO (8h)				13-Bue-CO (8h)	55-Mod-PM10	61-Mod-PM10				61-Mod-PM10			68-Mod-PM10	58-Mod-PM10	45-Bue-PM10
07-12-07			56-Mod-PM10	38-Bue-CO (8h)				26-Bue-CO (8h)	55-Mod-PM10	59-Mod-PM10				79-Mod-PM10			79-Mod-PM10	69-Mod-PM10	46-Bue-PM10
08-12-07	28-Bue-PST	52-Mod-PST	61-Mod-PST	57-Mod-PST	55-Mod-PST	55-Mod-PST	38-Bue-PST	56-Mod-PST	69-Mod-PST	55-Mod-PST	54-Mod-PST	52-Mod-PST	58-Mod-PST	64-Mod-PST	53-Mod-PST	55-Mod-PM10	67-Mod-PM10	42-Bue-PM10	35-Bue-PM10
09-12-07			46-Bue-PM10	14-Bue-CO (8h)				17-Bue-O3 (8h)	55-Mod-PM10	42-Bue-PM10				44-Bue-PM10			49-Bue-PM10	36-Bue-PM10	34-Bue-PM10
10-12-07			59-Mod-PM10	27-Bue-CO (8h)				21-Bue-O3 (8h)	55-Mod-PM10	60-Mod-PM10				65-Mod-PM10			71-Mod-PM10	66-Mod-PM10	52-Mod-PM10
11-12-07	30-Bue-PST	57-Mod-PST	60-Mod-PM10	66-Mod-PST	64-Mod-PST	57-Mod-PST	56-Mod-PST	62-Mod-PM10	63-Mod-PST	68-Mod-PM10	57-Mod-PST	63-Mod-PST	53-Mod-PST	73-Mod-PST	58-Mod-PST	63-Mod-PM10	77-Mod-PM10	73-Mod-PM10	52-Mod-PM10
12-12-07			60-Mod-PM10	40-Bue-CO (8h)				21-Bue-O3 (8h)	55-Mod-PM10	63-Mod-PM10				67-Mod-PM10			70-Mod-PM10	67-Mod-PM10	54-Mod-PM10
13-12-07			58-Mod-PM10	35-Bue-CO (8h)				27-Bue-CO (8h)	55-Mod-PM10	61-Mod-PM10				60-Mod-PM10			69-Mod-PM10	57-Mod-PM10	54-Mod-PM10
14-12-07	51-Mod-PST	58-Mod-PST	57-Mod-PM10	63-Mod-PST	49-Bue-PST	55-Mod-PST	53-Mod-PST	64-Mod-PST	66-Mod-PST	65-Mod-PST		62-Mod-PST	60-Mod-PST	80-Mod-PST	55-Mod-PST	61-Mod-PM10	71-Mod-PM10	56-Mod-PM10	54-Mod-PM10
15-12-07			54-Mod-PM10	36-Bue-CO (8h)				30-Bue-CO (8h)	55-Mod-PM10	59-Mod-PM10				82-Mod-PM10			81-Mod-PM10	70-Mod-PM10	55-Mod-PM10
16-12-07			48-Bue-PM10	31-Bue-CO (8h)				19-Bue-CO (8h)	55-Mod-PM10	58-Mod-PM10				65-Mod-PM10			66-Mod-PM10	53-Mod-PM10	39-Bue-PM10

FECHA (dd/mm/aa)	BAR	BEL1	CALD	AGUI	COPA	ESTR	GILI	GUA	ITAG	POLI	SABA	UDEA	UDEM	UNAL	UPB	CORA	SANA	BEL2	GICC
17-12-07	32-Bue-PST	53-Mod-PST	44-Bue-PM10	61-Mod-PM10	49-Bue-PST	32-Bue-PST	46-Bue-PST	54-Mod-PM10	58-Mod-PST	60-Mod-PM10		68-Mod-PST	51-Mod-PST	77-Mod-PST	55-Mod-PST	64-Mod-PM10	70-Mod-PM10	56-Mod-PM10	49-Bue-PM10
18-12-07			46-Bue-PM10	46-Bue-PM10				46-Bue-PM10	60-Mod-PM10	66-Mod-PM10				85-Mod-PM10			72-Mod-PM10	72-Mod-PM10	51-Mod-PM10
19-12-07			61-Mod-PM10	61-Mod-PM10				20-Bue-O3 (8h)	59-Mod-PM10	65-Mod-PM10				61-Mod-PM10			63-Mod-PM10	60-Mod-PM10	49-Bue-PM10
20-12-07	44-Bue-PST		64-Mod-PST	67-Mod-PST	56-Mod-PST	54-Mod-PST	57-Mod-PST	62-Mod-PST	68-Mod-PST	69-Mod-PST		67-Mod-PST	52-Mod-PST	85-Mod-PST	65-Mod-PST	67-Mod-PM10	66-Mod-PM10	87-Mod-PM10	61-Mod-PM10
21-12-07			67-Mod-PM10	39-Bue-CO (8h)				34-Bue-CO (8h)	79-Mod-PM10	74-Mod-PM10				82-Mod-PM10			74-Mod-PM10	76-Mod-PM10	54-Mod-PM10
22-12-07			66-Mod-PM10	40-Bue-CO (8h)				23-Bue-CO (8h)	63-Mod-PM10	58-Mod-PM10				63-Mod-PM10			62-Mod-PM10	55-Mod-PM10	42-Bue-PM10
23-12-07	24-Bue-PST	27-Bue-PST	43-Bue-PST	40-Bue-PM10	22-Bue-PST	34-Bue-PST	22-Bue-PST	40-Bue-PST	41-Bue-PST	48-Bue-PST	35-Bue-PST	31-Bue-PST	19-Bue-PST	50-Bue-PM10	26-Bue-PST	33-Bue-PM10	44-Bue-PM10	31-Bue-PM10	23-Bue-PM10
24-12-07			49-Bue-PM10	44-Bue-CO (8h)				20-Bue-CO (8h)	49-Bue-PM10	43-Bue-PM10				53-Mod-PM10			52-Mod-PM10	34-Bue-PM10	25-Bue-PM10
25-12-07			47-Bue-PM10	15-Bue-CO (8h)				11-Bue-CO (8h)	52-Mod-PM10	40-Bue-PM10				42-Bue-PM10			34-Bue-PM10	28-Bue-PM10	22-Bue-PM10
26-12-07	25-Bue-PST	55-Mod-PST	53-Mod-PST	56-Mod-PST	41-Bue-PST	39-Bue-PST	32-Bue-PST	54-Mod-PST	55-Mod-PST	63-Mod-PST	47-Bue-PST	52-Mod-PST	53-Mod-PST	75-Mod-PST	51-Mod-PST	53-Mod-PM10	53-Mod-PM10	73-Mod-PM10	31-Bue-PM10
27-12-07			64-Mod-PM10	38-Bue-CO (8h)				24-Bue-CO (8h)	62-Mod-PM10	61-Mod-PM10				75-Mod-PM10			65-Mod-PM10	81-Mod-PM10	45-Bue-PM10
28-12-07			57-Mod-PM10	31-Bue-CO (8h)				18-Bue-CO (8h)	59-Mod-PM10	60-Mod-PM10				66-Mod-PM10			57-Mod-PM10	96-Mod-PM10	47-Bue-PM10
29-12-07	38-Bue-PST		57-Mod-PST	55-Mod-PST	37-Bue-PST	49-Bue-PST	29-Bue-PST	54-Mod-PST	58-Mod-PST	65-Mod-PST	57-Mod-PST	42-Bue-PST	40-Bue-PST	61-Mod-PM10	42-Bue-PST	41-Bue-PM10	53-Mod-PM10	55-Mod-PM10	33-Bue-PM10
30-12-07			46-Bue-PM10	46-Bue-PM10				46-Bue-PM10	51-Mod-PM10	43-Bue-PM10				71-Mod-PM10			45-Bue-PM10	47-Bue-PM10	31-Bue-PM10
31-12-07			47-Bue-PM10	47-Bue-PM10				47-Bue-PM10	43-Bue-PM10	31-Bue-PM10				53-Mod-PM10			49-Bue-PM10	41-Bue-PM10	32-Bue-PM10

BUE: Calidad Buena
 MOD: Calidad Moderada
 NRGs: Calidad No salubre para grupos sensibles
 PST: Partículas Suspendidas Totales
 PM10: Material Particulado Respirable

CO: Monóxido de Carbono
 O₃(1h): Ozono Horario
 O₃(8h): Ozono Octohorario
 NO₂: Dióxido de Nitrógeno
 SO₂: Dióxido de Azufre

ANEXO E. DATOS ESTACIONES AUTOMÁTICAS MÓVILES

Los datos procesados de las Estaciones Automáticas Móviles del Área Metropolitana del Valle de Aburrá y la Universidad Pontificia Bolivariana, se encuentran en la ruta: CD:\Informe Final Convenio 289\Anexo E

ANEXO F. VIDEO INSTITUCIONAL

El video institucional referente al Convenio se encuentra en la ruta: CD\Informe Final Convenio 289\Anexo F