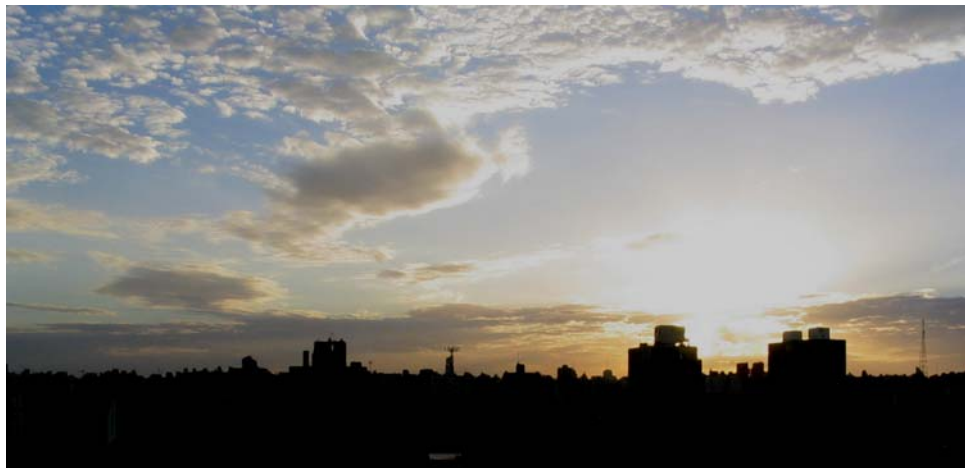




Montevideo  
deTodos

# ***Informe anual de la Red de Monitoreo de calidad del aire de la ciudad de Montevideo***

## ***Calidad del Aire de Montevideo***



***Informe 2006***

***Servicio Laboratorio de Calidad Ambiental  
Departamento de Desarrollo Ambiental  
Intendencia Municipal de Montevideo***

## **AUTORIDADES MUNICIPALES**

Intendente Municipal  
Ricardo Ehrlich

Secretario General  
Alejandro Zavala

Director General (i) del Departamento de Desarrollo Ambiental  
Arq. Américo Rocco

Director Técnico del Departamento de Desarrollo Ambiental  
Ing. Esteban Garino

Directora del Laboratorio de Calidad Ambiental  
Quim. Gabriella Feola, M.Sc.

Autores del informe:

Ing. Quím. Andrea De Nigris  
Encargada de Área Calidad de Aire del Laboratorio de Calidad Ambiental

Quím. Gabriella Feola, M.Sc.  
Directora del Laboratorio de Calidad Ambiental

Participantes en el monitoreo de aire:

Ing. Quím. Javier Rodríguez  
Bach Quím Catalina Menini (pasante de Facultad de Química, UDELAR)  
Bach Quím Yohana Acosta (pasante de Facultad de Química, UDELAR)

Integrantes del Área Calidad de Aire del Laboratorio de Calidad Ambiental

Laboratorio de Calidad Ambiental  
Camino al Faro s/n, Punta Carretas  
CP 11300 - Montevideo Uruguay  
Telefax: (598 2) 711.2406 al 08  
[www.montevideo.gub.uy/ambiente](http://www.montevideo.gub.uy/ambiente)

## RESUMEN EJECUTIVO

En el presente informe, se analizan los resultados recabados por la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire de Montevideo durante el año 2006, por técnicos del Servicio Laboratorio de Calidad Ambiental de la Intendencia Municipal de Montevideo (IMM).

El Laboratorio de Calidad Ambiental monitorea la calidad del aire de Montevideo desde hace casi 30 años. Si bien los datos registrados en décadas anteriores no pueden considerarse como pertenecientes a una red sistemática de monitoreo, constituyen los antecedentes imprescindibles para establecer la Red actual. Los resultados obtenidos en esos años han sido utilizados en la selección de la ubicación de los monitores así como en la distribución de los equipos en la ciudad.

Durante los años 2003 y 2004, en el marco de un proyecto interinstitucional financiado por el Organismo de Internacional de Energía Atómica, se llevó adelante una campaña de diagnóstico de situación de la calidad de aire de Montevideo. En esa oportunidad se operaron equipos pertenecientes a la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) del Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, conjuntamente con equipos de la IMM. En la actual configuración de la Red se continúan operando tres equipos de material particulado y una estación de monitoreo automático de gases perteneciente a la DINAMA. El resto de los equipos que conforman la red pertenecen a la Intendencia Municipal de Montevideo

La red actual de monitoreo de calidad del aire cuenta con ocho estaciones donde se determina material particulado (total y menor a 10 micras de diámetro), dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre, monóxido de carbono y ozono. Las estaciones se encuentran ubicadas en Ciudad Vieja, Centro, Tres Cruces, Portones de Carrasco, Curva de Maroñas, La Teja, Prado y Colón.

En el informe se presentan los resultados obtenidos para la ciudad de Montevideo en el año 2006 y se realiza la comparación de los datos históricos. Los resultados publicados en años anteriores se encuentran disponibles en el sitio [www.montevideo.gub.uy/ambiente/documentos.htm](http://www.montevideo.gub.uy/ambiente/documentos.htm)

En el año 2006, la calidad del aire de Montevideo fue satisfactoria, no habiéndose registrado valores de alarma respecto a las concentraciones de los gases evaluados y material particulado.

Se destaca la disminución del valor promedio anual para Humo Negro obtenido en Ciudad Vieja respecto a los promedios registrados hasta el año 2004, asociada a las modificaciones en el tránsito vehicular implementadas en esa zona.

Durante el año 2007 comenzará la difusión del Índice de Calidad de Aire (ICAire) a través del sitio web y la cartelera electrónica de la Intendencia Municipal de Montevideo, como una herramienta para facilitar la comunicación en forma semanal de la calidad del aire en las diferentes zonas del Departamento.

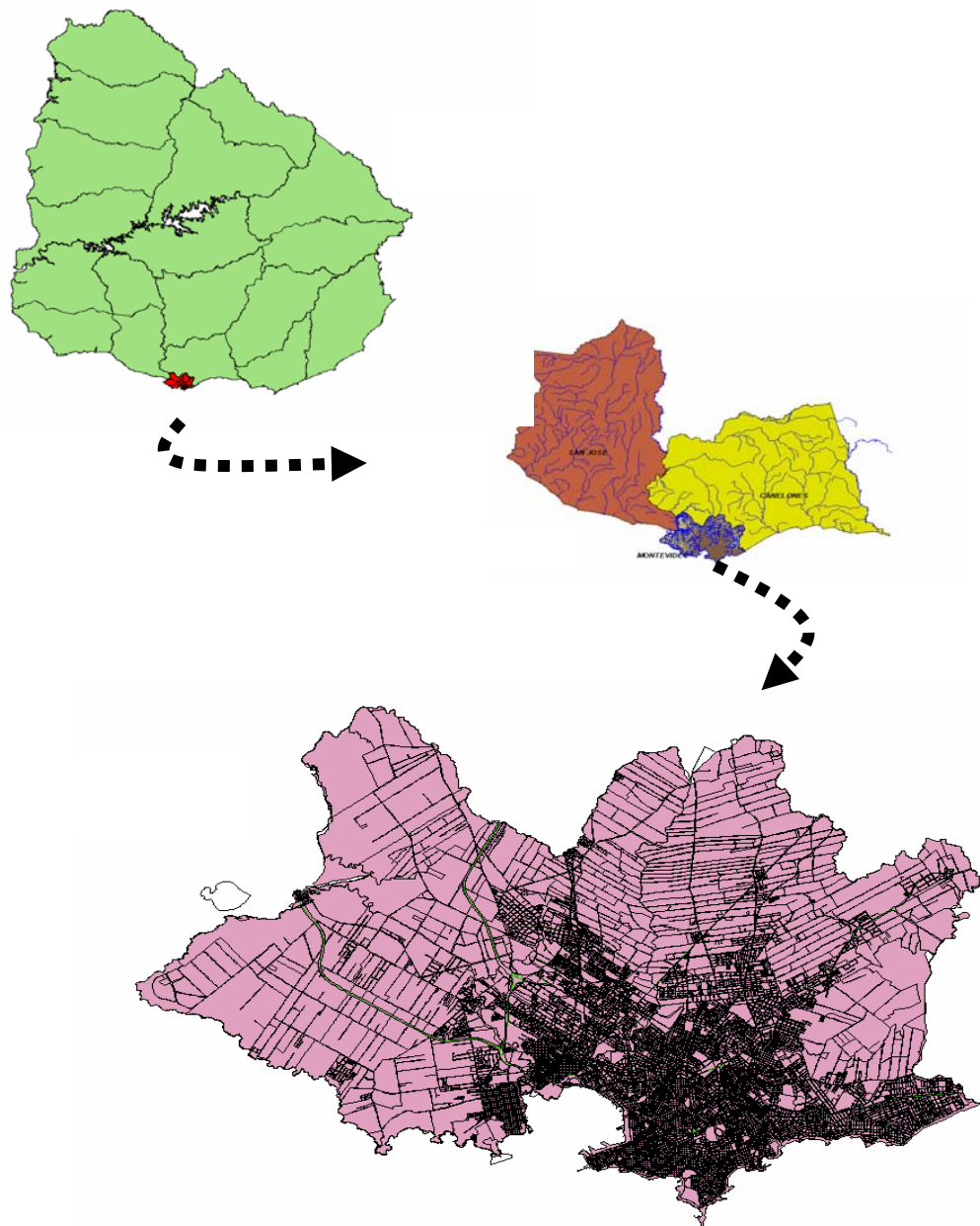
En forma complementaria a las estaciones integradas a la red de calidad de aire de Montevideo, en el año 2007 se realizarán campañas con monitores pasivos para

dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y ozono en zonas donde no se dispone de equipos de monitoreo continuos.

## Capítulo 1

### Introducción

El departamento de Montevideo está ubicado entre los 34.4 y 35 grados de latitud sur y los 55.7 y 56.3 grados de longitud oeste. Limita con los departamentos de San José y Canelones, con quienes conforma el Área Metropolitana, la zona de mayor urbanización del país donde se centra más de la mitad de la población nacional. Tiene una extensa red fluvial, y una costa sobre el Río de la Plata de aproximadamente 30 km. La ciudad histórica se ubica sobre la Bahía del mismo nombre, donde funciona el puerto más importante del país. La mitad de los habitantes de Uruguay vive o trabaja en Montevideo generando un flujo de transporte dentro y hacia la ciudad que contribuye a la emisión de gases y material particulado sobre las vías de acceso.



## 1-Introducción

El clima es clasificado como templado con temperaturas que varían entre 7.2°C (promedio de las mínimas en el mes más frío) y 28.4°C (promedio de las máximas en el mes más cálido), siendo el promedio anual de 15°C.

La precipitación acumulada anual es de 1102 mm ocurriendo a lo largo de todo el año, con mínimos en los meses de junio de 83 mm y diciembre con 84 mm, y máximos en los meses de octubre, febrero y marzo con 102 mm. Las precipitaciones mayores a 1 mm tienen frecuencias similares en todos los meses del año, entre 6 y 7 días por mes. El viento es predominantemente desde NO, si bien los vientos más intensos son desde E, SE y SO. La velocidad promedio del viento es de 4 m/s (14 km/h), observándose el mismo promedio aproximadamente constante en todo el año.

La humedad relativa ambiente promedio a lo largo del año es de 73.8%, siendo de 68% en los meses de verano (diciembre-enero-febrero) y de 80% en los meses de invierno (junio-julio-agosto).

Los datos precedentes son tomados de estadísticas de la Dirección Nacional de Meteorología, para el periodo 1961-1990.

Es de hacer de notar que las condiciones topográficas y los vientos favorecen la dispersión natural de los posibles contaminantes del aire.

A partir del funcionamiento de la red de monitoreo de calidad del aire de la ciudad, se ha confirmado que, en líneas generales, los valores de contaminantes están por debajo de los estándares de calidad para aire urbano.

Sin embargo en algunas oportunidades y a partir de situaciones particulares estos estándares se ven superados. Para estos casos, el seguimiento de esta situación a lo largo del tiempo es importante de forma de establecer planes de contingencia y prevenir la aparición de eventos de mayor envergadura.

Los vecinos de la ciudad de Montevideo, por otra parte, se encuentran sensibilizados en el tema, y manifiestan una fuerte preocupación en que no se produzca deterioro del recurso aire con el crecimiento en la ciudad, ya que la población en general asocia fuertemente la calidad de vida a una buena calidad del aire.

Durante el año 2006, la red de monitoreo de la calidad del aire operada por el Laboratorio de Calidad Ambiental de la Intendencia Municipal de Montevideo, funcionó en forma normal, a través de sus ocho estaciones distribuidas dentro del departamento de Montevideo.

Este informe presenta los resultados obtenidos en la campaña de monitoreo del año 2006.

## **Marco Normativo**

La Ley N° 17.283 del 28 de Noviembre de 2000, en el capítulo I numeral A, declara de interés general la protección del ambiente, incluyendo explícitamente la calidad del aire. En el artículo 17 indica que se deben “establecer valores máximos de emisión de contaminantes y evaluar los niveles o situaciones que puedan poner en peligro a la salud humana, animal, vegetal, deteriore el ambiente o provocar riesgos, daños o molestias graves a los seres vivos o bienes”.

La Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) del Ministerio de Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA) tiene entre sus cometidos, elaborar la propuesta técnica referida a la calidad de aire para incorporarlo al Decreto regulatorio de la ley 17.283.

La propuesta de estándares de calidad del aire se ha discutido en los grupos de estandarización que trabajan en el marco de la Comisión Técnica Asesora de Medio Ambiente (COTAMA), en el año 2005. El grupo de estandarización de Aire (GESTA Aire) presentó una propuesta de ajuste para valores criterio de inmisión de contaminantes en exteriores, que fue aprobado en la COTAMA y se encuentra pendiente de aprobación por el Poder Ejecutivo. No se han acordado hasta la fecha límites de emisión permitidos para fuentes fijas o fuentes móviles a nivel nacional.

Este grupo de estandarización, coordinado por la DINAMA, se reúne periódicamente, estando integrado por todos los actores identificados que tienen interés y están involucrados en el tema. En particular, la Intendencia Municipal de Montevideo ha mantenido una participación constante y activa en el proceso.

En el presente informe se utiliza como referencia los valores aprobados por la COTAMA, ya que si bien no están establecidos como decreto, la autoridad nacional en la materia (DINAMA) los está utilizando como referencia y los exige en los nuevos emprendimientos a la espera que en el corto plazo se promulgue el decreto.

La propuesta está disponible en el sitio de la DINAMA [www.dinama.gub.uy](http://www.dinama.gub.uy) en la página correspondiente a la COTAMA, Gesta Aire. En la misma se sugieren los siguientes valores límites de inmisión para la calidad del aire en Uruguay:

1-Introducción

<b>Contaminante</b>	<b>Lapso de Muestreo</b>	<b>Concentración en ug/m<sup>3</sup></b>	<b>Frecuencia de excedencia</b>
<i>Monóxido de carbono</i>	1 hora	30000	No debe superarse en más tres oportunidades en un año
	A 8 horas móviles	10000	No debe superarse más de tres días al año
<i>Dióxido de azufre</i>	24 horas	125	<i>Percentil 95%</i>
		365	<i>No se debe superar más de una vez al año</i>
	Anual	60	
<i>Dióxido de nitrógeno</i>	1 hora	320	<i>No debe superarse más de cuatro horas corridas</i>
	Anual	75	
<i>Ozono</i>	8 horas móviles	120	<i>No debe superarse más de tres días en el año</i>
<i>Partículas totales en suspensión (PTS)</i>	24 horas	240	<i>No debe superarse más de una vez al año</i>
	Anual	75	
<i>Partículas menores a 10 micras - PM 10</i>	24 horas	150	<i>No debe superarse más de una vez al año</i>
	Anual	50	
<i>Plomo</i>	3 meses móviles	1.5	No debe superarse más de tres veces en el año
<i>Compuesto de azufre reducido total</i>	1 hora	15	<i>No debe superarse más de tres veces en el año</i>
	24 horas	10	<i>No debe superarse más de una vez al año</i>

Tabla 1.1 - Estándares de inmisión- Propuesta Grupo Gesta 2005

Fuente: COTAMA- Gesta Aire

Hasta el informe 2005 se utilizó como referencia para el departamento de Montevideo la resolución de la Intendencia Municipal de Montevideo, basada en estándares de la Organización Panamericana de la Salud. A partir del presente informe se han modificado los valores guías para ajustarlos a la propuesta de estándares anterior.



## Monitoreo de la calidad del aire

### Parámetros de calidad de aire

Los parámetros que se evalúan actualmente en Montevideo se describen en la siguiente tabla:

<b>Contaminante</b>	<b>Efectos Potenciales</b>	<b>Fuentes principales</b>
Partículas Totales en Suspensión (PTS) diámetro menor a 100 um	Asma, bronquitis, disminución de la visibilidad.	Industrias, automóviles, polen, suelo
Partículas inhalables menores a 10um de diámetro y Humo Negro	Enfermedades pulmonares daños a la vegetación, deterioro de la visibilidad	Industrias, automóviles, polvo de calle, polen, suelo
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	Agravamiento de dolencias cardiopulmonares. Lluvia Acida, corrosión	Quema de petróleo, refinería de petróleo, uso de diesel
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	Aumento de la sensibilidad al asma y bronquitis. Lluvia ácida.	Vehículos de combustión interna, procesos industriales, Usinas térmicas, incineradoras.
Monóxido de Carbono (CO)	Impide el transporte de oxígeno en sangre provocando daños en sistema nervioso, y cardiovascular.	Combustión incompleta de vehículos automotores
Índice de Corrosividad (IC)	Deterioro de materiales	Vehículos de combustión interna, procesos industriales, Usinas térmicas, incineradoras, spray marino.

Tabla 1. 2.- Efectos de los contaminantes monitoreados en Montevideo

#### 1. Monóxido de carbono (CO)

Se presenta naturalmente a partir de la oxidación de metano, comúnmente producida por la descomposición de materia orgánica. La fuente antropogénica principal es la quema incompleta de combustible fósil.

El Monóxido de Carbono es especialmente problemático en zonas urbanas con gran concentración de automóviles. Tiene efectos sobre la salud humana, siendo dependientes de la concentración y del tiempo de exposición al contaminante, afectando fundamentalmente el transporte de oxígeno en el torrente sanguíneo.

#### 2. Oxidos de Nitrógeno (NO, NO<sub>2</sub>,NO<sub>x</sub>)

Son originados naturalmente por descomposición bacteriana, incendios forestales y actividad volcánica. Las fuentes antropogénicas fundamentales son los escapes de los vehículos y la quema de combustibles fósiles.

Los óxidos de nitrógeno contribuyen a la formación de lluvia ácida.

### **3. Óxidos de azufre (SOx)**

Se generan de la quema de azufre. La fuente primaria de contaminación de óxidos de azufre es la quema de combustible fósil, en particular carbón.

Los óxidos de azufre son perjudiciales para el sistema respiratorio, y es un responsable directo de la lluvia ácida.

### **4. Material Particulado**

El material particulado del aire lo constituyen las partículas sólidas o líquidas del aire, incluyendo contaminantes primarios como el polvo y hollín, y contaminantes secundarios como partículas líquidas producidas por la condensación de vapores.

La fracción de partículas correspondiente a las partículas de diámetro menor a 100  $\mu\text{m}$  corresponde a las Partículas totales en suspensión (PTS).

La fracción de material particulado con diámetro de partículas menor a 10  $\mu\text{m}$  se denomina comúnmente PM10.

Además de las determinaciones de PTS y PM10, en el muestreo diseñado se utiliza un tren de monitoreo continuo para determinar las partículas emitidas fundamentalmente por el uso de combustible fósil. En base a dicha metodología se determina el Humo Negro (HN).

Las principales fuentes antropogénicas de pequeñas partículas incluyen la quema de combustibles sólidos como la madera y el carbón y la industria de la construcción. La principal fuente natural es la polinización de plantas y recirculación de suelo.

El material particulado puede tener efectos en la salud, afecta la visibilidad y aumenta la velocidad de deterioro de materiales.

### **5. Índice de corrosividad**

La aceleración de la corrosión en los metales ferrosos está asociada con la presencia de azufre, material particulado y aerosol marino. La formación de ácido sulfúrico destruye las capas protectoras de óxidos o las protecciones superficialmente existentes sobre el material ferroso, lo cual acelera la corrosión de los mismos.

## Capítulo 2

### Red de Monitoreo

La red cuenta con ocho estaciones de monitoreo. La ubicación de las mismas fue evaluada a partir del estudio de diagnóstico elaborado en el año 2004, ([www.montevideo.gub.uy/ambiente/documentos/](http://www.montevideo.gub.uy/ambiente/documentos/) Informe de calidad de aire 2004). El equipamiento utilizado pertenece a la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) y a la Intendencia Municipal de Montevideo (IMM). La operación de los mismos así como el análisis de los datos está a cargo del Laboratorio de Calidad Ambiental (LCA), Departamento de Desarrollo Ambiental (DDA), Intendencia Municipal de Montevideo.

### Equipos Utilizados

#### Muestreadores de Material Particulado

##### Alto Volumen

**Partículas Totales en Suspensión (PTS):** Los muestreadores de alto volumen aspiran aproximadamente 1700 m<sup>3</sup> de aire en 24 horas, siendo las partículas suspendidas en el aire de tamaño inferior a 100 micras, retenidas sobre un filtro, y posteriormente analizadas en el Laboratorio. Los equipos que se utilizan son: *Thermo Andersenn*, y *Staplex*.

El valor normalizado está definido para la concentración de PTS en el aire en 24 horas de exposición.

**Partículas Menores a 10 micras (PM10):** En el caso del PM10, las partículas de diámetro mayor quedan retenidas en el cabezal y solamente llegan al filtro aquellas partículas menores a 10 µm de diámetro. El equipo utilizado es un muestreador de alto volumen *Thermo Andersenn*.

##### Dicotómico

**Partículas Menores a 10 micras y a 2.5 micras.** El equipo Dicotómico retiene simultáneamente las partículas menores a 10 micras y a 2.5 micras de diámetro, en dos cabezales, realizándose el muestreo durante 48 horas. El equipo *Thermo Andersenn* muestrea alrededor de 16 L/min para 2.5 µm y 1.6 L/min para 10 micras. Por problemas operativos y locativos en el año 2006, el equipo funcionó pocos meses. De todas formas, se presentan los datos a efectos de comparación con el resto de la ciudad.

### **Tren de muestreo para Humo Negro y Dióxido de Azufre**

Se determina Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y material particulado (Humo Negro), a través de un tren de monitoreo continuo. El tren de muestreo corresponde al recomendado por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales (CEPIS) para la Red Panamericana de Muestreo Normalizado de la Contaminación del Aire (PANAIRE), en la que participó Montevideo entre los años 1978 y 1983. El aire es aspirado (aproximadamente 7,2 m<sup>3</sup> diarios) pasando por una solución de peróxido de hidrógeno y un filtro Whatman N°1.

Con el tren de monitoreo descrito se determina:

- Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) como acidez, según se indica en el Manual de Operaciones de la Red PANAIRE Protocolo 3- Página 113 “Anhídrido Sulfuroso”.
- Humo Negro, por reflectometría según se indica en el Manual de Operaciones de la Red PANAIRE ANEXO II Protocolo 2-Página 109 “Polvo en suspensión”.

### **Estaciones continuas de monitoreo ambiental**

#### ▪ **Estación con analizadores de gases por espectrofotometría (EMA)**

Se dispone de una estación marca *Technical Environmental Instrument* (TEI), con analizadores de ozono, monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), y óxidos de nitrógeno (NO, NO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>). En los mismos se utilizan técnicas espectrofotométricas (UV-Vis e IR). Los resultados obtenidos son promedios horarios de los parámetros monitoreados, los datos se analizan en forma semanal.

#### ▪ **Estación con sensores de gases de tipo potenciométrico**

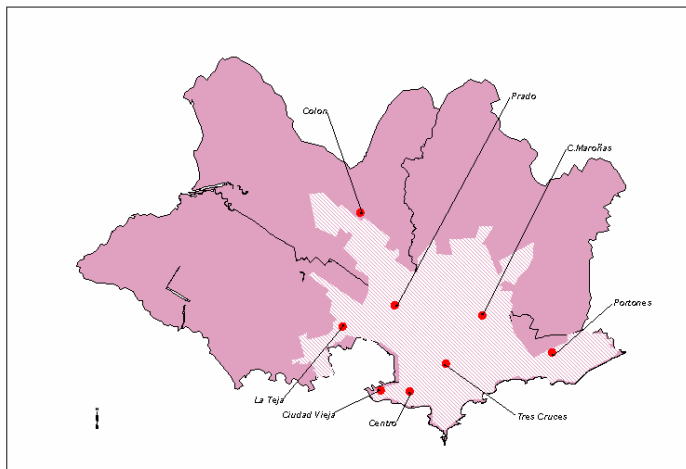
Se dispone de dos estaciones de monitoreo ambiental marca *ELE International*, que registran el promedio horario de las concentraciones de CO, NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>. La técnica de medida es electroquímica; los sensores cuentan con electrodos selectivos y de referencia y la señal de salida es amplificada y almacenada en el *data logger*, donde se promedian las señales emitidas en una hora. Los resultados se procesan en forma semanal.

**Ubicación de las estaciones**

La ubicación de las ocho estaciones de monitoreo se realizó luego de un análisis previo de lugares posibles y del resultado de la campaña de diagnóstico del año 2004. A partir del análisis de los datos de dicha campaña, las estaciones se distribuyeron de la siguiente manera:

Nº estación	Nombre	Referencia	Dirección
Estación 1	Ciudad Vieja	Museo Romántico (MEC) Club Social y Deportivo de la Asociación de Bancarios del Uruguay.	25 de Mayo y Zabala Camacuá y Reconquista
Estación 2	Centro	Palacio Municipal.	Av 18 de Julio y Ejido
Estación 3	La Teja	Biblioteca Municipal (CCZ14).	Av Dr Carlos M <sup>a</sup> Ramírez y Rivera Indarte
Estación 4	Tres Cruces	Universidad Católica del Uruguay (UCUDAL).	Av 8 Octubre y Av Gral Garibaldi
Estación 5	Prado	Museo Blanes.(IMM)	Av Millán y Dr Pierre Fossey
Estación 6	Curva de Maroñas	Centro Comunal Zonal 9.	Av. 8 de Octubre y Marcos Sastre
Estación 7	Portones de Carrasco	Centro comercial. Portones Shopping	Av Italia y Av Bolivia
Estación 8	Colón	Laboratorio de Ministerio de la Transporte y Obras Públicas.	Garzón y Camino Colman

Nota: La estación 1 está ubicada físicamente en dos lugares diferentes en Ciudad Vieja, por este motivo están descriptas por separado.



**Contaminantes determinados en cada estación**

En la siguiente tala se señalan los parámetros medidos en cada estación.

Nº Estación		Gases				Material Particulado		
		CO	SO2	NO2	O3	HN	PTS	PM10
1	Ciudad Vieja - Camacúa							
	Ciudad Vieja – 25 de Mayo							
2	Centro							
3	La Teja							
4	Tres Cruces							
5	Prado							
6	Curva de Maroñas							
7	Portones de Carrasco							
8	Colón							

**CO-** Monóxido de carbono

**NO2-** Dióxido de nitrógeno

**HN-** Humo Negro

**PM10-** Partículas con diámetro menor a 10 um

Nota: La estación 1 está ubicada físicamente en dos lugares diferentes en Ciudad Vieja, por este motivo redesciben por separado.

**SO2-** Dióxido de carbono

**O3** -Ozono

**PTS-** Partículas Totales en Suspensión

En los capítulos posteriores se expondrá la distribución de los equipos en las estaciones y los resultados obtenidos durante el año 2006.

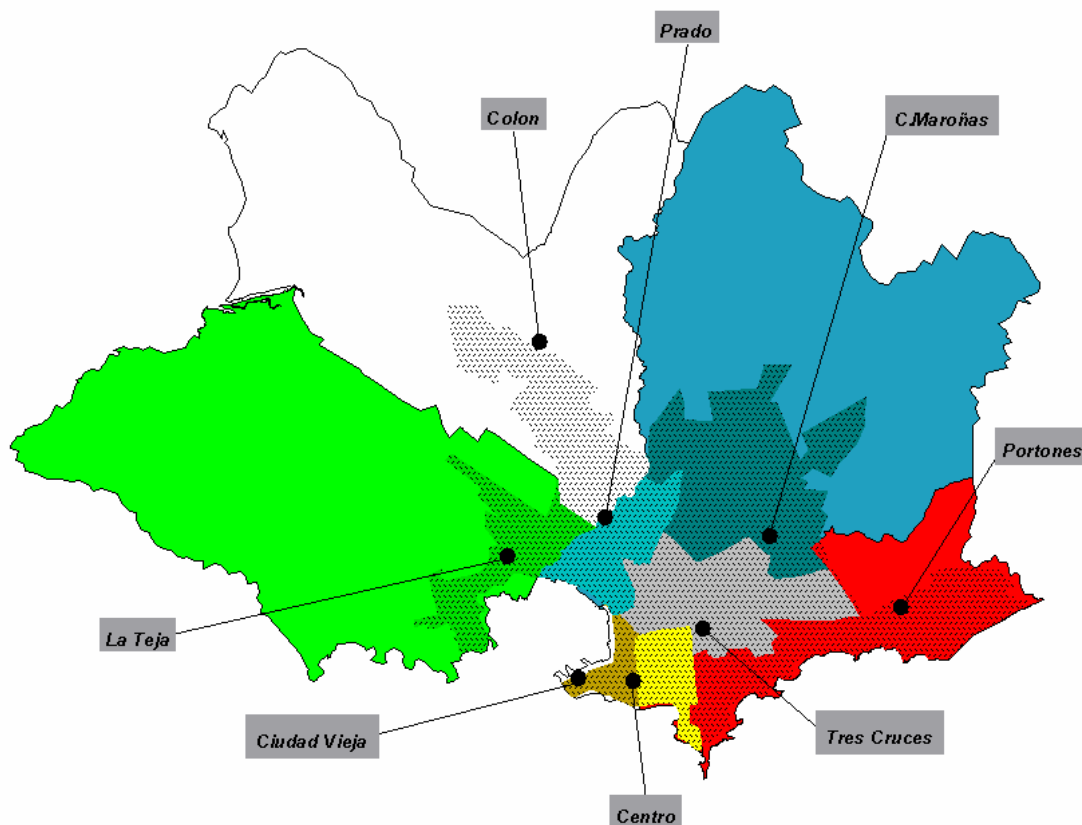
### Capítulo 3

## Resumen de los resultados obtenidos para el departamento de Montevideo en el año 2006

### Introducción

En el año 2006 la red de monitoreo funcionó con normalidad. Con relación al año 2005 se instaló una nueva estación en Colón (estación 8) y el equipo de PTS de Ciudad Vieja (estación 1) fue sustituido por un equipo dicotómico que permite medir simultáneamente PM10 y PM2.5.

La estación de gases automática (EMA) ubicada en el centro de la ciudad (Estación 2) funcionó en forma ininterrumpida en el año 2006.



Mapa 3.1 Estaciones de la red configuración 2006

## Caracterización de la calidad del aire de Montevideo- Año 2006

### Gases

Se determinan: Monóxido de Carbono, Dióxido de Azufre, Dióxido de Nitrógeno y Ozono.

Para cada parámetro se indican los valores guía utilizado y la técnica analítica empleada.

### Monóxido de Carbono

El monóxido de carbono se midió en dos estaciones Ciudad Vieja (Nº1) y Prado (Nº5), utilizándose en ambos casos sensores de tipo potenciométricos (EMS- ver capítulo 2). Asimismo en la estación Centro se utilizaron medidas espectrofotométricas (EMA ver capítulo N° 2).

Los valores guías tomados como referencia corresponden a 30 mg/m<sup>3</sup> para un promedio horario y 10 mg/m<sup>3</sup> para un promedio de 8 horas móviles. Son las concentraciones guía que corresponden a la propuesta nacional de estándares presentada para su aprobación al Poder Ejecutivo en los últimos meses del año 2005.

En la Tabla 3.1 se muestra el resumen de los resultados obtenidos en el año 2006.

<i>Monóxido de carbono</i>	<b>Estación 1 Ciudad Vieja</b>	<b>Estación 5 Prado</b>	<b>Estación 2 Centro</b>
Promedio Anual, 1 hora de monitoreo	4 mg/m <sup>3</sup>	0.1 mg/m <sup>3</sup>	1.4 mg/m <sup>3</sup>
Percentil 95, promedio 1 hora	13 mg/m <sup>3</sup>	0.5 mg/m <sup>3</sup>	1.6 mg/m <sup>3</sup>
Máximo observado en 2006 1 hora de monitoreo	54 mg/m <sup>3</sup>	5 mg/m <sup>3</sup>	22 mg/m <sup>3</sup>
Días donde se superó el máximo horario	7	0	0
Promedio Anual, 8 horas promedio móvil	4 mg/m <sup>3</sup>	0.1 mg/m <sup>3</sup>	1.4 mg/m <sup>3</sup>
Percentil 95, 8 horas promedio móvil	11 mg/m <sup>3</sup>	0.4 mg/m <sup>3</sup>	1.6 mg/m <sup>3</sup>
Máximo observado en 2006 -8 horas promedio móvil	34 mg/m <sup>3</sup>	3 mg/m <sup>3</sup>	9 mg/m <sup>3</sup>
Días donde se superó el promedio móvil	1	0	0
Días de monitoreo efectivo	179	282	198
Metodología analítica empleada	Sensor potenciométrico	Sensor potenciométrico	Espectrofotométrico

**Tabla 3.1 Monóxido de Carbono año 2006**

Las estaciones 1 - Ciudad Vieja y 5-Prado cuentan con sensores potenciométricos, y la estación 2 ubicada en el centro de la ciudad tiene una metodología analítica basada en la determinación de monóxido de carbono por espectrofotometría IR (ver sección 2 de este informe).

En el primer tramo de la tabla se expresan los promedios horario (el equipo registra valores cada cinco minutos y se almacena en la memoria el promedio durante una hora). No se manejan en nuestro país valores guías de promedios anuales para valores horarios. No obstante, el valor promedio de los datos obtenidos en el correr del año y el percentil 95% de los mismos permiten interpretar los resultados obtenidos en



función de la distribución de los mismos. Cabe aclarar que el percentil 95% corresponde al valor de concentración por debajo del cual se encuentran el 95% de los resultados analizados, en este caso el 95 % de los valores horarios registrados. En la tabla 3.1 es posible apreciar que en las tres estaciones el percentil 95% de los valores está considerablemente por debajo del valor guía de 30 mg/m<sup>3</sup>.

Observando concretamente los datos de Ciudad Vieja, resulta que el 95 % de los resultados horario es menor a 13 mg/m<sup>3</sup>, lo que está por debajo de los estándares de inmisión que se manejan. Sin embargo en siete días se superó el valor horario máximo permitido, lo que implica que en el 4% de los días donde se efectuó el monitoreo se superó el máximo horario. Estos días fueron observados en el primer semestre del año y corresponden a dos días en enero, dos días en febrero, un día en marzo, un día en abril y un día en mayo.

En cambio si se consideran los promedios móviles en 8 horas de monitoreo, solamente en un día en el mes de enero se superó el estándar correspondiente,

En contrapartida en la estación Centro, tanto la concentración promedio como el percentil 95% dan valores muy similares, lo que hace pensar que la concentración de monóxido de carbono es relativamente constante en la zona. No se registraron valores sobre el estándar ni en el promedio de 1 hora ni en el de 8 horas.

En la estación Prado en ninguna oportunidad se superó el máximo horario ni el promedio de 8 horas.

Los equipos de monitoreo automático no funcionaron continuamente los 360 días en las estaciones Ciudad Vieja y Prado. Esto se debe a que es necesario el recambio de baterías periódicamente y en algunas oportunidades no es posible acceder a la estación para cambiarlas por problemas climáticos. En el caso de la estación Centro la fuente del monitor de monóxido de carbono se quemó y no fue posible reponerla rápidamente.

### **Dióxido de Azufre**

El dióxido de azufre se midió en tres estaciones: Ciudad Vieja (Nº1), Centro (Nº2), y Portones de Carrasco (Nº7).

En la Ciudad Vieja se utilizaron dos metodologías diferentes. Un monitor automático con sensores potenciométricos similar al utilizado para Monóxido de Carbono (Estación de monitoreo *ELE Internacional*) y un tren de monitoreo para determinar Dióxido de Azufre como acidez.

En la estación Centro se utilizó un equipo automático con detección espectrofotométrica. Para ampliar la información al respecto consultar el capítulo **Red de Monitoreo**, bajo el título de Equipos utilizados.

En la estación Portones de Carrasco se utiliza un tren de monitoreo para la medida de Dióxido de Azufre como acidez. Como valores guías se tomaron 125 ug/m<sup>3</sup> para un promedio diario y 60 ug/m<sup>3</sup> para el promedio anual. Ambos valores corresponden a la propuesta de estándares presentada para su aprobación al Poder Ejecutivo.

En la Tabla 3.2, se muestra el resumen de los datos obtenidos en ambas estaciones donde es posible observar que el valor de referencia utilizado no fue superado en ninguna oportunidad, y que el promedio de los valores observados en el año es inferior al valor guía.

<i>Dióxido de azufre</i>	Estación 1	Estación 7	Estación 1	Estación 2
	Ciudad Vieja	Portones de Carrasco	Ciudad Vieja	Centro
Promedio Anual (ug/m3)	1 ug/m <sup>3</sup>	19 ug/m <sup>3</sup>	67 ug/m <sup>3</sup>	15 ug/m <sup>3</sup>
Máxima concentración promedio en 24 horas (ug/m3)	6 ug/m <sup>3</sup>	55 ug/m <sup>3</sup>	587 ug/m <sup>3</sup>	34 ug/m <sup>3</sup>
Percentil 95 de las concentraciones promedio de 24 horas (ug/m)	5 ug/m <sup>3</sup>	36 ug/m <sup>3</sup>	268 ug/m <sup>3</sup>	26 ug/m <sup>3</sup>
Número de días que se excede el valor guía utilizado (125 ug/m3)	0	0	32	0
No días muestreados	53	51	179	34
Metodología Utilizada	2*	2*	1*	1*

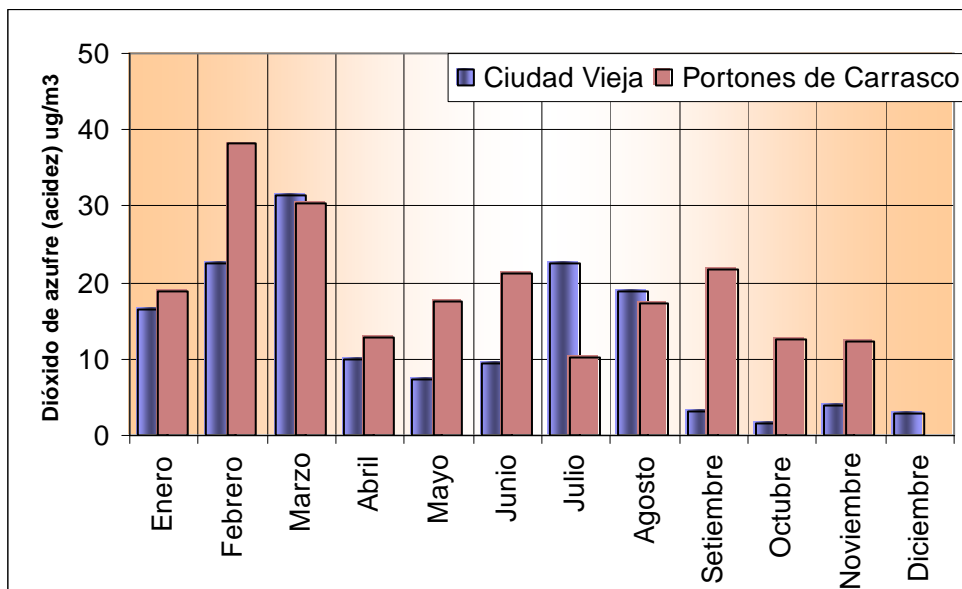
**Tabla 3.2 Dióxido de Azufre**

1 Método automático de detección con se obtienen promedios horarios.

2 Método Anhídrido Sulfuroso (3) pg 113 Red Panamericana de muestreo normalizado de la contaminación del aire— OPS OMS- Anexo I Manual de Operaciones Organización Panamericana de la Salud, 1970 se realiza un muestreo semanal

Las dos metodologías utilizadas no son comparables, siendo diferente el principio físico de los mismos. En el caso del método1\* se toman promedios horarios y en el método 2\* se evalúa el valor en las 24 horas de monitoreo.

En el gráfico 3.1 se presentan los promedios mensuales de los datos obtenidos en las estaciones que utilizan tren de monitoreo (Ciudad Vieja y Portones)



**Gráfico 3.1 Dióxido de Azufre – Promedio mensual en las dos estaciones de tren monitoreo.**

## Dióxido de Nitrógeno

Este parámetro, al igual que el Monóxido de Carbono, se determinó en las estaciones Ciudad Vieja (N°1) y Prado (N°5), en ambos casos se utilizaron sensores de tipo potenciométricos. En la estación Centro (N° 2) se determinan monóxido de nitrógeno, dióxido y óxidos genéricos de nitrógeno.

Los valores de referencia considerados coinciden con los estándares presentados por el grupo de estandarización Gesta-Aire que para dióxido de nitrógeno corresponde a 320 ug/m<sup>3</sup> para un promedio horario y 75 ug/m<sup>3</sup> para promedio anual. No se proponen estándares para 24 horas de monitoreo.

En la tabla 3.3 se muestra el resumen de los resultados de los años 2006.

<i>Dióxido de Nitrógeno</i>	<b>Estación 1</b> <i>Ciudad Vieja</i>	<b>Estación 5</b> <i>Prado</i>	<b>Estación 2</b> <i>Centro</i>
Promedio Anual, 1 hora de monitoreo	112 ug/m <sup>3</sup>	69 ug/m <sup>3</sup>	2.0 ug/m <sup>3</sup>
Percentil 95, promedio 1 hora	320 ug/m <sup>3</sup>	517 ug/m <sup>3</sup>	10.0 ug/m <sup>3</sup>
Máximo observado en 2006 1 hora de monitoreo	1600 ug/m <sup>3</sup>	1477 ug/m <sup>3</sup>	12 ug/m <sup>3</sup>
Días donde se superó el máximo horario	30	85	0
Días de monitoreo efectivo	179	282	360
Metodología analítica empleada	Sensor potenciométrico	Sensor potenciométrico	Espectrofotometría

**Tabla 3.3 Dióxido de Nitrógeno**

1 Método automático de detección con se obtienen promedios horarios.

Estación 1 y 5 –sensores potenciométricos, estación 2 detector espectrofotométrico.

En la estación No 1 Ciudad Vieja, el percentil 95% es del orden del valor de referencia horario. Eso nos dice que el 5% de los valores horario determinados es superior al valor de referencia horario.

La ocurrencia de días con valores horario superior al estándar es menor al 17 % de los días de monitoreo efectivo.

En la estación No 5 Prado, el percentil 95 es superior al valor guía, sin embargo, sin embargo el 92% de los datos recabados por hora es menor al estándar de referencia utilizado (320 ug/m<sup>3</sup>). Los días donde se midieron valores que superan el valor guía, corresponden al 28 % de los días efectivamente monitoreados.

Como ya se explicó al presentar los resultados de Monóxido de Carbono, los equipos no funcionaron continuamente, estando los monitoreos distribuidos a lo largo de todo el año. El porcentaje del año cubierto por los muestreos se toma teniendo en cuenta los días transcurridos entre el primer muestreo del año y el último, calculándose el porcentaje del año correspondiente.

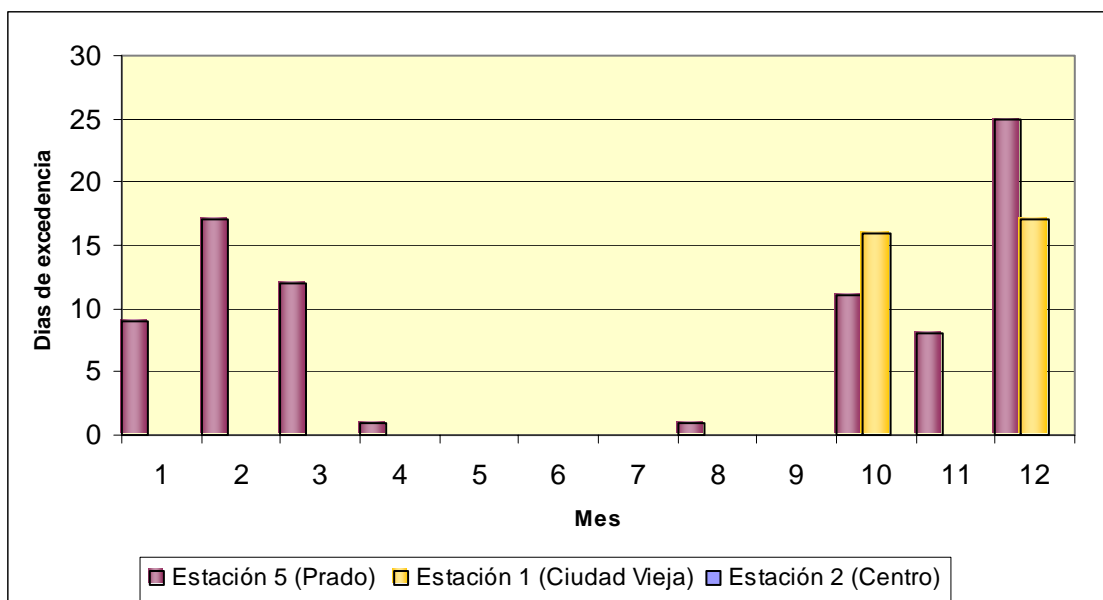


Grafico 3.2 Días en que se excede el valor estándar para monóxido de nitrógeno.

### Material Particulado

La red de vigilancia de la calidad del aire en Montevideo, se basa fundamentalmente en la determinación de material particulado. Se determinan Partículas Totales en Suspensión (PTS), Material Particulado con partículas de diámetro menor a 10  $\mu\text{m}$  (PM10) y Humo Negro (Black Carbon).

Para cada parámetro se utilizaron los niveles de referencia detallados en el capítulo 1 de este informe. La técnica utilizada se describe en el capítulo dos junto con los equipos que se utilizaron en cada caso.

### Partículas totales en suspensión (PTS)

En el año 2006 se midieron las partículas totales en suspensión en las estaciones N°3 - La Teja, N°4 Tres Cruces y N°6 Curva de Maroñas. La estación No 8 Colón comenzó a funcionar en agosto del 2006.

En todos los casos se utilizaron monitores de alto volumen (Hi-Vol), siguiendo el método EPA 600/9-76-005, y monitoreos de 24 horas de exposición cada seis días. Los valores guías tomados fueron  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para 24 horas de exposición y  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para el promedio anual, que corresponden a la propuesta del grupo de estandarización GESTA-Aire a la COTAMA.

### 3- Calidad del aire de Montevideo 2006

Promedios por mes por estación								
Mes	Centro	La Teja	Tres Cruces	Curva Maroñas	Colón	Promedio por mes	Máximo Observado	Percentil 95 por mes
Enero	76 ug/m3	59 ug/m3		36 ug/m3		52 ug/m3	152 ug/m3	112 ug/m3
Febrero	44 ug/m3	52 ug/m3		52		50 ug/m3	87 ug/m3	83 ug/m3
Marzo	71 ug/m3	35 ug/m3		50		54 ug/m3	92 ug/m3	82 ug/m3
Abril		56 ug/m3	89	39		53 ug/m3	89 ug/m3	81 ug/m3
Mayo		57 ug/m3	36	45		47 ug/m3	102 ug/m3	81 ug/m3
Junio		52 ug/m3	43 ug/m3	43 ug/m3		53 ug/m3	96 ug/m3	93 ug/m3
Julio			52	52		67 ug/m3	111 ug/m3	107 ug/m3
Agosto								
Setiembre	129 ug/m3		47 ug/m3	85	144	84 ug/m3	144 ug/m3	138 ug/m3
Octubre		107 ug/m3	52 ug/m3		62.5	86 ug/m3	175 ug/m3	175 ug/m3
Noviembre		35 ug/m3	38 ug/m3	52 ug/m3	48.2	42 ug/m3	123 ug/m3	75 ug/m3
Diciembre		74 ug/m3	28 ug/m3	49 ug/m3	83	59 ug/m3	102 ug/m3	92 ug/m3
Año 2006								
Resumen por estación	Centro	La Teja	Tres cruces	Curva Maroñas	Colon			
Promedio anual por estación	71 ug/m3	61 ug/m3	45 ug/m3	53 ug/m3	69 ug/m3			
Máximo observado por estación	152 ug/m3	175 ug/m3	111 ug/m3	128 ug/m3	144 ug/m3			
Percentil 95 de las concentraciones por estación	139 ug/m3	171 ug/m3	88 ug/m3	91 ug/m3	138 ug/m3			
Nº veces que se exede el valor guía	0	0	0	0	0			
Muestréos	12	35	24	32	7			

**Tabla 3.4- Partículas totales en suspensión mensuales en todas las estaciones.**

a- Medidores de Alto Volumen para 24 horas de exposición cada seis días. Método manual de monitoreo. EPA 600/9-76-005 Subcomitee 10 AWMA-ACS-AICHe-APWA-ASME-AOAC-HPS-ISA

**NOTA** Los valores están expresados en ug/m3

En la tabla 3.4 se expresan los valores promedio por mes por estación y los valores promedios totales por mes para el departamento de Montevideo. Lo primero que se observa es que en ningún mes se superó el valor de referencia (240 ug/m<sup>3</sup>) para 24 horas de monitoreo. No es posible establecer a priori cuál es la estación más afectada por el material particulado total, ya que las cinco se encuentran dentro de un mismo orden de concentraciones de material particulado PTS.

En la gráfica 3.3 se muestran los promedios mensuales para las estaciones de Montevideo.



**Gráfico 3.3- Promedio Mensual para Montevideo de las estaciones de PTS (ug/m3)**

En la gráfica se muestra el valor promedio de material particulado total para todas las estaciones por mes; el número indicado sobre la barra corresponde al número de días que se muestreó efectivamente en el mes. En los meses de setiembre y octubre, el promedio superó el estándar promedio anual que corresponde a 75 ug/m<sup>3</sup>. Sin embargo, el promedio anual para todo el departamento en todas las estaciones corresponde a 45 ug/m<sup>3</sup> (ver capítulo 5) lo que es inferior al valor guía promedio anual propuesto en el grupo GESTA.

Los casos particulares de cada estación se trataran en el capítulo 4 de este informe.

En el capítulo 5, relativo a la evolución de datos históricos, se discute el promedio correspondiente a todo el año y su comparación con los dos años anteriores.

**Humo Negro**

Se determina Humo Negro en dos estaciones: Estaciones No 1 Ciudad Vieja y No 7 Portones de Carrasco. En todos los casos se utilizó un tren de monitoreo como fue descrito en el Capítulo 2 "Red de Monitoreo" en lo que refiere a equipos utilizados bajo el título: Tren de muestreo para Humo Negro y Dióxido de Azufre. Los valores guías tomados fueron 150 ug/m<sup>3</sup> para 24 horas de exposición y 60 ug/m<sup>3</sup>

	<b>Estación 1 Ciudad Vieja</b>	<b>Estación 7 Portones de Carrasco</b>
Promedio Anual (ug/m <sup>3</sup> )	<b>11</b>	<b>22</b>
Máxima concentración promedio en 24 horas. (ug/m <sup>3</sup> )	51	107
Número de días muestreados en el año.	65	61
Metodología Utilizada	b	b

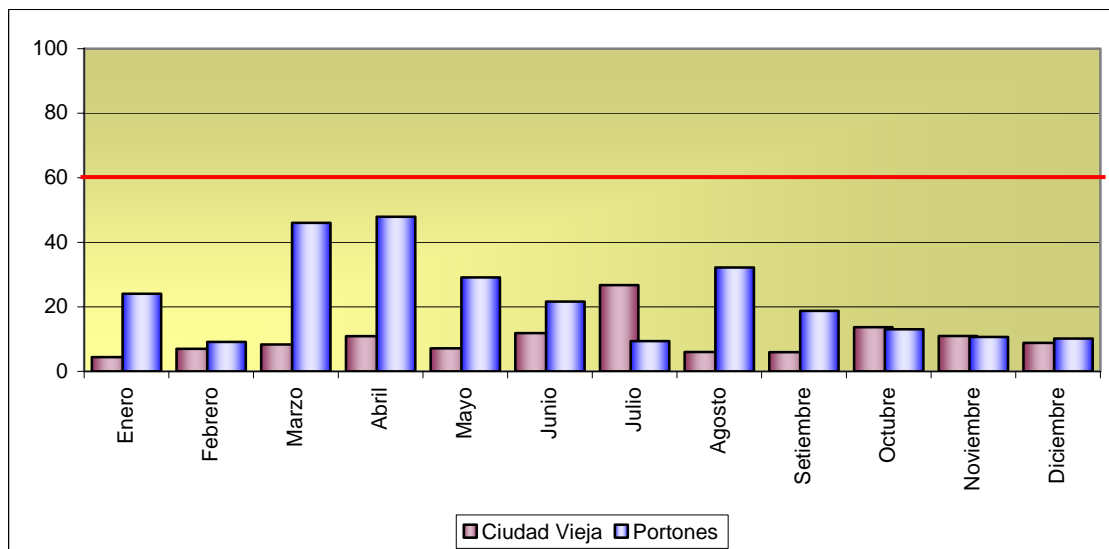
para el promedio anual.

**Tabla 3.5 Humo Negro.**

b Método de Polvo en suspensión Red Panamericana de muestreo normalizado de la contaminación del aire—OPS OMS- Anexo1 Manual de Operaciones, Organización Panamericana de la Salud, 1971 pg109

Los datos presentados en la Tabla 3.5, muestran que el promedio anual de la concentración de Humo Negro en ambas estaciones es sensiblemente inferior al nivel considerado como aceptable (150 ug/m<sup>3</sup>). Las máximas concentraciones observadas son menores al valor de referencia para calidad de aire aceptable.

En la gráfica 3.4 se muestra la evolución de los valores promedios obtenidos a lo largo de los meses del año, no superándose el valor anual de 60 ug/m<sup>3</sup>. En cada una de las estaciones involucradas se evalúan los mismos puntualmente.



**Gráfico 3.4 Promedio de Humo Negro por mes en ambas estaciones de monitoreo**

b Método de Polvo en suspensión Red Panamericana de muestreo normalizado de la contaminación del aire—OPS OMS- Anexo I Manual de Operaciones, Organización Panamericana de la Salud, 1971 pg109.

### Partículas Menores a 10 ug/m3 (PM10)

En el año 2006 PM10 en la exclusivamente en la estación 2 Centro, los resultados se discuten en el capítulo 4.2 correspondiente a dicha estación.

El promedio anual observado en la estación, es de 31 ug/m3, que lo ubica por debajo del valor norma anual de PM10 50 ug/m3 y se registraron 26 muestras en el año.

## Capitulo 4

### Estaciones que conforman la red





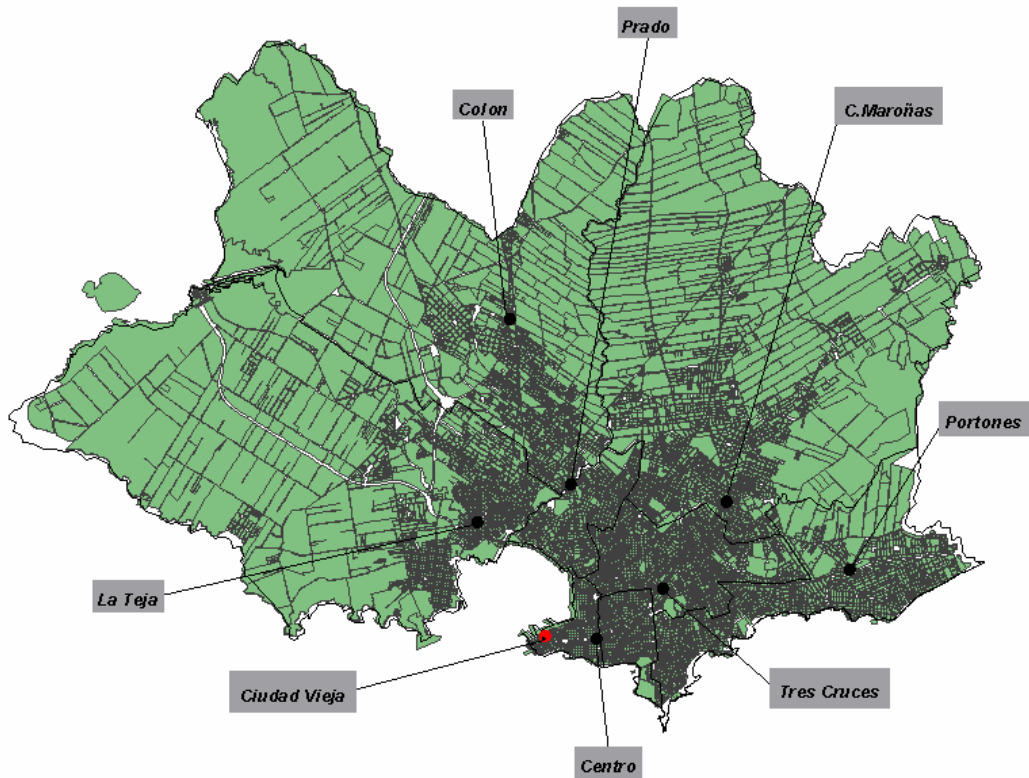
**Capítulo 4- Resumen por estación****Estación 1- Ciudad Vieja**

Parámetros analizados:

Parámetro	Unidades	Técnica o método de Muestreo	Periodo de tiempo evaluado
Monóxido de Carbono	mg/m <sup>3</sup>	Potenciométrico	8 horas móvil
Dióxido de Azufre	ug/m <sup>3</sup>	Potenciométrico	24 horas móvil
Dióxido de Nitrógeno	ug/m <sup>3</sup>	Potenciométrico	1 horas
Dióxido de Azufre	ug/m <sup>3</sup> como Acidez	Valoración de acidez	24 horas
Humo Negro	ug/m <sup>3</sup>	Reflectometría	24 horas



## 4\_1 Estación Ciudad Vieja



Mapa 1 Estaciones de la Red de Monitoreo

En Ciudad Vieja se encuentran ubicada dos estaciones, que nos permiten evaluar la concentración de diferentes parámetros. Una está ubicada en el Museo Romántico Casa de Montero, que funciona bajo la órbita del Ministerio de Educación y Cultura, y la otra en la Sede de la Asociación de Empleados Bancarios del Uruguay.

## Gases

La estación Ciudad Vieja cuenta con un equipo de monitoreo automático que permite registrar los valores horarios de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y monóxido de carbono. Esta estación funcionó parcialmente en el año 2006 por diferentes motivos, no registrándose datos en los meses de Noviembre.

En el Gráfico 4.1 se muestra el porcentaje de días que se monitoreó efectivamente durante el año 2006.

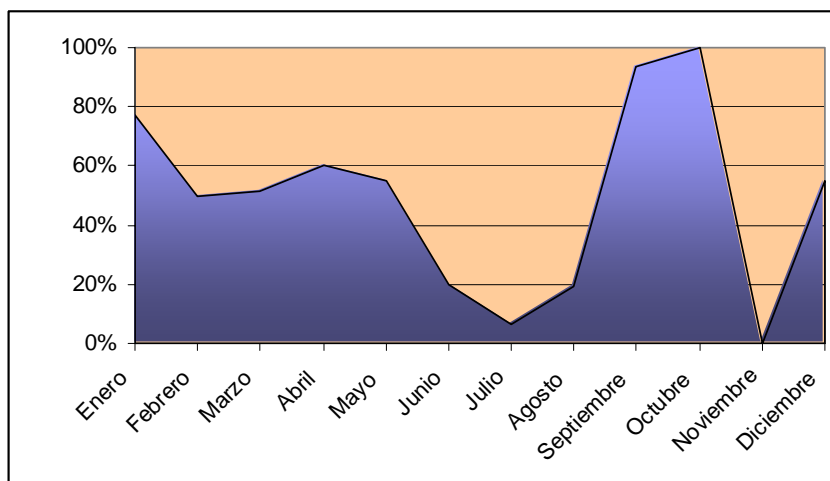


Gráfico 4.1.1 Porcentaje del mes de funcionamiento de estación automática.

En la configuración de la red, se establecieron frecuencias semanales de informes por lo que se han agrupado los datos en esta unidad temporal.

## Monóxido de Carbono

En la Tabla 4.1 se presentan los resultados semanales del año 2006. En ella se indican el valor máximo observado y el promedio semanal, para registros horarios y para 8 horas de monitoreo.

En las dos columnas de la derecha se informa para cada semana el número de días efectivamente muestreados y el porcentaje de días corresponde. Dado que no existen valores de referencia para promedios semanales, se tomará como guía el valor máximo observado en la semana para ambas evaluaciones (1 hora y 8 horas móviles). La concentración máxima recomendada para promedios de una hora en CO es de 30 mg/m<sup>3</sup> y para 8 horas móviles es de 10 mg/m<sup>3</sup>.

En los casos en que no se dispone de datos se indica con las letras ND (No determinado) para los promedios y 0 para los valores máximos.

4\_1 Estación Ciudad Vieja

Tabla 4.1.1 Monóxido de Carbono- Promedios y Máximos de 8 horas, 1 horas

Semana			Monóxido de carbono, Promedio para 1 hora de monitoreo (mg/m3)		Monóxido de carbono, Promedio para 8 hora de monitoreo (mg/m3)		Dias a la semana que se monitoreó	Porcentaje de la semana
	Sábado	Viernes	Promedio	Maximo	Promedio	Maximo		
1	1/1/06	a 7/1/06	12.5	54.2	1.5	1.8	7	100%
2	8/1/06	a 14/1/06	4.3	6.7	7.2	15.0	4	57%
3	15/1/06	a 21/1/06	14.8	38.0	8.5	33.7	7	100%
4	22/1/06	a 28/1/06	3.2	5.4	12.8	15.0	3	43%
5	29/1/06	a 4/2/06	3.9	5.2	2.8	10.9	7	100%
6	5/2/06	a 11/2/06	5.3	7.2	1.5	2.8	7	100%
7	12/2/06	a 18/2/06	27.8	48.8	2.3	3.0	3	43%
8	19/2/06	a 25/2/06	ND	0.0	ND	0.0	0	0%
9	26/2/06	a 4/3/06	11.3	15.8	3.5	4.1	3	43%
10	5/3/06	a 11/3/06	25.0	42.3	6.5	11.0	2	29%
11	12/3/06	a 18/3/06	ND	0.0	ND	0.0	0	0%
12	19/3/06	a 25/3/06	4.0	6.6	9.2	13.0	5	71%
13	26/3/06	a 1/4/06	6.9	9.9	2.5	3.2	7	100%
14	2/4/06	a 8/4/06	14.6	46.3	3.4	4.2	5	71%
15	9/4/06	a 15/4/06	ND	0.0	ND	0.0	0	0%
16	16/4/06	a 22/4/06	5.1	7.7	3.5	6.6	4	57%
17	23/4/06	a 29/4/06	7.6	9.7	3.5	8.4	7	100%
18	30/4/06	a 6/5/06	12.7	24.5	4.1	6.9	5	71%
19	7/5/06	a 13/5/06	0.1	0.1	8.3	8.3	1	14%
20	14/5/06	a 20/5/06	8.5	9.9	8.1	13.0	5	71%
21	21/5/06	a 27/5/06	11.5	34.7	2.7	3.5	7	100%
22	28/5/06	a 3/6/06	8.2	9.8	5.3	6.5	3	43%
23	4/6/06	a 10/6/06	11.3	18.7	8.3	10.8	3	43%
24	11/6/06	a 17/6/06	ND	0.0	ND	0.0	0	0%
25	18/6/06	a 24/6/06	ND	0.0	ND	0.0	0	0%
26	25/6/06	a 1/7/06	ND	0.0	ND	0.0	0	0%
27	2/7/06	a 8/7/06	2.6	5.0	3.8	5.0	2	29%
28	9/7/06	a 15/7/06	ND	0.0	ND	0.0	0	0%
29	16/7/06	a 22/7/06	ND	0.0	ND	0.0	0	0%
30	23/7/06	a 29/7/06	ND	0.0	ND	0.0	0	0%
31	30/7/06	a 5/8/06	ND	0.0	ND	0.0	0	0%
32	6/8/06	a 12/8/06	ND	0.0	ND	0.0	0	0%
33	13/8/06	a 19/8/06	ND	0.0	ND	0.0	0	0%
34	20/8/06	a 26/8/06	8.0	9.1	3.4	4.3	3	43%
35	27/8/06	a 2/9/06	6.6	8.0	3.7	4.9	5	71%
36	3/9/06	a 9/9/06	7.0	9.0	4.1	7.4	7	100%
37	10/9/06	a 16/9/06	7.1	9.5	3.0	5.5	5	71%
38	17/9/06	a 23/9/06	8.1	9.6	3.1	4.2	7	100%
39	24/9/06	a 30/9/06	7.4	9.9	2.5	2.9	7	100%
40	1/10/06	a 7/10/06	7.2	9.6	2.9	4.0	7	100%
41	8/10/06	a 14/10/06	6.5	8.6	3.0	3.8	7	100%
42	15/10/06	a 21/10/06	8.1	9.9	3.2	4.3	7	100%
43	22/10/06	a 28/10/06	7.4	9.6	3.5	4.7	7	100%
44	29/10/06	a 4/11/06	6.4	7.1	3.8	4.6	3	43%
45	5/11/06	a 11/11/06	ND	0.0	ND	0.0	0	0%
46	12/11/06	a 18/11/06	ND	0.0	ND	0.0	0	0%
47	19/11/06	a 25/11/06	ND	0.0	ND	0.0	0	0%
48	26/11/06	a 2/12/06	ND	0.0	ND	0.0	0	0%
49	3/12/06	a 9/12/06	ND	0.0	ND	0.0	0	0%
50	10/12/06	a 16/12/06	3.8	5.3	1.2	1.3	2	29%
51	17/12/06	a 23/12/06	2.8	4.2	1.2	2.0	7	100%
52	24/12/06	a 30/12/06	3.2	4.1	1.2	1.7	7	100%
53	31/12/06	a 6/1/07	1.5	1.9	1.1	1.4	4	57%

#### 4\_1 Estación Ciudad Vieja

En la tabla anterior se puede ver que en seis semanas se supera el nivel de referencia para 1 hora de monitoreo (30mg/m<sup>3</sup>), sucediendo todos los eventos en el primer semestre en las semanas 1, 3, 7, 10, 14 y 21. Considerando el promedio móvil de 8 horas, el valor de referencia de 10 mg/m<sup>3</sup> se supera en 8 semanas, también en el primer semestre.

En las gráficas 4.1.2 y 4.1.3 se puede observar los máximos horarios y promedios de 8 horas de monitoreo por día en año 2006; se indica en rojo el nivel de referencia respectivo.

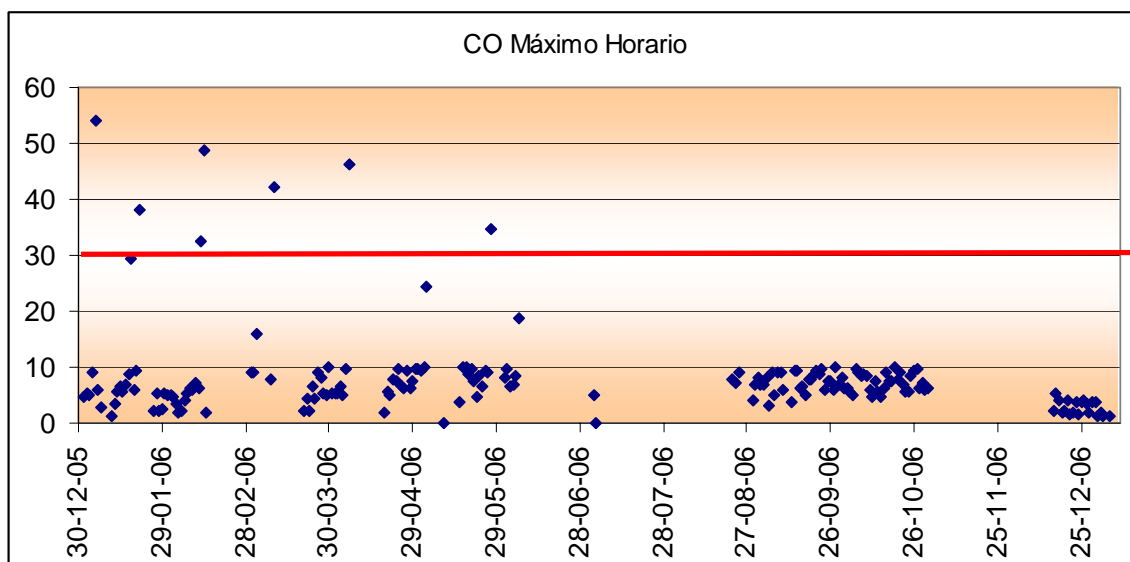


Gráfico 4.1.2 Máximos valores diarios de CO registradas en el año 2006

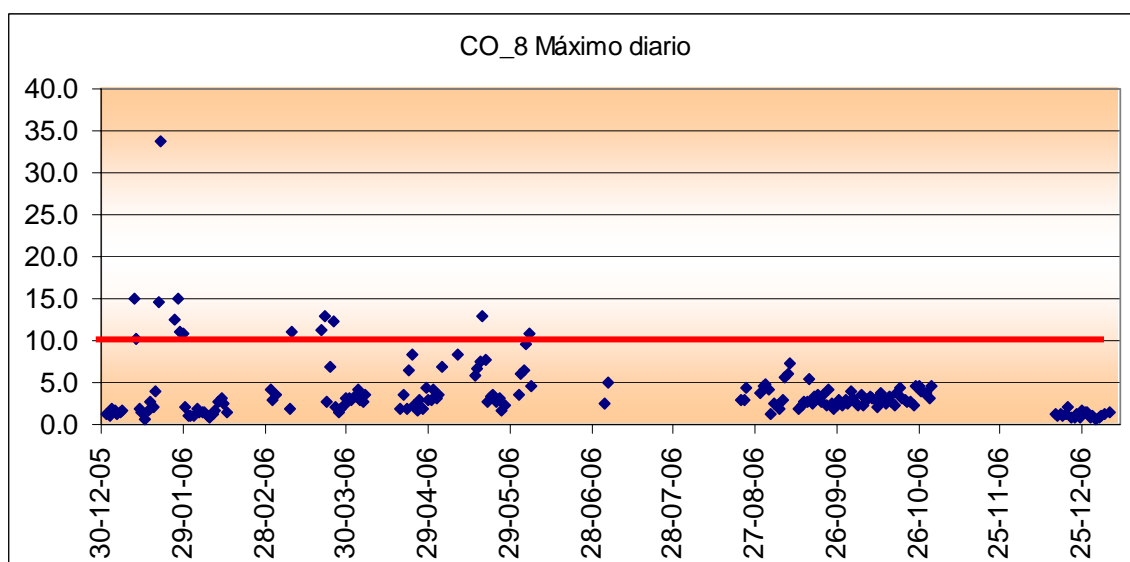


Gráfico 4.1.3 Máximos valores diarios de CO (promedios móviles de 8 horas) registradas en el año 2006

Tal como lo dijimos en el párrafo anterior todos los eventos de concentración superior al valor guía ocurrieron en el primer semestre.

**Tabla 4.1.2 Días de excedencia de Monóxido de carbono**

Días	Monóxido de carbono horario
05-Ene-06	54
18-Ene-06	29
21-Ene-06	38
12-Feb-06	33
13-Feb-06	49
10-Mar-06	42
06-Abr-06	46
27-May-06	35

Días	Monóxido de carbono promedio 8 horas
11-Ene-06	15.0
12-Ene-06	10.2
20-Ene-06	14.6
21-Ene-06	33.7
26-Ene-06	12.4
27-Ene-06	15.0
28-Ene-06	11.0
29-Ene-06	10.9
10-Mar-06	11.0
21-Mar-06	11.3
22-Mar-06	13.0
25-Mar-06	12.3
19-May-06	13.0
05-Jun-06	10.8

Valores que superan el valor guía (1 hora y 8 horas móviles).

Corresponde al máximo obtenido en el día.

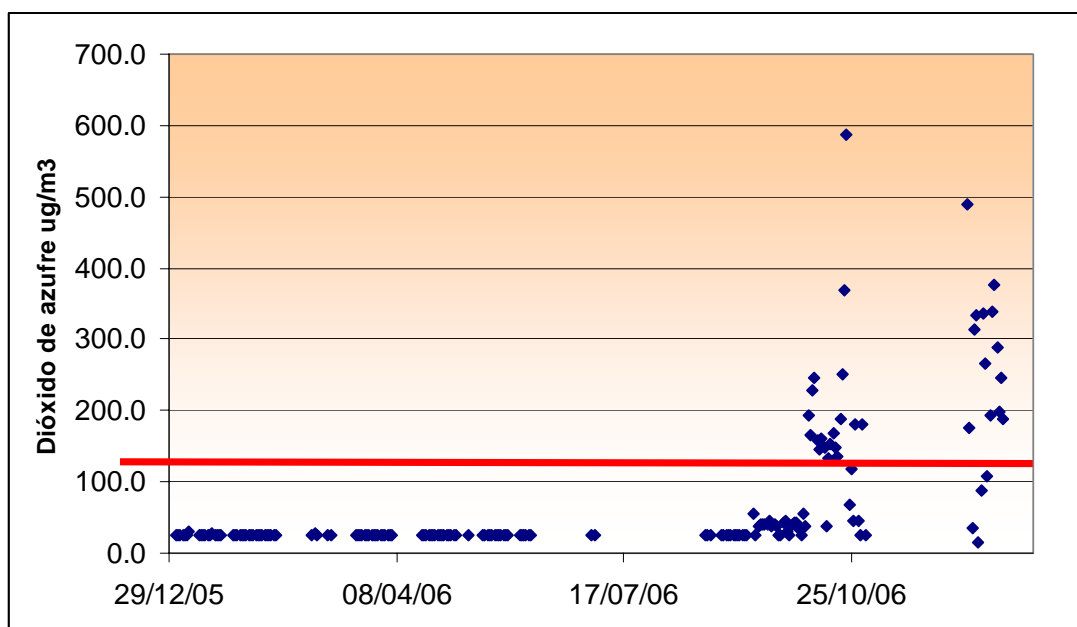
El número de excedencias fue menor que en año 2005. Los valores máximos registrados en el año 2006, fueron menores que los máximos registrados en el 2005 si bien el promedio anual no fue significativamente menor.

### Dióxido de Azufre

En la Tabla 4.1.3 se muestran los resultados semanales del año 2006. Los datos están presentados para los valores máximos semanales para 24 horas de monitoreo y los promedios semanales de dióxido de azufre.

En las columnas 3 y 4 se informa el número de días de la semana que se monitoreó y el porcentaje de la semana que corresponde.

Según el marco normativo en uso el valor de concentración para promedios de 24 horas de monitoreo en  $\text{SO}_2$ , para el percentil 95 de las muestras registradas, debe ser inferior a  $125 \text{ ug/m}^3$ . No existen valores de referencia para promedios semanales, ni para máximos horarios, por lo que se tomará en cuenta el valor máximo observado como una guía para la evaluación. Para el promedio anual el límite que se ha establecido, no debe superar  $60 \text{ ug/m}^3$ .



**Gráfica 4.1.4 promedio 24 horas de dióxido de azufre en Ciudad Vieja.**

Es posible observar que los valores registrados a partir de octubre del 2006 presentan un incremento importante. En la mayoría de los días se sobrepasa el valor guía de  $125 \text{ ug/m}^3$  y en más de una oportunidad el valor máximo único en el año de  $365 \text{ ug/m}^3$  permitido. Asimismo se observa que el promedio correspondiente a la semana es elevado en las mismas semanas.

Este fenómeno se observó en todas las estaciones de la red, si bien en alguna de ellas no se superó el valor de referencia. A partir de la experiencia previa con la estación de tipo potenciométrica es posible inferir que el valor registrado está sobreestimado debido a un fenómeno propio de la metodología de medida, sobre un valor límite, registra mayor concentración de la debida. Sin embargo es evidente que existió un incremento de la concentración de dióxido de azufre en ciudad vieja en los meses de octubre a enero aunque no sea posible informar el valor. A comienzo del año 2007 se realizará una campaña de monitoreo con una técnica alternativa para confirmar la presencia de contaminante en la zona.

4\_1 Estación Ciudad Vieja

Semana	Sábado	Viernes	Días a la semana que se monitoreó	Porcentaje de la semana	Dióxido de Azufre	
					Máximo promedio de 24 horas	Máximo una hora
1	1/1/06	a 7/1/06	7	100%	30	45
2	8/1/06	a 14/1/06	4	57%	25	25
3	15/1/06	a 21/1/06	7	100%	27	69
4	22/1/06	a 28/1/06	3	43%	25	25
5	29/1/06	a 4/2/06	7	100%	25	25
6	5/2/06	a 11/2/06	7	100%	25	25
7	12/2/06	a 18/2/06	3	43%	25	25
8	19/2/06	a 25/2/06	0	0%	0	0
9	26/2/06	a 4/3/06	3	43%	27	59
10	5/3/06	a 11/3/06	2	29%	25	25
11	12/3/06	a 18/3/06	0	0%	0	0
12	19/3/06	a 25/3/06	5	71%	25	25
13	26/3/06	a 1/4/06	7	100%	25	25
14	2/4/06	a 8/4/06	5	71%	25	25
15	9/4/06	a 15/4/06	0	0%	0	0
16	16/4/06	a 22/4/06	4	57%	25	25
17	23/4/06	a 29/4/06	7	100%	25	25
18	30/4/06	a 6/5/06	5	71%	25	25
19	7/5/06	a 13/5/06	1	14%	25	25
20	14/5/06	a 20/5/06	5	71%	25	25
21	21/5/06	a 27/5/06	7	100%	25	25
22	28/5/06	a 3/6/06	3	43%	25	25
23	4/6/06	a 10/6/06	3	43%	25	25
24	11/6/06	a 17/6/06	0	0%	0	0
25	18/6/06	a 24/6/06	0	0%	0	0
26	25/6/06	a 1/7/06	0	0%	0	0
27	2/7/06	a 8/7/06	2	29%	25	25
28	9/7/06	a 15/7/06	0	0%	0	0
29	16/7/06	a 22/7/06	0	0%	0	0
30	23/7/06	a 29/7/06	0	0%	0	0
31	30/7/06	a 5/8/06	0	0%	0	0
32	6/8/06	a 12/8/06	0	0%	0	0
33	13/8/06	a 19/8/06	0	0%	0	0
34	20/8/06	a 26/8/06	3	43%	25	25
35	27/8/06	a 2/9/06	5	71%	25	25
36	3/9/06	a 9/9/06	7	100%	25	25
37	10/9/06	a 16/9/06	5	71%	56	25
38	17/9/06	a 23/9/06	7	100%	44	41
39	24/9/06	a 30/9/06	7	100%	44	41
40	1/10/06	a 7/10/06	7	100%	193	954
41	8/10/06	a 14/10/06	7	100%	247	936
42	15/10/06	a 21/10/06	7	100%	251	853
43	22/10/06	a 28/10/06	7	100%	587	914
44	29/10/06	a 4/11/06	3	43%	181	859
45	5/11/06	a 11/11/06	0	0%	0	0
46	12/11/06	a 18/11/06	0	0%	0	0
47	19/11/06	a 25/11/06	0	0%	0	0
48	26/11/06	a 2/12/06	0	0%	0	0
49	3/12/06	a 9/12/06	0	0%	0	0
50	10/12/06	a 16/12/06	2	29%	ND	ND
51	17/12/06	a 23/12/06	7	100%	ND	ND
52	24/12/06	a 30/12/06	7	100%	ND	ND
53	31/12/06	a 6/1/07	4	57%	ND	ND

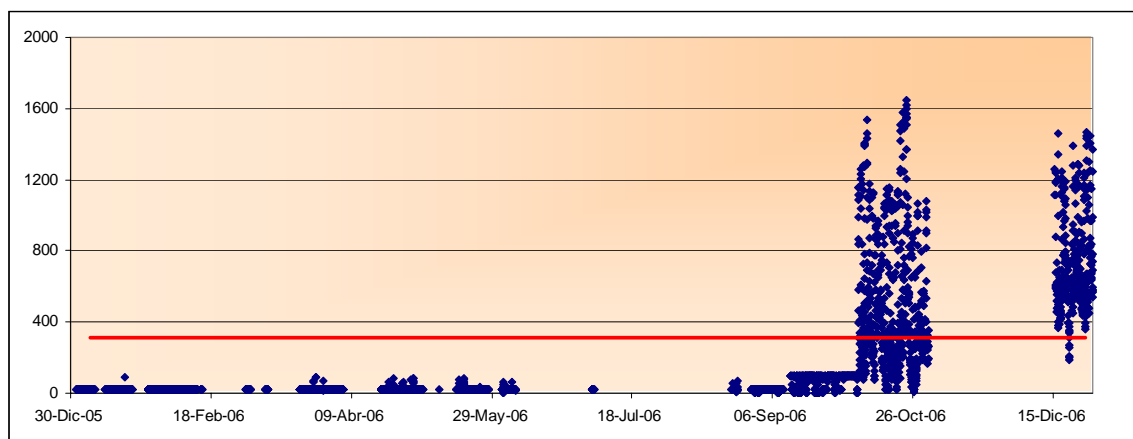
Tabla 4.1.3 valores semanales de dióxido de nitrógeno



Luego de evaluar los registros individuales se eliminaron los **valores** de las últimas cuatro semanas por control de calidad, ya que el análisis de los datos evidencia que si bien se produjo un aumento de la concentración del contaminante, el valor registrado tiene un alto grado de error analítico asociado.

### **Dióxido de Nitrógeno**

El Gráfico 4.1.5 muestra el registro de la estación de los valores horarios a lo largo del año.



**Gráfico 4.1.5 Dióxido de nitrógeno valores promedio de una hora (ug/m<sup>3</sup>).**

Como se puede ver en el gráfico, los valores a partir de octubre sufren un incremento considerable. Este evento se observó asimismo en otras estaciones de la red. Por similares consideraciones técnicas que con el dióxido de azufre, se infiere que los registros evidencian valores sobreevaluados. A partir de estos datos recabados se ha concluido que el incremento de las concentraciones es real, pero el valor registrado está asociado a un alto grado de incertidumbre analítica. A partir de estos datos se ha implementado un sistema de monitoreo de concentración de dióxido de azufre complementario en la zona.

A efectos de los cálculos de promedio anual y máximos, no se pueden considerar similares los datos observados por lo que se ha separado el año: por un lado hasta octubre y por otro los últimos tres meses.

En la Tabla 4.1.4 se presentan los resultados semanales del año 2006 para los valores máximos y promedios semanales para 1 hora de monitoreo de los registros de Dióxido de Nitrógeno y los mismos valores para 24 horas de monitoreo.

La zona resaltada con color rosado, corresponde al “salto” de valores registrados, referido en el primer párrafo. Pero por las razones antes expuestas, al realizar el análisis se pone en duda la confiabilidad de los valores registrados. Por este motivo no se ha calculado el promedio anual para esta estación.

4\_1 Estación Ciudad Vieja

Semana			Dioxido Nitrógeno		Dias a la semana que se monitoreó	Porcentaje de la semana
	Sábado	Viernes	Maximo promedio de 24 horas	Maximo promedio de 1 hora		
1	1/1/06	a 7/1/06	18	18	7	100%
2	8/1/06	a 14/1/06	18	18	4	57%
3	15/1/06	a 21/1/06	21	87	7	100%
4	22/1/06	a 28/1/06	18	18	3	43%
5	29/1/06	a 4/2/06	18	18	7	100%
6	5/2/06	a 11/2/06	18	18	7	100%
7	12/2/06	a 18/2/06	18	18	3	43%
8	19/2/06	a 25/2/06	0	0	0	0%
9	26/2/06	a 4/3/06	18	18	3	43%
10	5/3/06	a 11/3/06	18	18	2	29%
11	12/3/06	a 18/3/06	0	0	0	0%
12	19/3/06	a 25/3/06	18	18	5	71%
13	26/3/06	a 1/4/06	24	88	7	100%
14	2/4/06	a 8/4/06	18	18	5	71%
15	9/4/06	a 15/4/06	0	0	0	0%
16	16/4/06	a 22/4/06	21	61	4	57%
17	23/4/06	a 29/4/06	22	81	7	100%
18	30/4/06	a 6/5/06	31	83	5	71%
19	7/5/06	a 13/5/06	18	18	1	14%
20	14/5/06	a 20/5/06	23	83	5	71%
21	21/5/06	a 27/5/06	19	35	7	100%
22	28/5/06	a 3/6/06	23	65	3	43%
23	4/6/06	a 10/6/06	20	63	3	43%
24	11/6/06	a 17/6/06	0	0	0	0%
25	18/6/06	a 24/6/06	0	0	0	0%
26	25/6/06	a 1/7/06	0	0	0	0%
27	2/7/06	a 8/7/06	18	18	2	29%
28	9/7/06	a 15/7/06	0	0	0	0%
29	16/7/06	a 22/7/06	0	0	0	0%
30	23/7/06	a 29/7/06	0	0	0	0%
31	30/7/06	a 5/8/06	0	0	0	0%
32	6/8/06	a 12/8/06	0	0	0	0%
33	13/8/06	a 19/8/06	0	0	0	0%
34	20/8/06	a 26/8/06	22	70	3	43%
35	27/8/06	a 2/9/06	18	18	5	71%
36	3/9/06	a 9/9/06	18	18	7	100%
37	10/9/06	a 16/9/06	75	92	5	71%
38	17/9/06	a 23/9/06	100	100	7	100%
39	24/9/06	a 30/9/06	100	100	7	100%
40	1/10/06	a 7/10/06	534	989	7	100%
41	8/10/06	a 14/10/06	647	993	7	100%
42	15/10/06	a 21/10/06	592	993	7	100%
43	22/10/06	a 28/10/06	985	997	7	100%
44	29/10/06	a 4/11/06	509	988	3	43%
45	5/11/06	a 11/11/06	0	0	0	0%
46	12/11/06	a 18/11/06	0	0	0	0%
47	19/11/06	a 25/11/06	0	0	0	0%
48	26/11/06	a 2/12/06	0	0	0	0%
49	3/12/06	a 9/12/06	0	0	0	0%
50	10/12/06	a 16/12/06	1143	1000	2	29%
51	17/12/06	a 23/12/06	865	990	7	100%
52	24/12/06	a 30/12/06	877	993	7	100%
53	31/12/06	a 6/1/07	1308	1419	4	57%

Tabla 4.1.5. Valores máximos de promedio de 24 horas y de promedio de 1 hora de Dióxido de nitrógeno, en períodos de una semana.

#### 4\_1 Estación Ciudad Vieja

Al igual que para monóxido de carbono y dióxido de azufre, no existen valores de referencia para promedios semanales, tomándose en cuenta el valor máximo observado como guía para la evaluación. La concentración máxima recomendada para promedios de 1 hora en  $\text{NO}_2$  es de  $320 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y la correspondiente anual es de  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Es posible observar en gráfica 4.1.6 que no se superan estos estándares en las semanas consideradas.

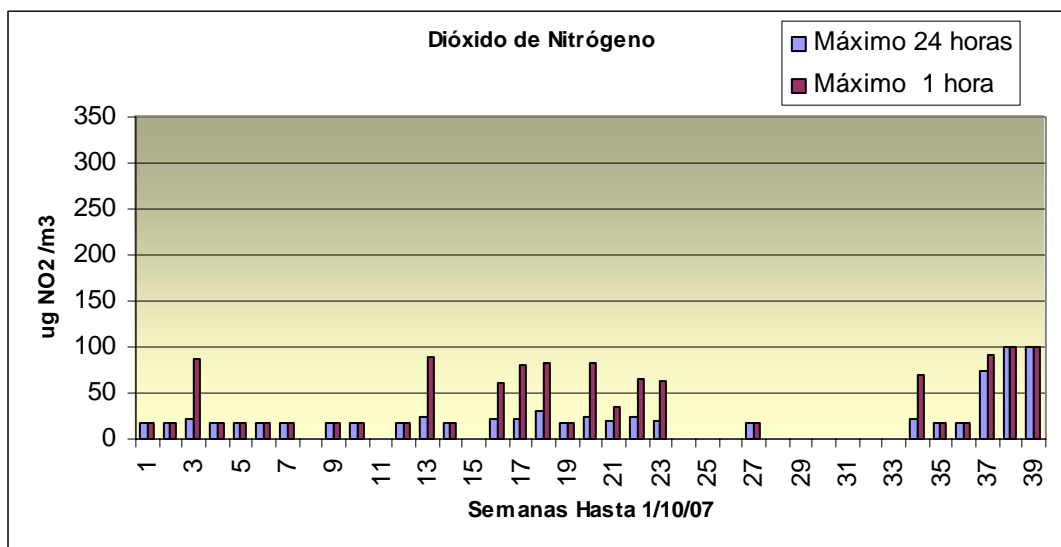


Gráfico 4.1.6 Máximos por semana Dióxido de Nitrógeno,.

**Dióxido Azufre (determinado como acidez)**

En la estación Ciudad Vieja está ubicado un tren de monitoreo que permite evaluar la concentración de dióxido de azufre en 24 horas, equipo que está en funcionamiento desde el año 1995.

El valor guía corresponde a 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para 24 horas de monitoreo. Se destaca que en el año 2006 no se registraron valores superiores a los estándares.

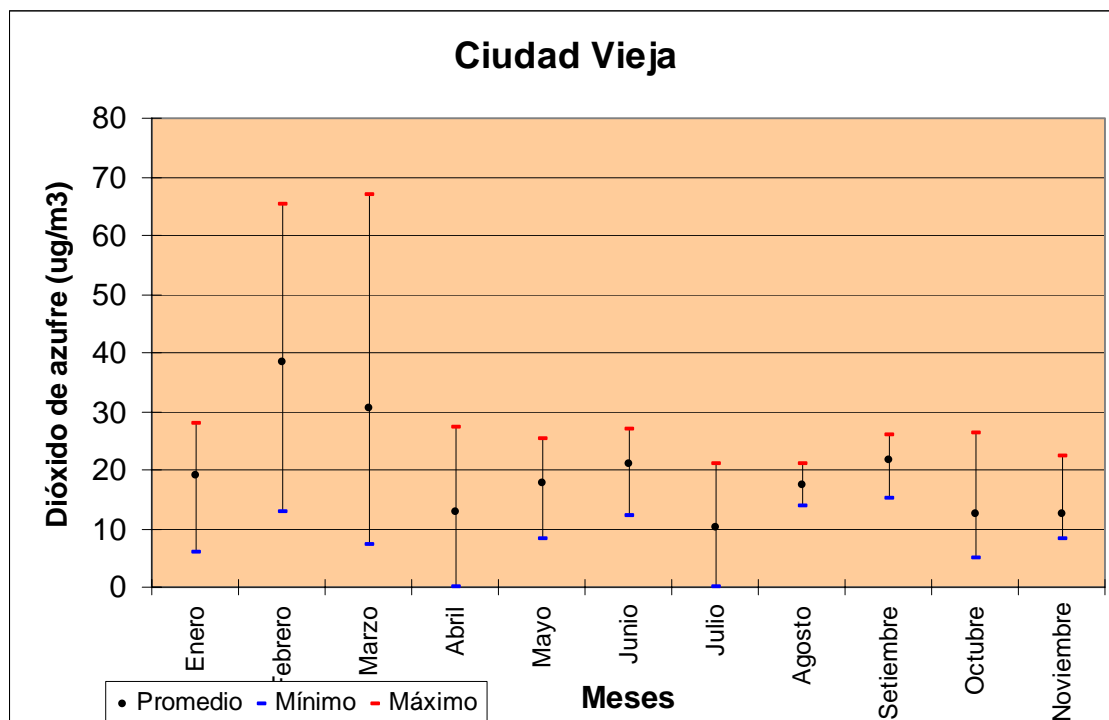


Gráfico 4.1.7 Dióxido de azufre (como acidez) por mes (promedios, máximos y mínimos)

Mes	Número de muestras	Promedio (ug/m <sup>3</sup> )	Máximo
Enero	4	18.9	27.8
Febrero	6	38.3	65.4
Marzo	6	30.4	67.0
Abril	3	12.9	27.3
Mayo	8	17.6	25.1
Junio	4	21.1	26.9
Julio	3	10.3	20.9
Agosto	2	17.4	21.0
Setiembre	5	21.7	25.9
Octubre	6	12.5	26.2
Noviembre	6	16.8	30.4
Diciembre	1	8.1	8.1
<b>total</b>	<b>54</b>	<b>16.59</b>	<b>66.98</b>

Tabla 4.1. 6 – Dióxido de azufre como acidez en Ciudad Vieja.

## Material Particulado

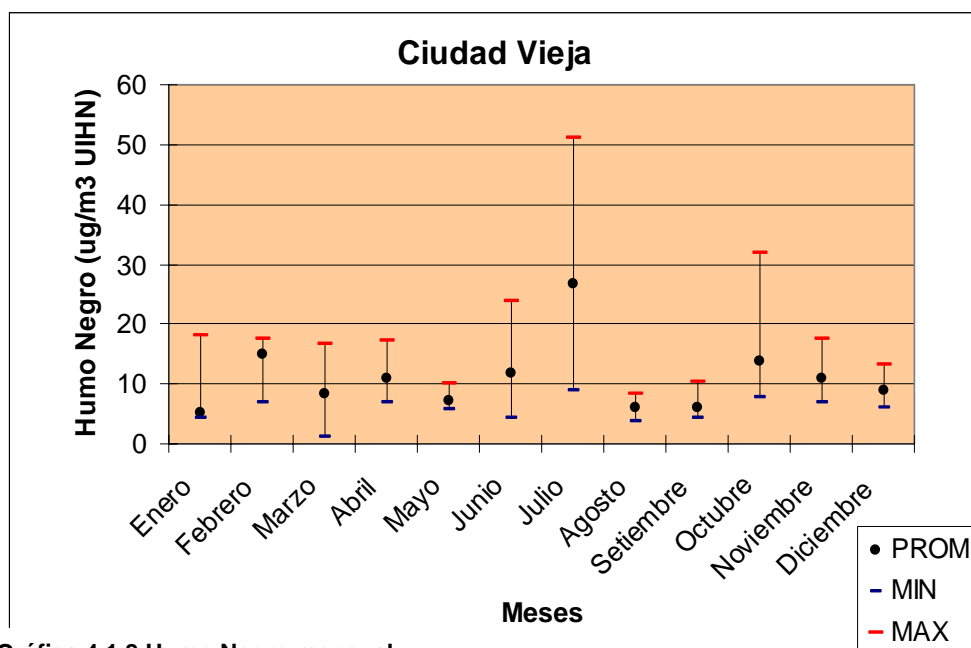
### Partículas Totales en Suspensión (PTS)

El muestreo de PTS en la estación de Ciudad Vieja se desarrolló a lo largo de todo el año 2005, no superándose el valor de referencia de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en ninguna oportunidad. En el 2006 se trasladó el equipo a la estación N° 8 ubicada en Colón, y se instaló en su lugar un monitor dicotómico que permite evaluar material particulado menor a  $10 \mu\text{m}$  y a  $2.5 \mu\text{m}$  simultáneamente. Los datos serán evaluados con el año 2007 ya que el equipo no comenzó a operar efectivamente hasta diciembre de 2006.

### Humo Negro

En la estación Ciudad Vieja funciona un tren de monitoreo que permite evaluar la concentración de Humo Negro en 24 horas, equipo que se mantiene en funcionamiento desde el año 1995. El humo negro se asocia fundamentalmente a las partículas de carbón que provienen de la quema incompleta de diversos combustibles.

El valor guía corresponde a  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para 24 horas de monitoreo. Se destaca que en el año 2006 no se registraron valores superiores a los estándares.



Gráfica 4.1.8 Humo Negro mensual

Mes	Número de muestras	Promedio (ug/m3)	Máximo
Enero	4	4.4	5.3
Febrero	6	7.0	15.0
Marzo	6	8.3	16.5
Abril	3	10.9	17.3
Mayo	8	7.2	10.0
Junio	5	11.9	23.9
Julio	6	26.7	51.2
Agosto	3	6.0	8.4
Setiembre	7	5.9	10.4
Octubre	7	13.7	31.8
Noviembre	5	11.0	17.7
Diciembre	5	8.8	13.3
<b>total</b>	<b>65</b>	<b>10.4</b>	<b>51.2</b>

**Tabla 4.1.7 Humo negro año 2006**

Las concentraciones se expresan en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y los máximos registrados son menores que los estándares utilizados.

Como se muestra en el capítulo 5 de este informe, el valor promedio anual del año 2006 es similar al observado en el 2005 ( 17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y menor que el observado en los años anteriores. Es probable que sea debido al cambio de circulación registrado en la Ciudad Vieja a comienzos de 2005.

**Capítulo 4- Resumen por estación**

**Estación 2 Centro**

Parámetros analizados

Parámetro	Unidades	Técnica o método de Muestreo	Periodo de tiempo evaluado
Monóxido de Carbono	mg/m <sup>3</sup>	Espectrofotometría	1 hora
Dióxido de azufre	ug/m <sup>3</sup>	Espectrofotometría	1 hora
Dióxido de nitrógeno	ug/m <sup>3</sup>	Espectrofotometría	1 hora
Ozono	ug/m <sup>3</sup>	Espectrofotometría	1 hora
Partículas menores a 10 um de Diámetro (PM10)	ug/m <sup>3</sup>	Gravimetría-Alto Volumen	24 horas

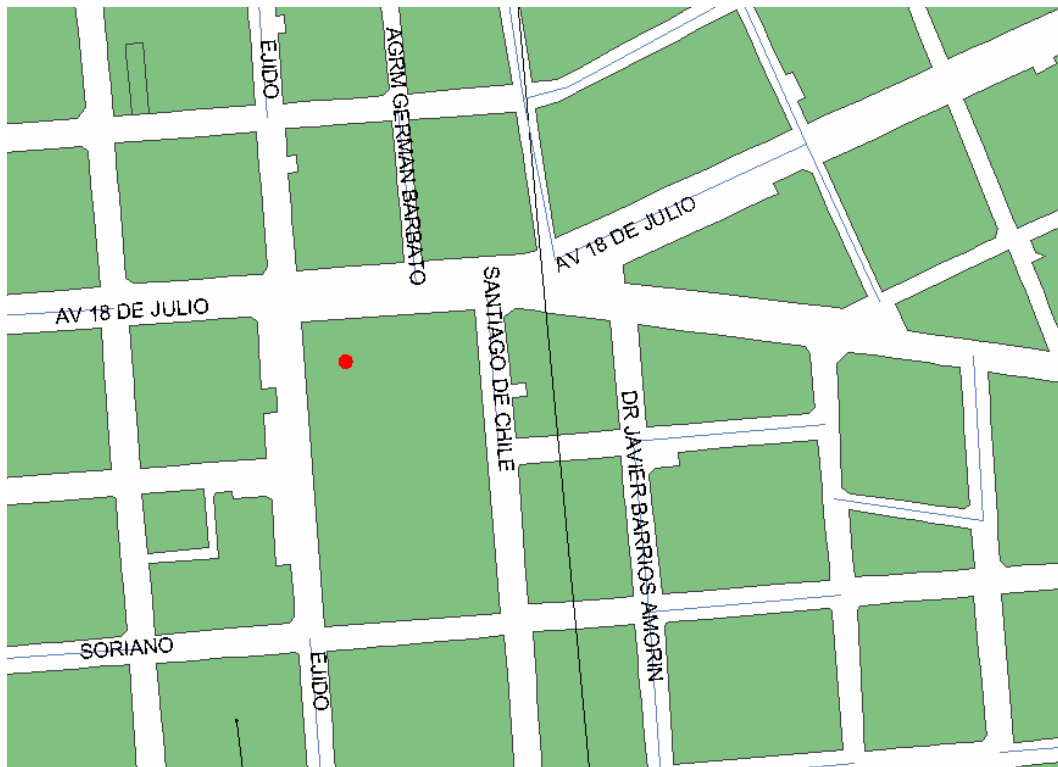


Estación automática espectrofotométrica, ubicada en el Palacio Municipal

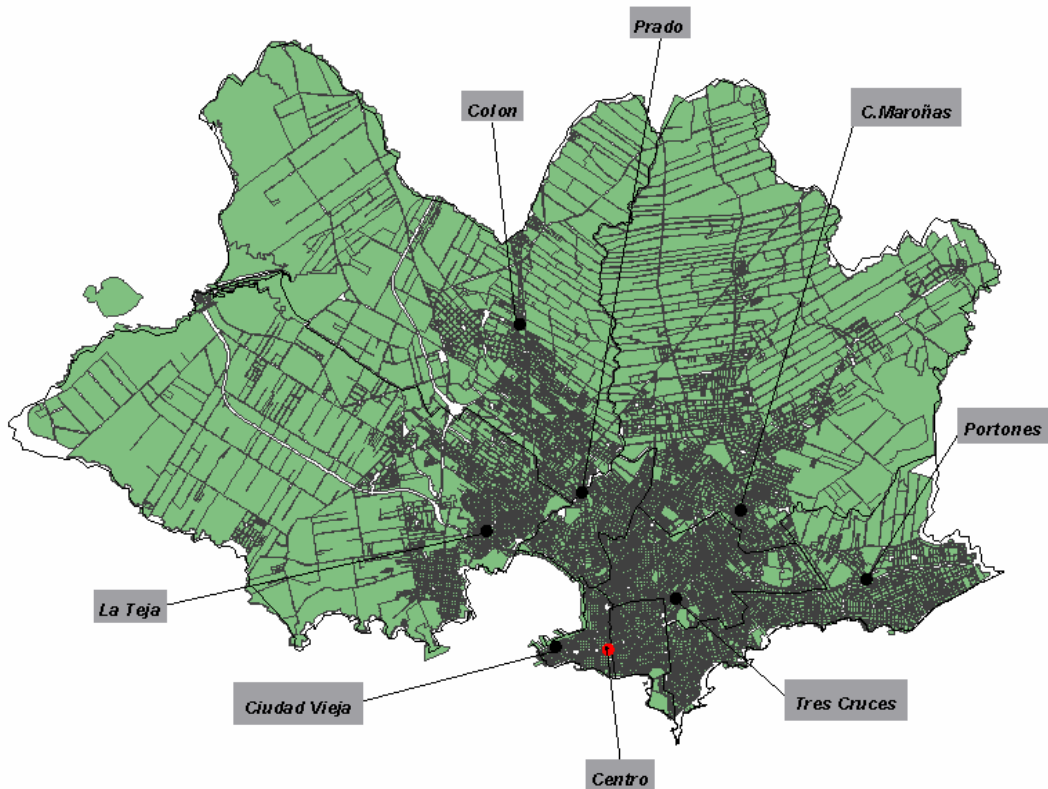


Equipo para determinar Partículas menores a 10 micras de diámetro - PM10

## 4\_2 Estación Centro



Ubicación de la Estación 2- Centro- Ubicada en el Palacio Municipal.





**Gases**

La estación automática de medida de gases del Centro de Montevideo, funcionó con normalidad en el año 2006. Los valores encontrados para los diferentes parámetros monitoreados se expresan en la tabla 4.2.1.

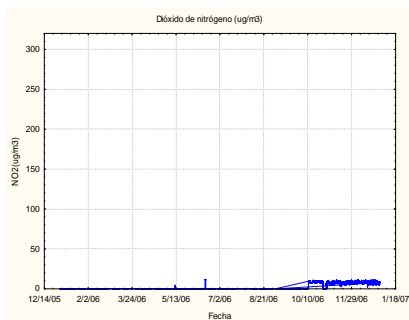
	<i>Promedio</i>	<i>Intervalo de confianza de la media</i>		<i>Máximo</i>
NO(ug/m3)	0.9	0.83	0.90	101.8
NO2(ug/m3)	1.9	1.78	1.93	12.0
NOx(ug/m3)	1.3	1.25	1.34	122.1
SO2(ug/m3)	14.3	14.12	14.44	156.8
O3(ug/m3)	12.8	12.47	13.16	98.2
CO(mg/m3)	4.3	4.11	4.56	57.3
CO(mg/m3) 8 horas	4.3	4.13	4.53	53.6

**Tabla 4.2.1 Resumen de los resultados obtenidos año 2006.**

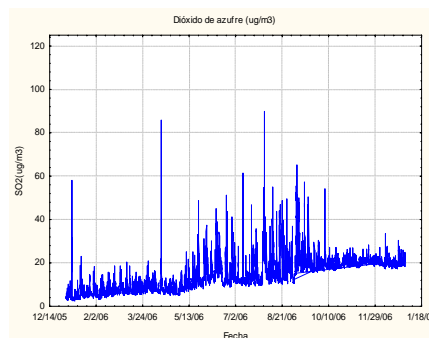
El ozono, dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno no superan sus respectivos estándares. En el caso del monóxido de carbono, en las últimas semanas del año se registraron valores anómalos asociados con el funcionamiento del equipo. Sin embargo, los valores registrados están por debajo del nivel estándar.

El monitoreo se llevó adelante durante todo el año.

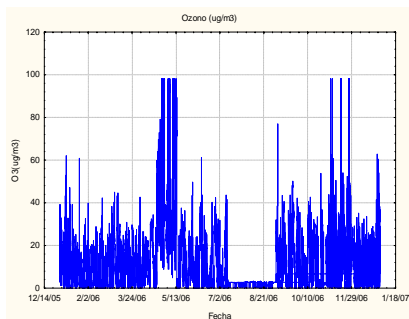
A continuación se presentan los gráficos de contaminantes horario de todo el año



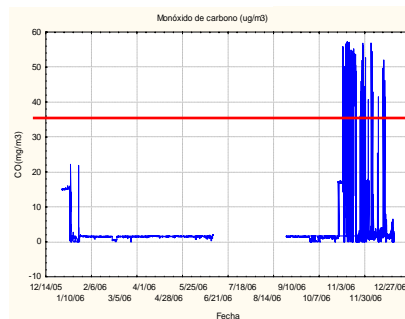
4.2.1



4.2.2



4.2.3



4.2.4

**Gráficos Horarios**

4.2.1-Dióxido de nitrógeno, 4.2.2-Dióxido de azufre 4.2.3- Ozono 4.2.4-Monóxido de carbono

## 4\_2 Estación Centro

En las gráficas 4.2.1, 4.2.2 y 4.2.3 precedentes, el valor máximo del eje Y corresponde al estándar utilizado. En el caso de la gráfica 4 el límite está indicado en rojo.

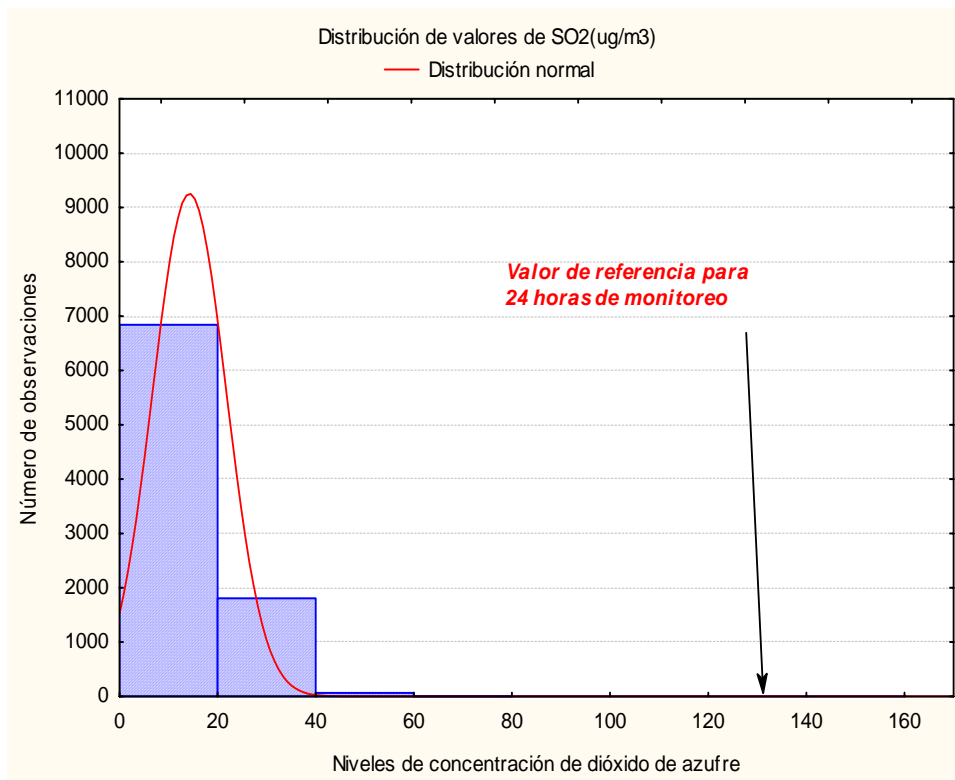
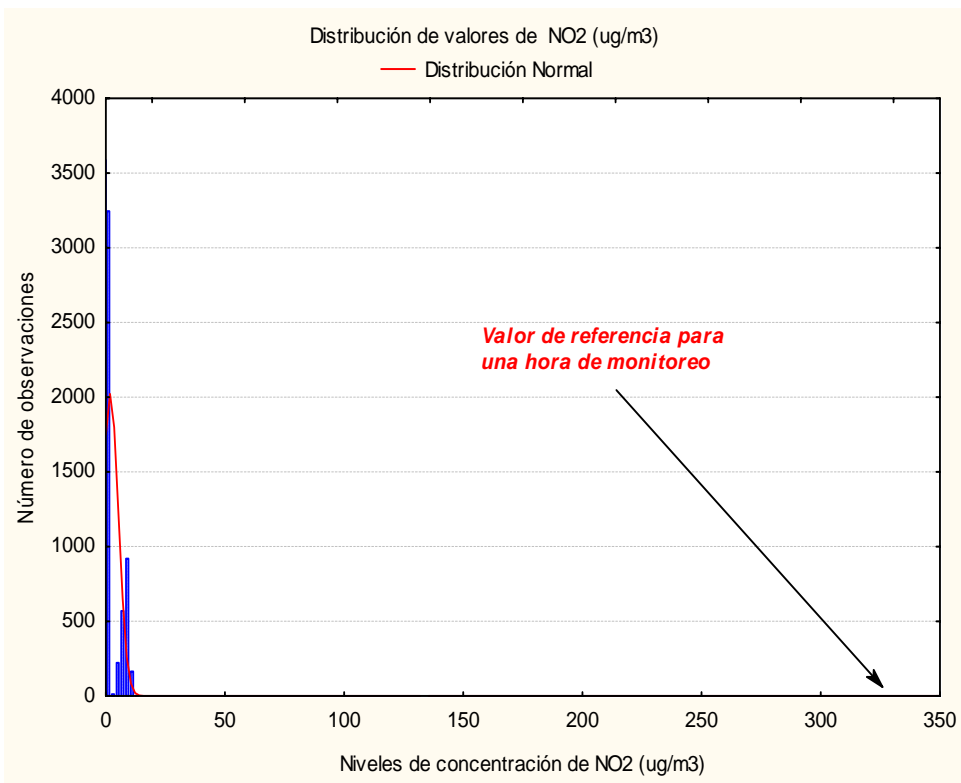
En las gráficas 4.2.5, 4.2.6, 4.2.7 y 4.2.8 se presentan histogramas de distribución de los valores de concentración para los cuatro parámetros principales determinados en la estación Centro ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{O}_3$  y  $\text{CO}$ ).

Sobre los histogramas se ha dibujado la función de distribución normal esperable y se indica en rojo el valor guía utilizado actualmente. Los parámetros dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre y ozono, no superan en ninguna oportunidad los valores de referencia utilizados (ver capítulo 1 de este informe). Es posible apreciar en la distribución de las concentraciones registradas en el año que en el caso de dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre el valor guía está muy alejado de los valores observados.

En el caso de monóxido de carbono, como se puede observar en la gráfica de valores horario (gráfica 1), a partir de octubre los valores se incrementan en forma brusca. El análisis de los datos registrados parece indicar un mal funcionamiento del equipo difiriendo ligeramente la distribución de los valores de una distribución normal esperable.

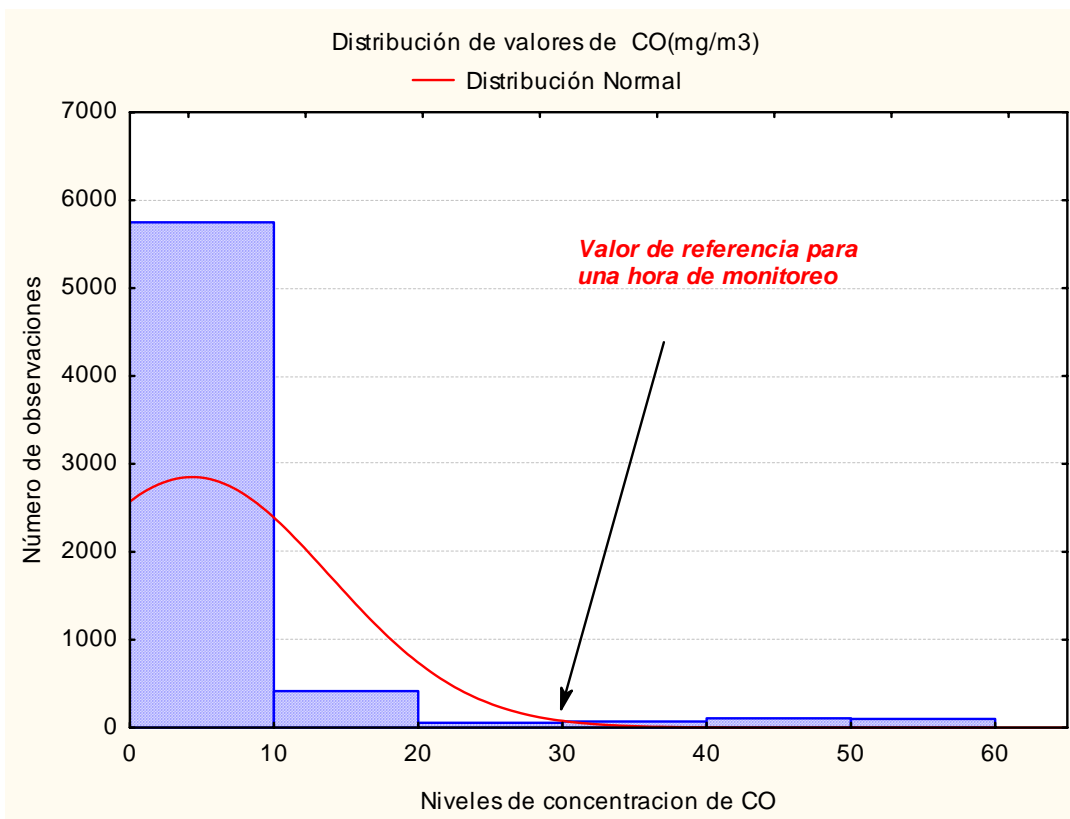
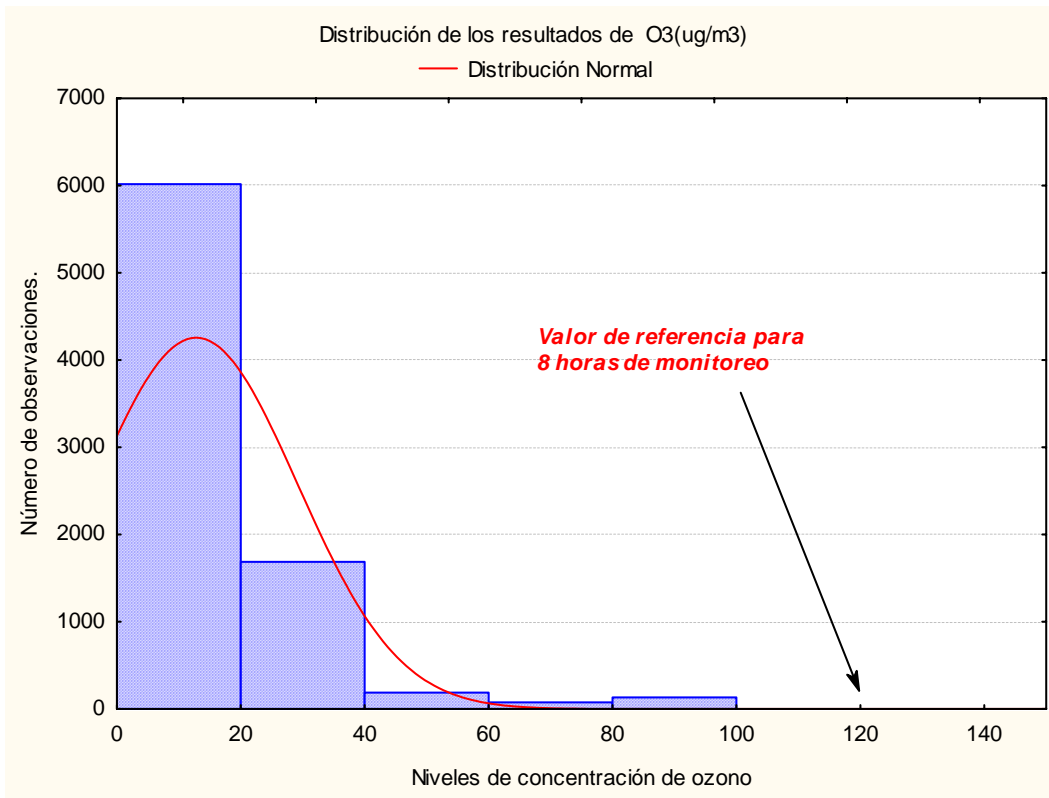
En líneas generales, los resultados obtenidos muestran una calidad del aire en el centro de la ciudad aceptable en relación a los niveles de gases medidos.

## 4\_2 Estación Centro



**Gráfica 4.2.5- y 4.2.6**  
**Distribución de registros de dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre**

## 4\_2 Estación Centro



**Gráfica 4.2.7 y 4.2.8-**  
**Distribución de registros de ozono v monóxido de carbono**

**Material Particulado**

**Partículas Menores a 10 um (PM10)**

El muestreo de PM10 en la estación Centro se desarrolló a lo largo de todo el año 2006, no superándose el valor de referencia de 150 ug/m<sup>3</sup> en ninguna oportunidad. En la gráfica 10 se informan los resultados obtenidos en los muestreos correspondientes al 2006. El equipo de PM10 no funcionó antes de abril.

Semana	Fecha	PM10
14	03/04/2006	16
15	20/04/2006	24
16	20/04/2006	24
17	25/04/2006	27
19	08/05/2006	16
20	14/05/2006	19
33	18/08/2006	54
34	24/08/2006	5
36	05/09/2006	47
37	11/09/2006	69
38	17/09/2006	53
38	23/09/2006	25
39	29/09/2006	26
40	05/10/2006	61
41	11/10/2006	12
42	17/10/2006	20
43	23/10/2006	33
44	04/11/2006	6
45	10/11/2006	21
47	22/11/2006	22
48	28/11/2006	22
49	04/12/2006	9
50	10/12/2006	36
50	16/12/2006	69
51	22/12/2006	31
52	28/12/2006	38

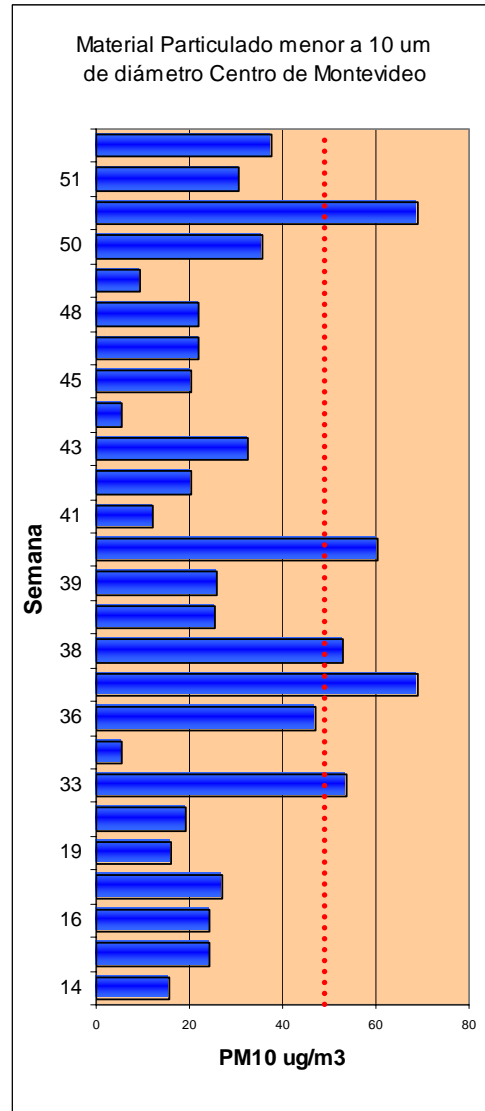
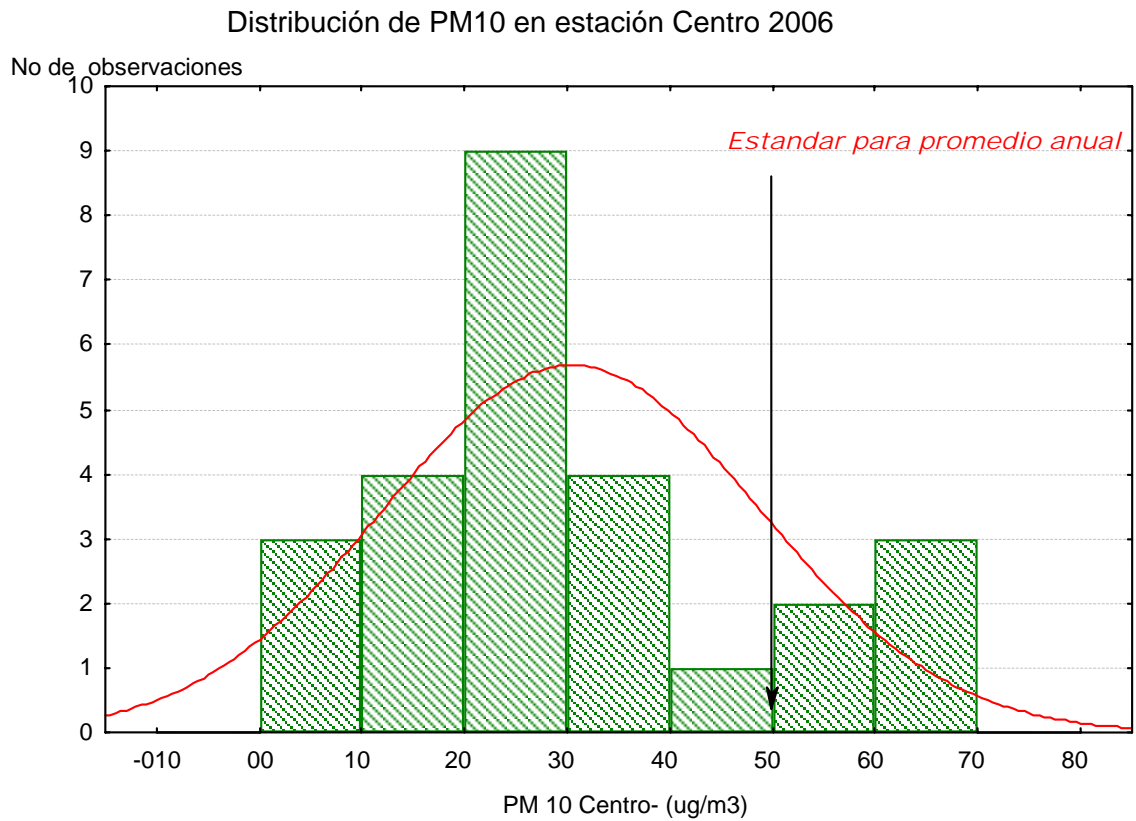


Tabla 4.2.2 PM10 en estación Centro- año 2006

Gráfico 4.2.9 Partículas Menores a 10 micras de diámetro- Estación Centro

## 4\_2 Estación Centro



**Gráfico 4.2.10 distribución de los resultados de PM10 en estación Centro.**

El promedio anual observado en la estación, es de 31 ug/m<sup>3</sup>, Esto implica que el promedio anual es un 40 % menor que el valor anual promedio estandar. El percentil 95 de las muestras recolectadas es de 67 ug/m<sup>3</sup>.

Sin embargo el 19 % de las muestras de 24 horas superan la media anual en esta estación lo que equivale a decir que en 26 días registrados, se superó el valor 50ug/m<sup>3</sup>.

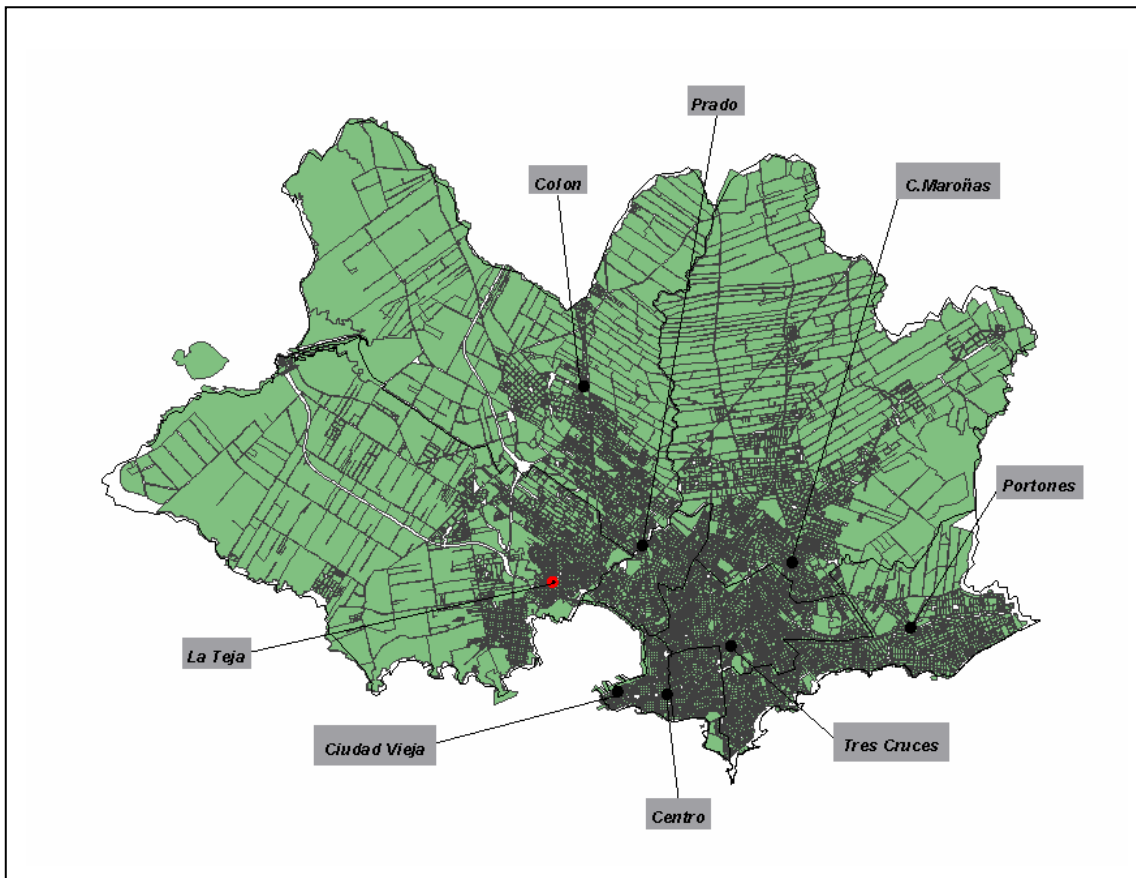
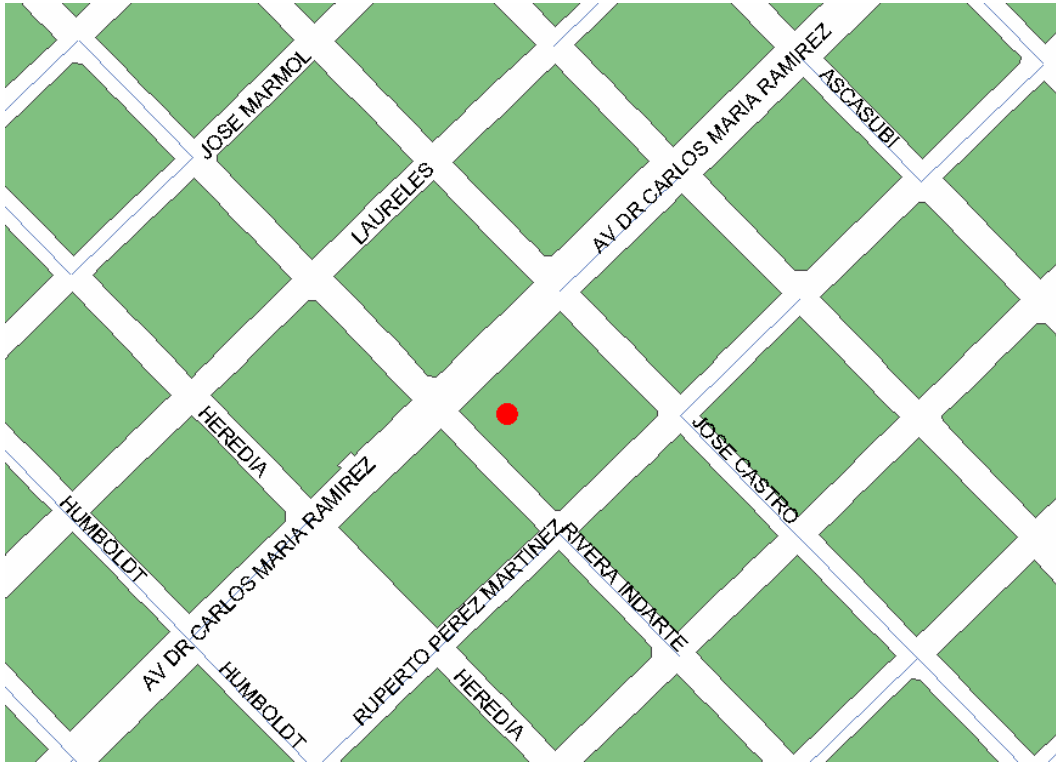
**Capítulo 4 Resumen por estación****Estación 3- La Teja**

Parámetros analizados

Parámetro	Unidades	Técnica o método de Muestreo	Periodo de tiempo evaluado
Partículas Totales en suspensión	ug/m3	Gravimetría-Alto Volumen	24 horas



### 4\_3 Estacion La Teja



Ubicación de la estación 3 La Teja

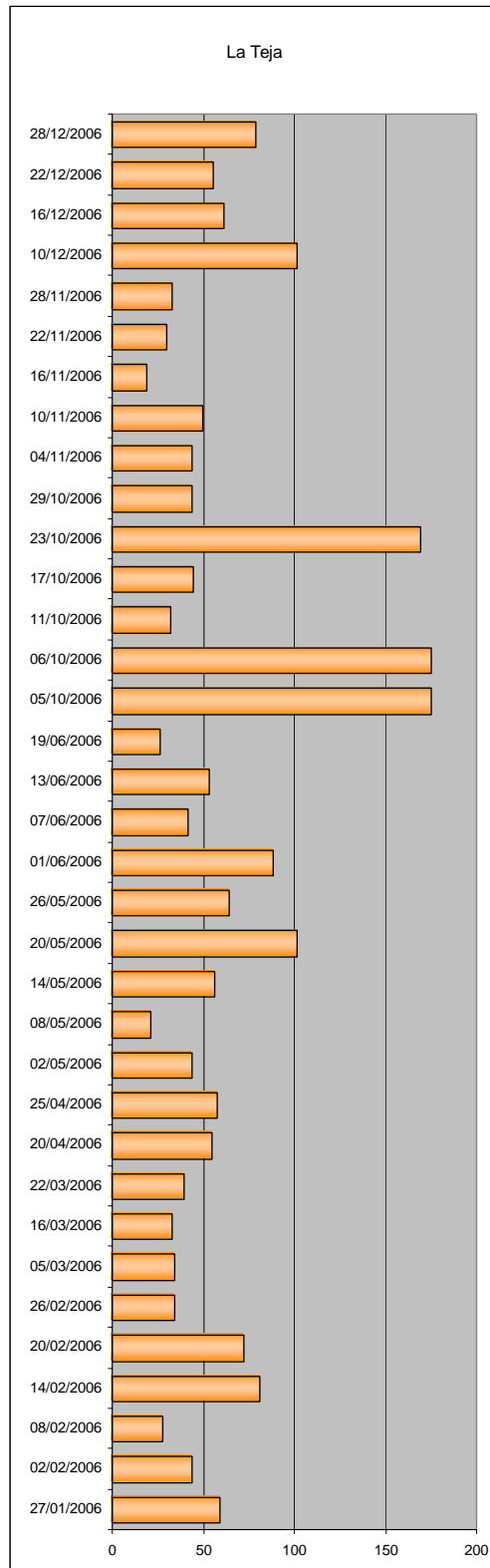


**Material Particulado**

**Partículas Totales en Suspensión (PTS)**

El equipo de Material Particulado (PTS) esta ubicado en la azotea de la biblioteca municipal de La Teja. Funcionó con normalidad el primer semestre del año 2006, En cambio durante el segundo semestre, estuvo detenido 3 meses volviendo a estar operativo a partir de octubre. En la gráfica se informan los resultados obtenidos en los muestreos correspondientes al 2006, destacándose que no se superó el valor de referencia de 240 ug/m<sup>3</sup> en ninguna oportunidad.

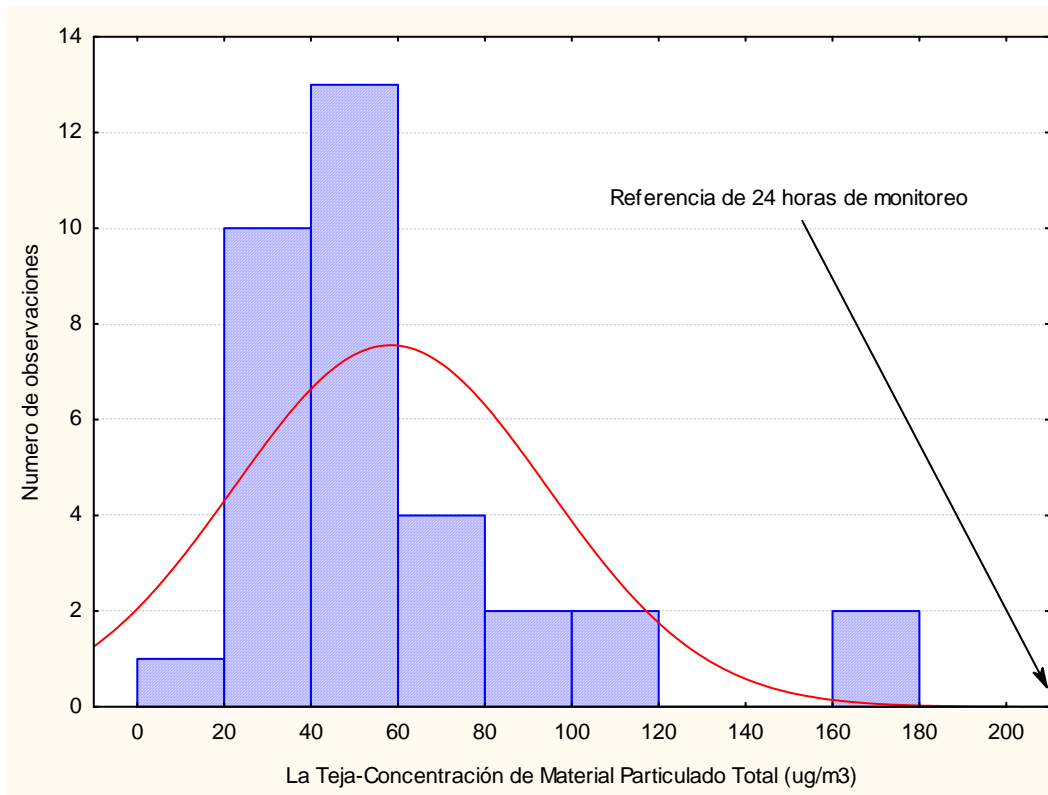
Fecha	La Teja
27/01/2006	59
02/02/2006	44
08/02/2006	28
14/02/2006	81
20/02/2006	73
26/02/2006	34
05/03/2006	34
16/03/2006	33
22/03/2006	40
20/04/2006	54
25/04/2006	58
02/05/2006	44
08/05/2006	21
14/05/2006	57
20/05/2006	102
26/05/2006	64
01/06/2006	88
07/06/2006	42
13/06/2006	54
19/06/2006	26
05/10/2006	175
06/10/2006	175
11/10/2006	32
17/10/2006	44
23/10/2006	170
29/10/2006	44
04/11/2006	44
10/11/2006	50
16/11/2006	19
22/11/2006	30
28/11/2006	33
10/12/2006	102
16/12/2006	61
22/12/2006	55
28/12/2006	79



#### 4\_3 Estacion La Teja

El promedio de anual de los valores registrados en La Teja, es de 61  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , por lo que no supera el valor de referencia utilizado de 75  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

El máximo registrado es de 175  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en el mes de Octubre, donde en dos días consecutivos se registró el mismo valor. Observando la gráfica que se presenta a continuación, donde se presenta la distribución de los datos en el año 2006, y superpuesta sobre los mismos una curva de distribución normal asociada, es posible inferir que esas dos observaciones de 175  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  corresponden a un evento singular ocurrido en el mes de octubre. En el correr del año se realizaron 35 muestreos.



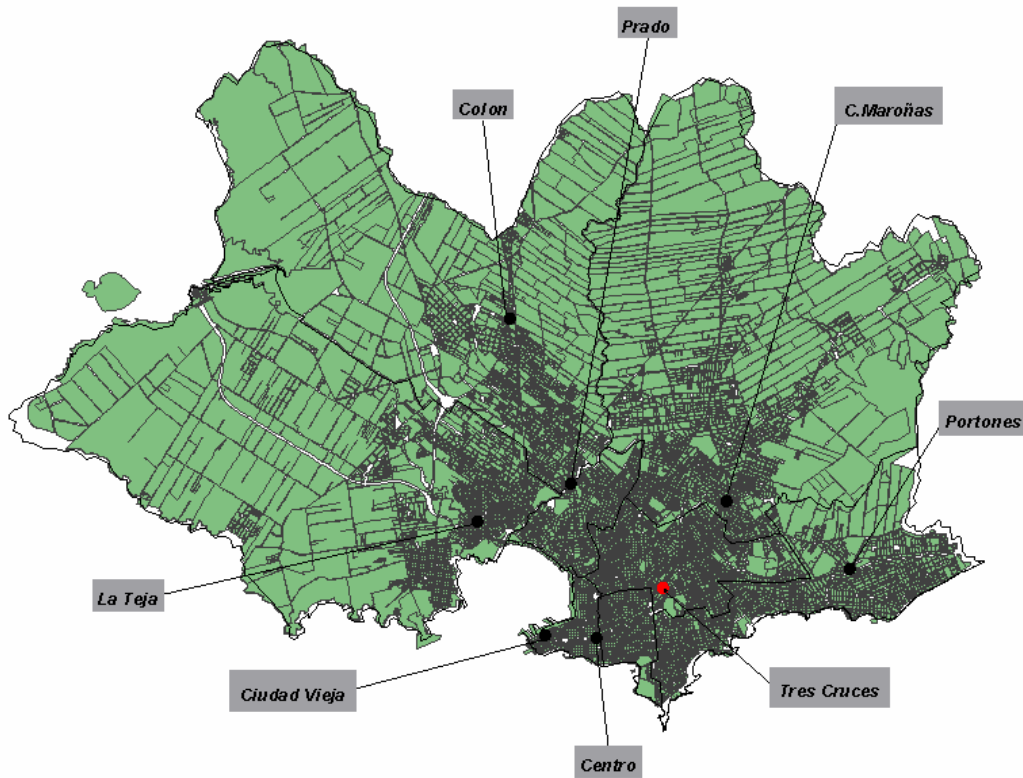
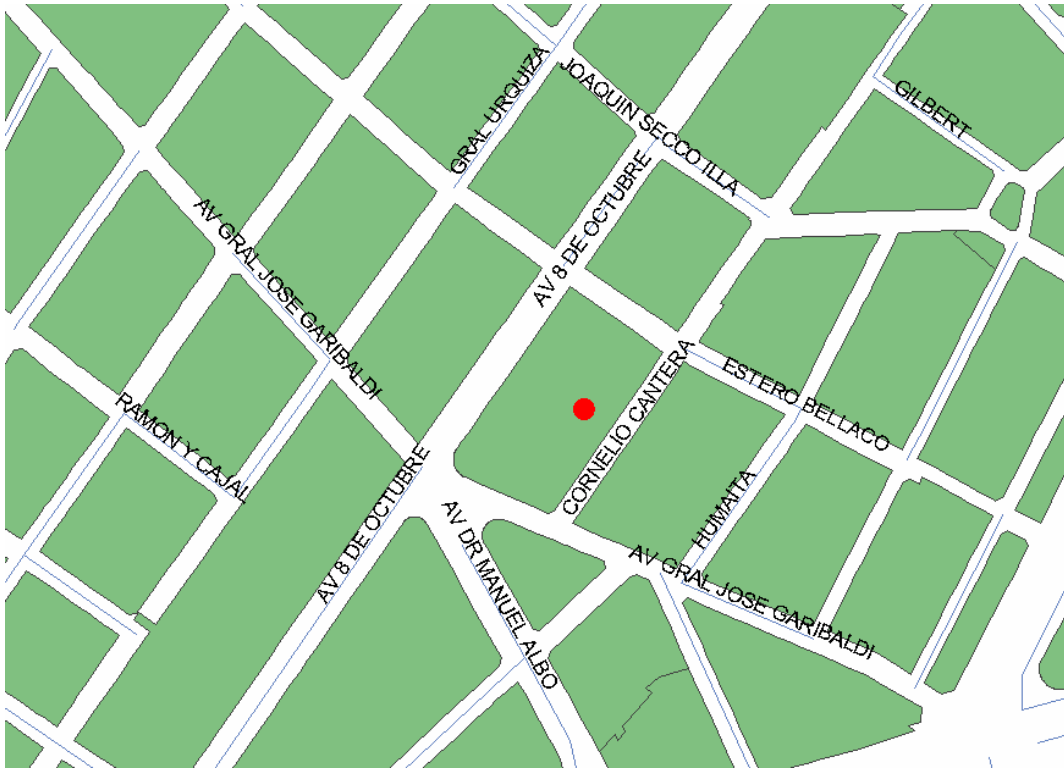
**Capítulo 4 Resumen por estación****Estación 4 - Tres Cruces**

Parámetros analizados

Parámetro	Unidades	Técnica o método de Muestreo	Periodo de tiempo evaluado
Partículas Totales en suspensión	ug/m3	Gravimetría-Alto Volumen	24 horas



#### 4\_4 Estacion Tres Cruces



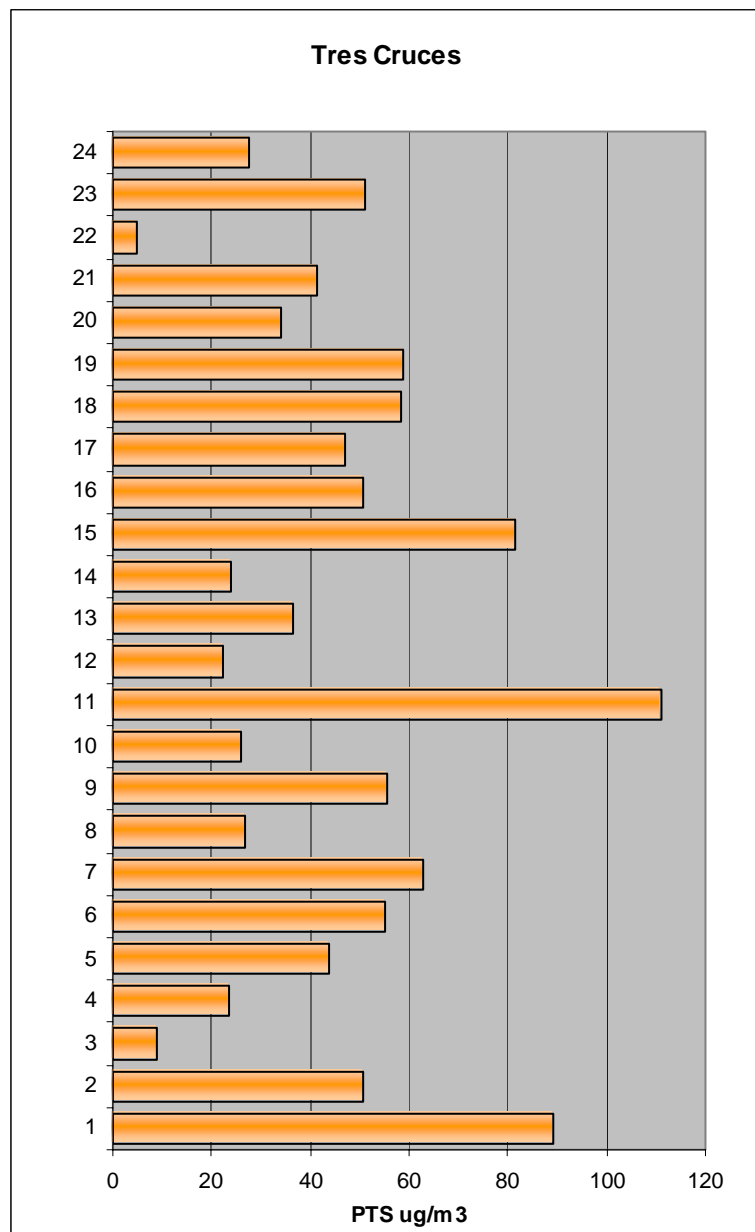
#### 4\_4 EstacionTres Cruces

La estación 4 está ubicada en la sede de la Universidad Católica Dámaso Antonio Larrañaga.

#### **Partículas totales en suspensión:**

Se realizaron 24 medidas en el año, el equipo funcionó a partir del mes de abril. El promedio anual registrado es de 45 ug/m<sup>3</sup>; el máximo observado fue de 111 ug/m<sup>3</sup> en el mes de julio. En ninguna oportunidad los registros superaron, el valor guía utilizado de 270 ug/m<sup>3</sup>.

Fecha	Tres Cruces
26/04/2006	89
02/05/2006	51
08/05/2006	9
14/05/2006	24
20/05/2006	44
26/05/2006	55
01/06/2006	63
07/06/2006	27
13/06/2006	56
19/06/2006	26
01/07/2006	111
07/07/2006	22
11/09/2006	36
17/09/2006	24
23/09/2006	81
11/10/2006	51
17/10/2006	47
23/10/2006	58
04/11/2006	59
10/11/2006	34
16/11/2006	42
22/11/2006	5
28/11/2006	51
04/12/2006	28

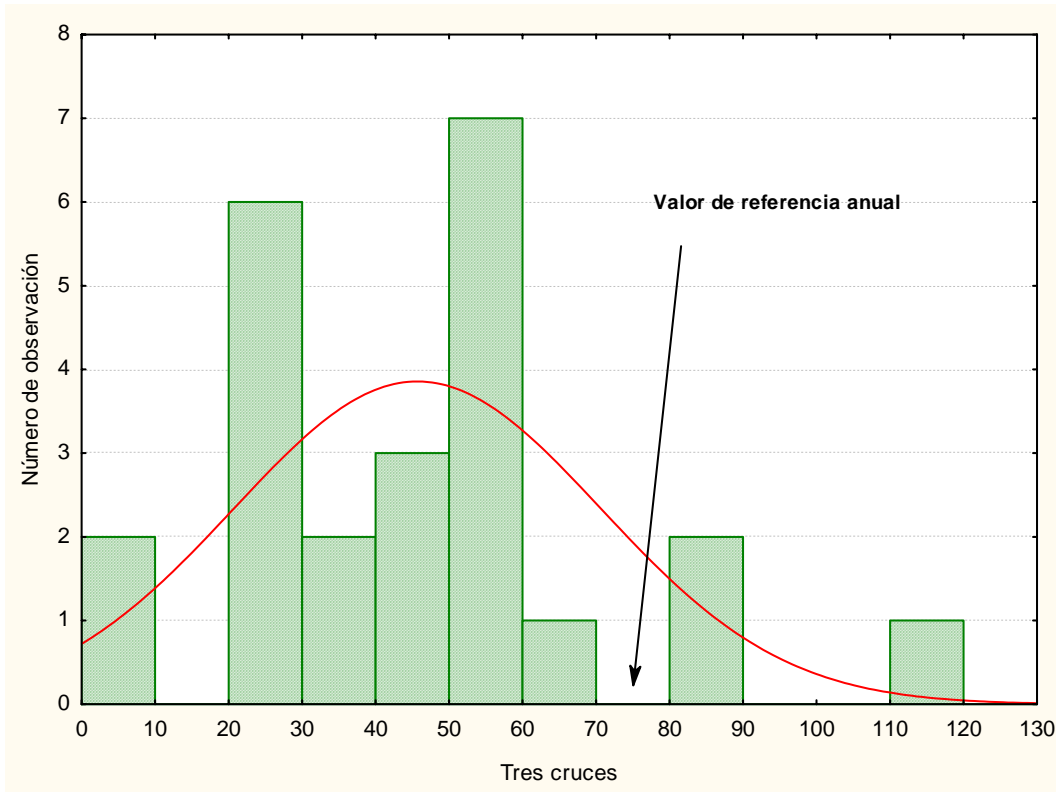


**Tabla 4.4.1 Material particulado total año 2006**  
**Gráfico 4.4.1 Material particulado total año 2006**

#### 4\_4 EstacionTres Cruces

En el gráfico dos se presentan la distribución de los valores obtenidos en el año para la estación tres cruces, y superpuesto en rojo la distribución esperada normal.

La distribución de los valores de PTS en la estación Tres Cruces no parece ser normal, lo que nos podría dar idea de mas de una fuente puntual de material particulado en la zona. El valor de referencia promedio anual es superado solamente en tres ocasiones. Lo que representa menos del 10% de los registros.



**Gráfico 4.4.2 Distribución de valores registrados en el año 2006**

## Capítulo 4 Resumen por estación

### Estación 5 Prado

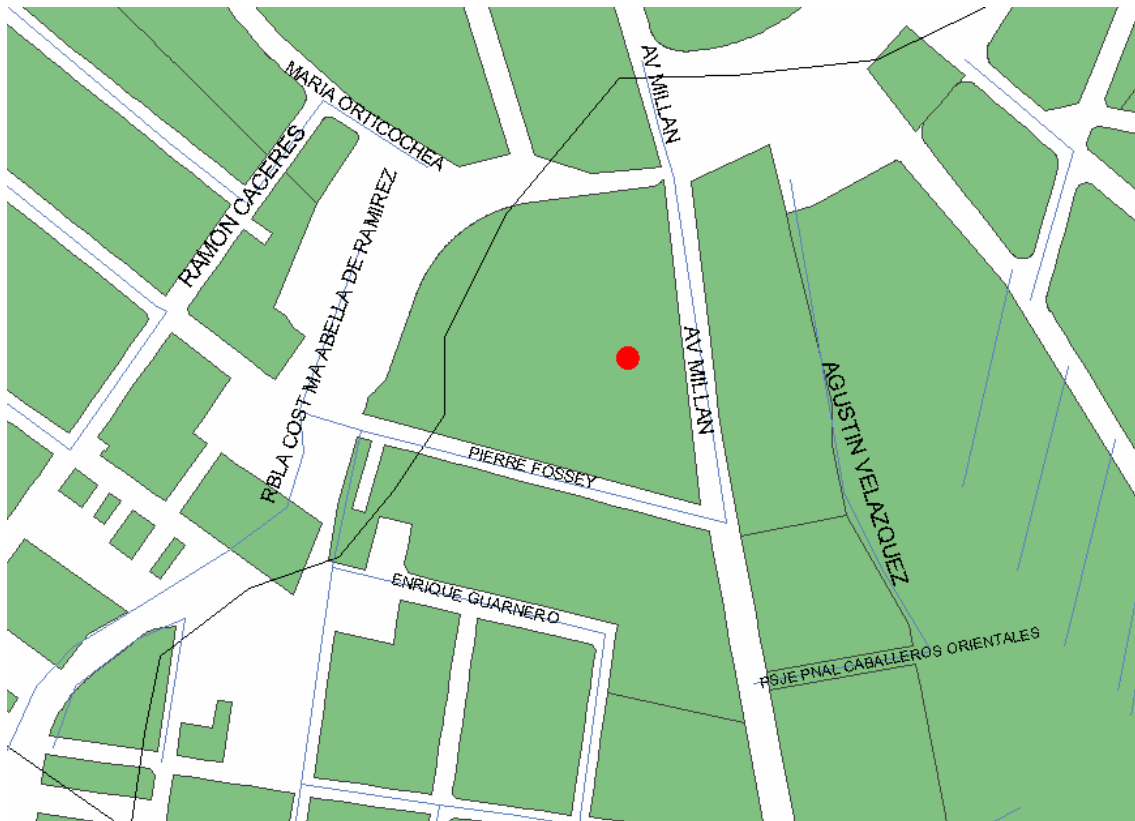
Parámetros analizados

Parámetro	Unidades	Técnica o método de Muestreo	Periodo de tiempo evaluado
Monóxido de Carbono	mg/m <sup>3</sup>	Potenciométrico	8 horas móvil
Dióxido de Nitrógeno.	ug/m <sup>3</sup>	Potenciométrico	1 horas



La estación está ubicada en la azotea del Museo Blanes que funciona en la órbita de la Intendencia Municipal de Montevideo.

#### 4\_5 Estación Prado

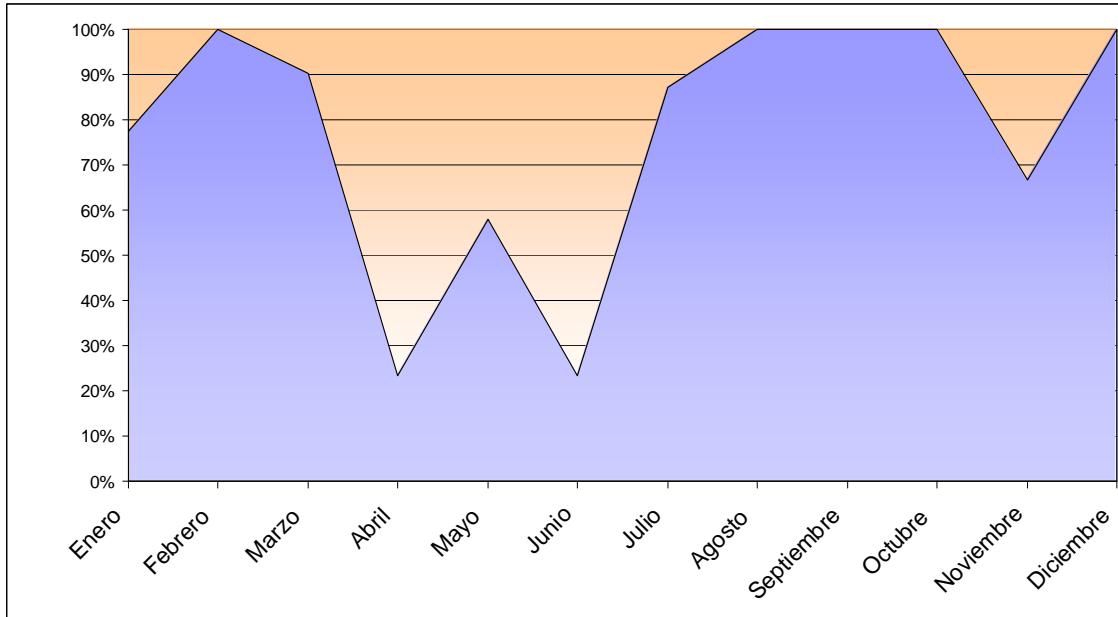


Mapa 1 Ubicación de la estación No 5 – Prado.



La Estación 5 - Prado cuenta con un equipo de monitoreo automático que permite registrar los valores horarios de dióxido de nitrógeno y monóxido de carbono. Esta estación funcionó durante todo el año 2006. En alguna oportunidad el registro de los datos en la memoria del equipo se interrumpe por desgaste de la batería, por lo que no se monitorea de continuo todos los días del año.

En el Gráfico 4.5.1 se muestra el porcentaje de días que se monitoreó efectivamente en cada mes del año 2006.



**Gráfico 4.5.1 Porcentaje de días monitoreados por mes**

La red está diseñada para informar semanalmente, por lo que la información se ha agrupado en esta unidad temporal.

### **Monóxido de Carbono**

En la Tabla 1 se presentan los resultados semanales del año 2006. En la columnas 3 y 4 se informan los valores promedio y máximo registrados en una semana para los valores horario. Y en las dos columnas siguientes se presenta el promedio y máximo en la semana para el promedio móvil de 8 horas de monitoreo, y los días de monitoreo efectivo por semana.

No existen valores de referencia para promedios semanales, por lo que se tomará en cuenta en la evaluación, el valor máximo observado en la semana para ambas evaluaciones (1 hora y 8 horas móviles). Cabe aclarar que la concentración máxima recomendada para promedios de una hora en CO es de 30 mg/m<sup>3</sup> y para 8 horas móviles es de 10 mg/m<sup>3</sup>.

4\_5 Estación Prado

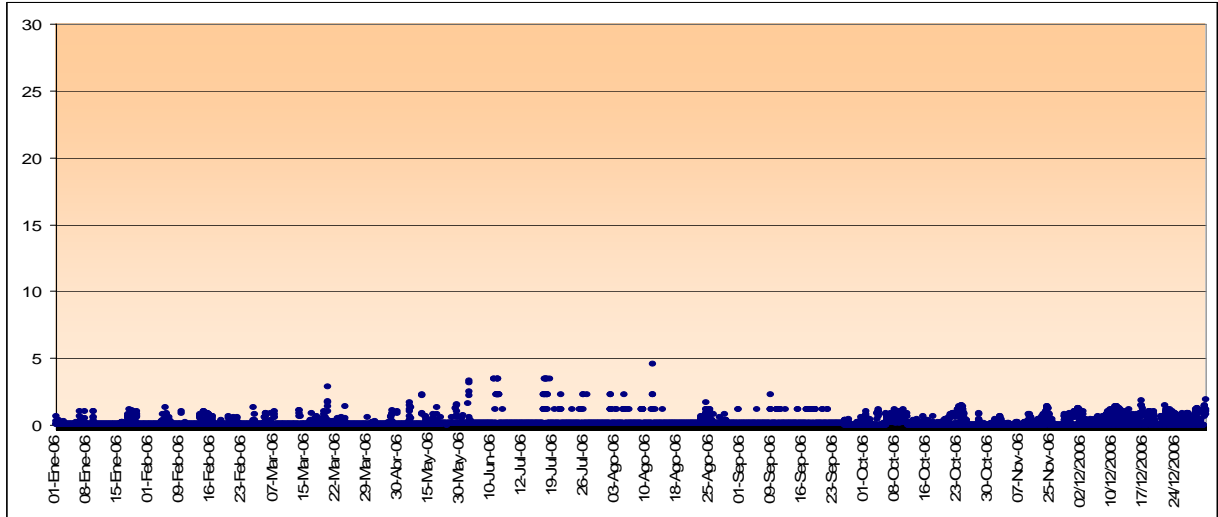
Semana				Monóxido Carbono Horario CO 8 horas				Días de la semana	% Días que funcionó
	Sábado		Viernes	Maximo en 24 horas	Maximo Horario	Max 24 horas	Max 8 horas		
1	1/1	a	7/1	0.1	1.0	0.0	0.0	7	100%
2	8/1	a	14/1	0.2	1.0	0.0	0.0	7	100%
3	15/1	a	21/1	0.0	0.0	0.0	0.0	5	71%
4	22/1	a	28/1	0.4	1.0	0.4	1.0	2	29%
5	29/1	a	4/2	0.4	1.0	0.4	1.0	7	100%
6	5/2	a	11/2	0.3	1.0	0.0	0.0	7	100%
7	12/2	a	18/2	0.3	1.0	0.2	1.0	7	100%
8	19/2	a	25/2	0.0	1.0	0.0	0.0	7	100%
9	26/2	a	4/3	0.2	1.0	0.0	0.0	6	86%
10	5/3	a	11/3	0.3	1.0	0.0	0.0	5	71%
11	12/3	a	18/3	0.2	1.0	0.2	1.0	7	100%
12	19/3	a	25/3	0.4	3.0	0.4	1.0	7	100%
13	26/3	a	1/4	0.0	1.0	0.0	0.0	7	100%
14	2/4	a	8/4	0.5	1.0	0.3	1.0	7	100%
15	9/4	a	15/4	0.4	2.0	0.4	1.0	7	100%
16	16/4	a	22/4	0.1	1.0	0.0	0.0	3	43%
17	23/4	a	29/4	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0%
18	30/4	a	6/5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0%
19	7/5	a	13/5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0%
20	14/5	a	20/5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0%
21	21/5	a	27/5	0.1	1.0	0.0	0.0	3	43%
22	28/5	a	3/6	0.4	3.0	0.4	2.0	7	100%
23	4/6	a	10/6	0.0	0.0	0.0	0.0	4	57%
24	11/6	a	17/6	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0%
25	18/6	a	24/6	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0%
26	25/6	a	1/7	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0%
27	2/7	a	8/7	1.2	3.0	1.4	3.0	4	57%
28	9/7	a	15/7	0.0	0.0	0.0	0.0	7	100%
29	16/7	a	22/7	1.5	3.0	1.8	3.0	7	100%
30	23/7	a	29/7	0.3	2.0	0.3	1.0	7	100%
31	30/7	a	5/8	0.3	2.0	0.2	1.0	7	100%
32	6/8	a	12/8	0.4	5.0	0.4	2.0	7	100%
33	13/8	a	19/8	0.3	2.0	0.3	2.0	7	100%
34	20/8	a	26/8	0.5	2.0	0.5	1.0	7	100%
35	27/8	a	2/9	0.1	1.0	0.0	0.0	7	100%
36	3/9	a	9/9	0.0	1.0	0.1	1.0	7	100%
37	10/9	a	16/9	0.2	2.0	0.3	1.0	7	100%
38	17/9	a	23/9	0.3	1.0	0.3	1.0	7	100%
39	24/9	a	30/9	0.0	0.0	0.0	0.0	7	100%
40	1/10	a	7/10	0.4	1.0	0.3	1.0	7	100%
41	8/10	a	14/10	0.4	1.0	0.3	1.0	7	100%
42	15/10	a	21/10	0.1	1.0	0.0	0.0	7	100%
43	22/10	a	28/10	0.6	1.0	0.0	0.0	7	100%
44	29/10	a	4/11	0.2	1.0	0.0	0.0	7	100%
45	5/11	a	11/11	0.3	1.0	0.0	0.0	7	100%
46	12/11	a	18/11	0.2	1.0	0.0	0.0	7	100%
47	19/11	a	25/11	0.6	1.0	0.0	0.0	7	100%
48	26/11	a	2/12	0.5	1.0	0.5	1.0	7	100%
49	3/12	a	9/12	0.4	1.0	0.4	1.0	7	100%
50	10/12	a	16/12	0.8	2.0	0.6	1.0	7	100%
51	17/12	a	23/12	0.7	2.0	0.6	1.0	7	100%
52	24/12	a	30/12	0.5	1.0	0.5	1.0	7	100%
53	31/12	a	6/1	0.8	3.0	0.8	2.0	7	100%

Tabla 4.5.1 Monóxido de Carbono

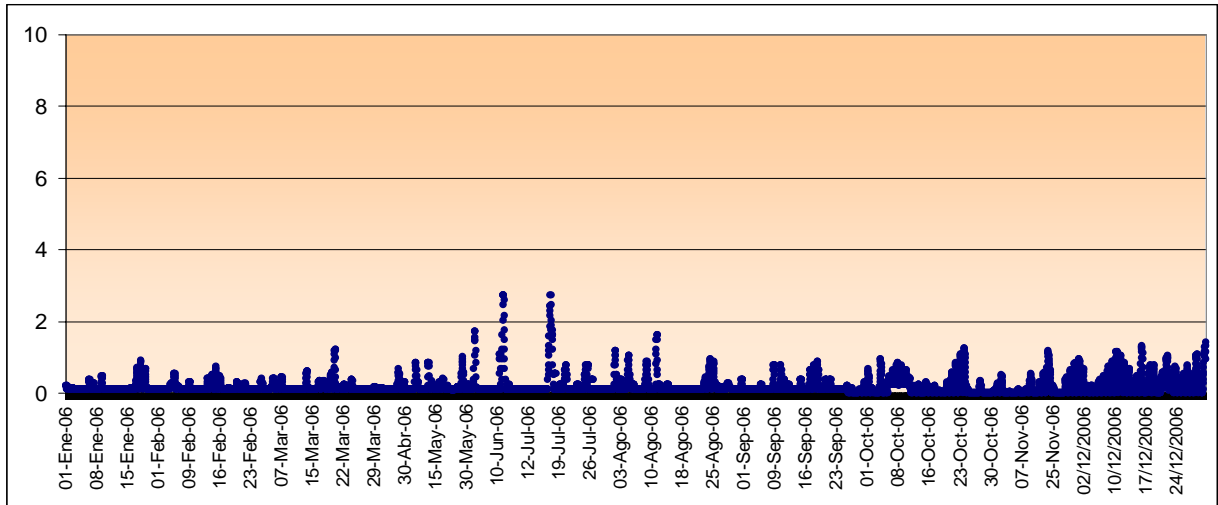
#### 4\_5 Estación Prado

No se registró en el año 2006 ningún evento que supere los niveles de referencia ni para promedio en 1 hora ni para promedio de 8 horas móviles.

En las gráficas 4.5.2 y 4.5.3 se ven los datos individuales por fecha para 1 hora de monitoreo y para 8 horas promedio móvil.



**Gráfico 4.5.2 Monóxido de carbono para una hora de monitoreo estación prado.**

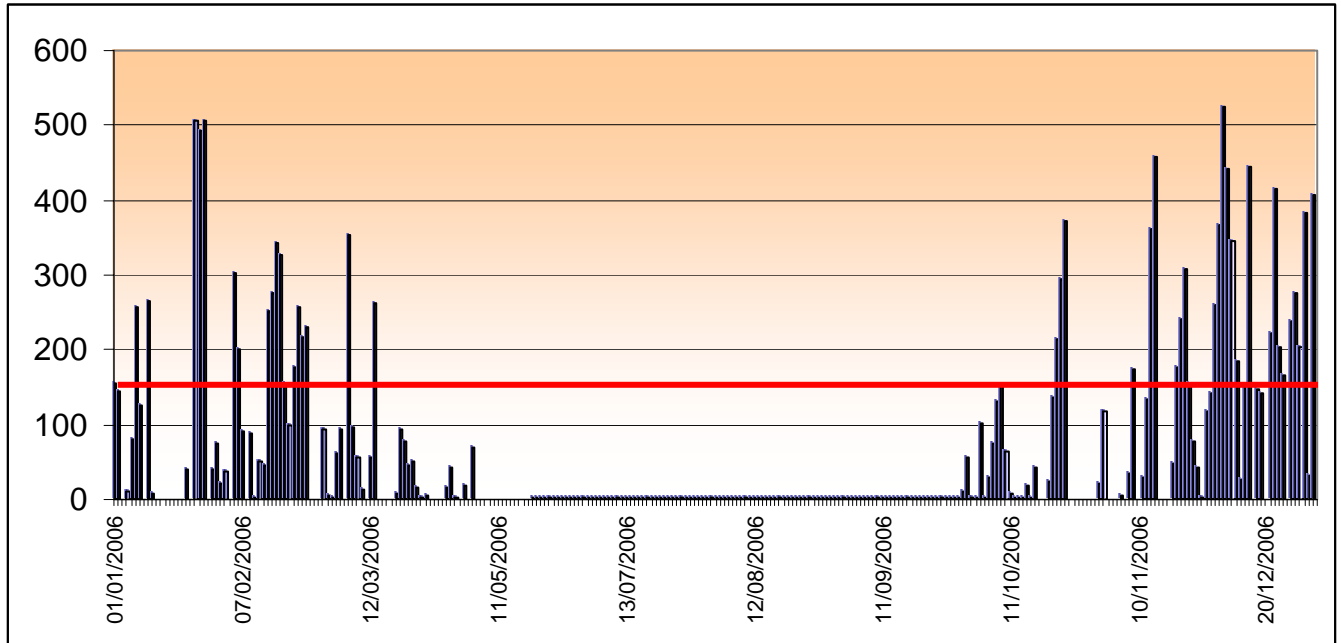


**Gráfico 4.5.3 Monóxido de carbono 8 horas promedio móvil estación prado.**

En el eje de las ordenadas, se marca la concentración de monóxido de carbono, en  $\text{mg/m}^3$ . El máximo de las ordenadas corresponde al valor guía utilizado actualmente,  $30 \text{ mg/m}^3$  para 1 hora de monitoreo, y  $10 \text{ mg/m}^3$  para 8 horas móviles.

### Dióxido de Nitrógeno

Los promedios diarios de los registros de dióxido de nitrógeno, se presentan en la gráfica 4.5.4. Se realizó el monitoreo de dióxido de nitrógeno en la estación Prado en un total de 282 días, distribuidos durante todo el año, entre el 1 de enero y el 31 de diciembre del año 2006.



**Gráfico 4.5.4 Promedios diarios de dióxido de nitrógeno, en ug/m3.**

Como se puede ver se han registrado numerosos eventos donde se superaron los niveles guía de dióxido de nitrógeno para 24 horas de monitoreo. La concentración máxima recomendada para promedios de 1 hora en  $\text{NO}_2$  es de  $320 \text{ ug/m}^3$ . En referencias anteriores a la propuesta presentada por DINAMA se manejó el promedio para 24 horas de  $150 \text{ ug/m}^3$ .

Al igual que en Ciudad Vieja se observa un aumento en las últimas semanas del año; a partir de los primeros días de octubre. Se estableció el mismo criterio que fue explicado en la estación Ciudad Vieja. Debido a la metodología analítica utilizada es probable que estemos ante la presencia de un fenómeno de saturación del sensor. Del análisis de los datos surge que se produjo un incremento de dióxido de nitrógeno pero estos valores están sobrevalorados debido a la técnica analítica empleada. El evento de aparición de dióxido de nitrógeno es evidentemente periódico y estacional, ya que entre mayo y octubre solamente se registró un evento.

En la Tabla 4.5.2 se muestran los resultados semanales del año 2006 de los valores máximos para 24 horas y 1 hora semanales de los registros de dióxido de nitrógeno.

No existen valores de referencia para promedios semanales, por lo tanto se tomará en cuenta el valor máximo observado para la evaluación.

4.5 Estación Prado

Semana			Dióxido Nitrogeno		Dias de la semana	% Dias que funcionó
	Sábado	Viernes	Max 24 horas	Maximo 1 hora		
1	1/1	a 7/1	256	1047	7	100%
2	8/1	a 14/1	265	1133	7	100%
3	15/1	a 21/1	41	193	5	71%
4	22/1	a 28/1	505	1082	2	29%
5	29/1	a 4/2	506	1425	7	100%
6	5/2	a 11/2	302	1053	7	100%
7	12/2	a 18/2	342	1110	7	100%
8	19/2	a 25/2	258	932	7	100%
9	26/2	a 4/3	94	566	6	86%
10	5/3	a 11/3	352	871	5	71%
11	12/3	a 18/3	263	1134	7	100%
12	19/3	a 25/3	94	556	7	100%
13	26/3	a 1/4	43	387	7	100%
14	2/4	a 8/4	69	336	7	100%
15	9/4	a 15/4	0	0	7	100%
16	16/4	a 22/4	0	2	3	43%
17	23/4	a 29/4	0	0	0	0%
18	30/4	a 6/5	0	0	0	0%
19	7/5	a 13/5	0	0	0	0%
20	14/5	a 20/5	0	0	0	0%
21	21/5	a 27/5	18	18	3	43%
22	28/5	a 3/6	18	18	7	100%
23	4/6	a 10/6	18	18	4	57%
24	11/6	a 17/6	0	0	0	0%
25	18/6	a 24/6	0	0	0	0%
26	25/6	a 1/7	0	0	0	0%
27	2/7	a 8/7	18	18	4	57%
28	9/7	a 15/7	18	18	7	100%
29	16/7	a 22/7	18	18	7	100%
30	23/7	a 29/7	18	18	7	100%
31	30/7	a 5/8	18	18	7	100%
32	6/8	a 12/8	18	18	7	100%
33	13/8	a 19/8	18	18	7	100%
34	20/8	a 26/8	196	376	7	100%
35	27/8	a 2/9	18	18	7	100%
36	3/9	a 9/9	18	18	7	100%
37	10/9	a 16/9	18	18	7	100%
38	17/9	a 23/9	18	18	7	100%
39	24/9	a 30/9	18	18	7	100%
40	1/10	a 7/10	103	555	7	100%
41	8/10	a 14/10	152	764	7	100%
42	15/10	a 21/10	42	414	7	100%
43	22/10	a 28/10	372	1102	7	100%
44	29/10	a 4/11	117	498	7	100%
45	5/11	a 11/11	174	594	7	100%
46	12/11	a 18/11	135	594	7	100%
47	19/11	a 25/11	458	841	7	100%
48	26/11	a 2/12	308	1048	7	100%
49	3/12	a 9/12	368	1078	7	100%
50	10/12	a 16/12	524	1477	7	100%
51	17/12	a 23/12	415	1200	7	100%
52	24/12	a 30/12	384	1274	7	100%
53	31/12	a 6/1	538	1477	7	100%

Tabla 2 Dióxido de Nitrogeno – Máximos de 1 hora y 24 horas de monitoreo frecuencia semanal

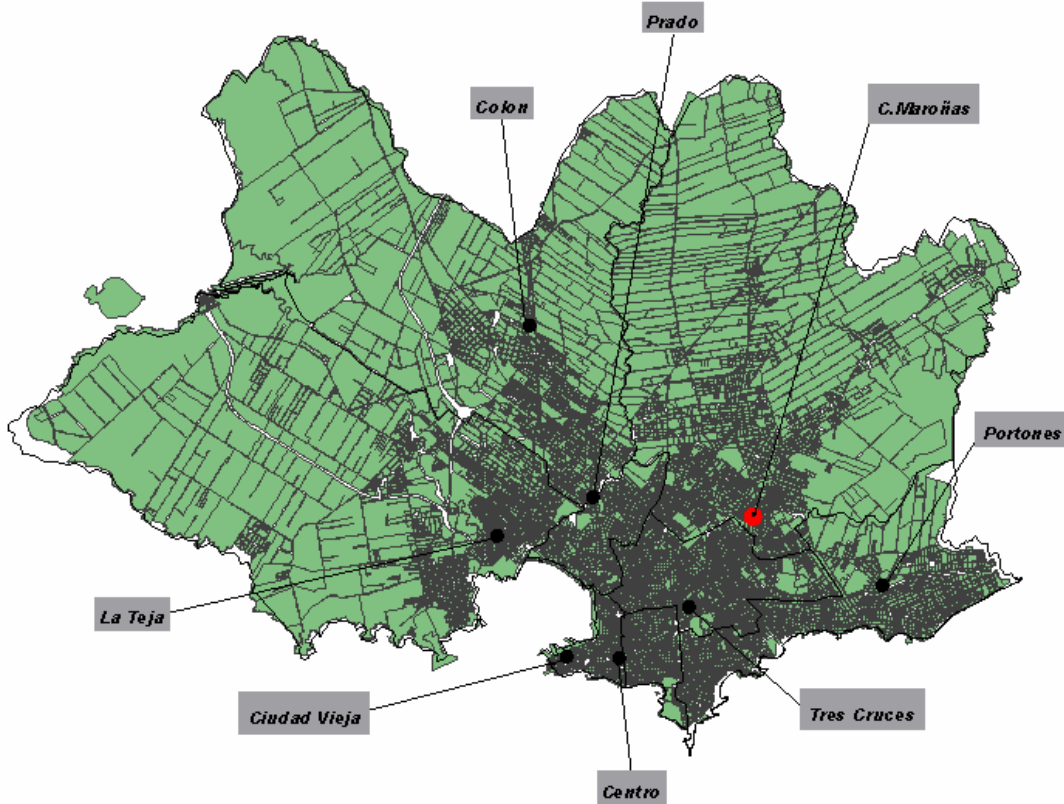
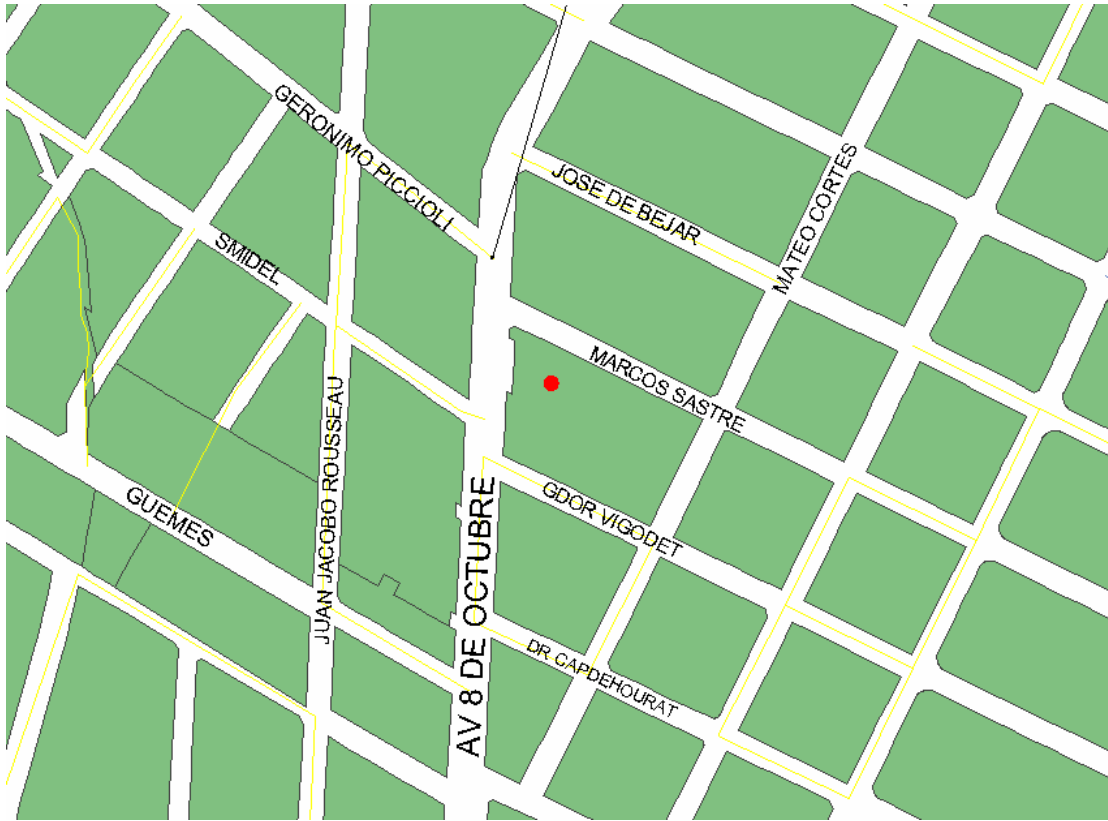
**Capítulo 4 Resumen por estación****Estación 6 - Curva de Maroñas**

Parámetros analizados

Parámetro	Unidades	Técnica o método de Muestreo	Periodo de tiempo evaluado
Partículas Totales en suspensión	ug/m <sup>3</sup>	Gravimetría-Alto Volumen	24 horas



#### 4\_6 Estacion Curva de Maroñas



Ubicación de la estación Curva de Maroñas

**Partículas totales en suspensión (PTS)**

El muestreo de PTS en la Estación 6 - Curva de Maroñas se desarrolló a lo largo de todo el año 2006, no superándose el valor de referencia de 240 ug/m<sup>3</sup> en ninguna oportunidad. En la gráfica 1 se informan los resultados obtenidos en los muestreos correspondientes al 2006.

Fechas	Curva de Maroñas
02/01/2006	43
15/01/2006	31
21/01/2006	27
02/02/2006	18
08/02/2006	17
14/02/2006	58
20/02/2006	79
26/02/2006	87
10/03/2006	63
16/03/2006	36
22/03/2006	52
05/04/2006	52
20/04/2006	23
25/04/2006	44
02/05/2006	67
08/05/2006	38
14/05/2006	32
01/06/2006	96
07/06/2006	52
05/09/2006	86
06/09/2006	128
17/09/2006	43
29/09/2006	82
04/11/2006	60
10/11/2006	67
16/11/2006	47
28/11/2006	33
04/12/2006	26
10/12/2006	71
16/12/2006	32
22/12/2006	53
28/12/2006	63

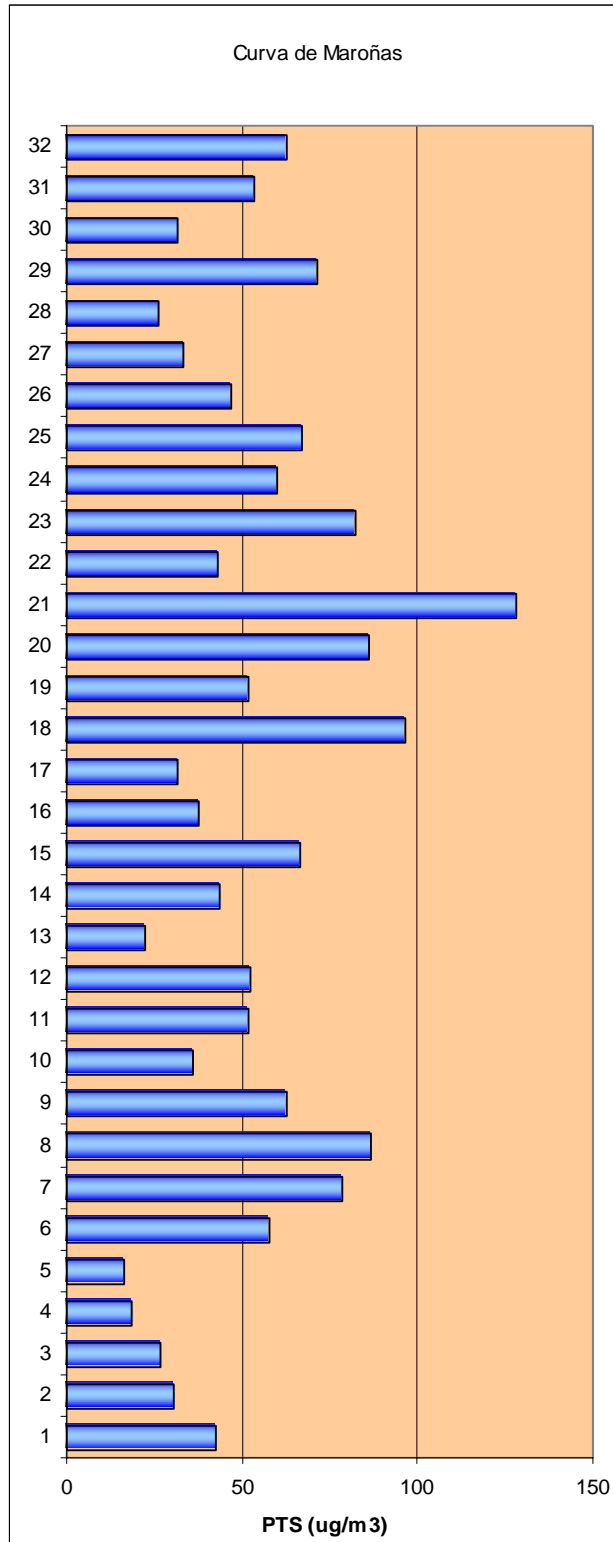


Grafico 4.6.1 Partículas totales en suspensión

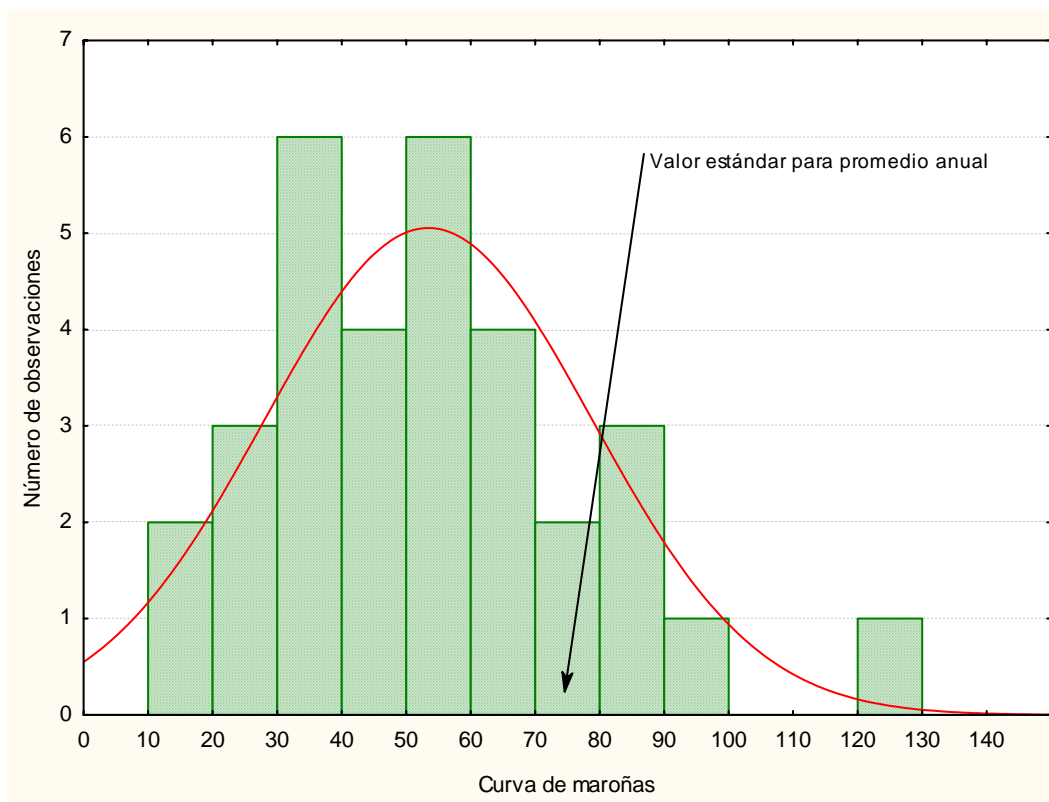


#### 4\_6 Estacion Curva de Maroñas

En la estación Curva de Maroñas se realizaron 32 muestreos. El valor promedio fue 53 ug/m<sup>3</sup>, y el máximo observado 128 ug/m<sup>3</sup>, que se registró en el mes de noviembre, por lo que se puede concluir que en ninguna oportunidad se ha superado el valor guía.

En la gráfica 4.6.2 se observa la distribución de los registros obtenidos y en color rojo la distribución esperable normal. Se puede ver que los valores obtenidos tienen una distribución aproximadamente normal y el valor de 128 ug/m<sup>3</sup> aparece aislado, por lo que sugiere un evento puntual.

El 19 % de las muestras supera el valor promedio anual utilizado.



**Gráfica 4.6.2 distribución de PTS observados**

En conclusión no hay registros que evidencien que se superó el estándar utilizado de 240 ug/m<sup>3</sup>, y que el promedio anual está por debajo del promedio anual de 75 ug/m<sup>3</sup> que corresponde al valor propuesto por el Gesta Aire (ver capítulo 1 de este informe).

**Capítulo 4 - Resumen por estación**

**Estación 7 Portones de Carrasco**

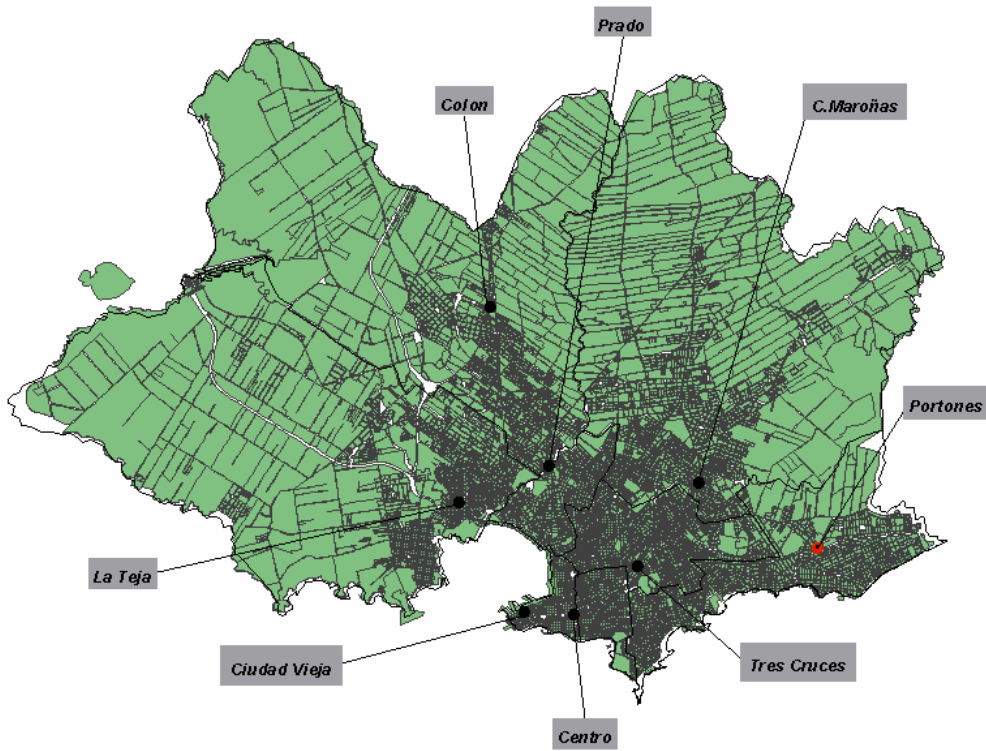
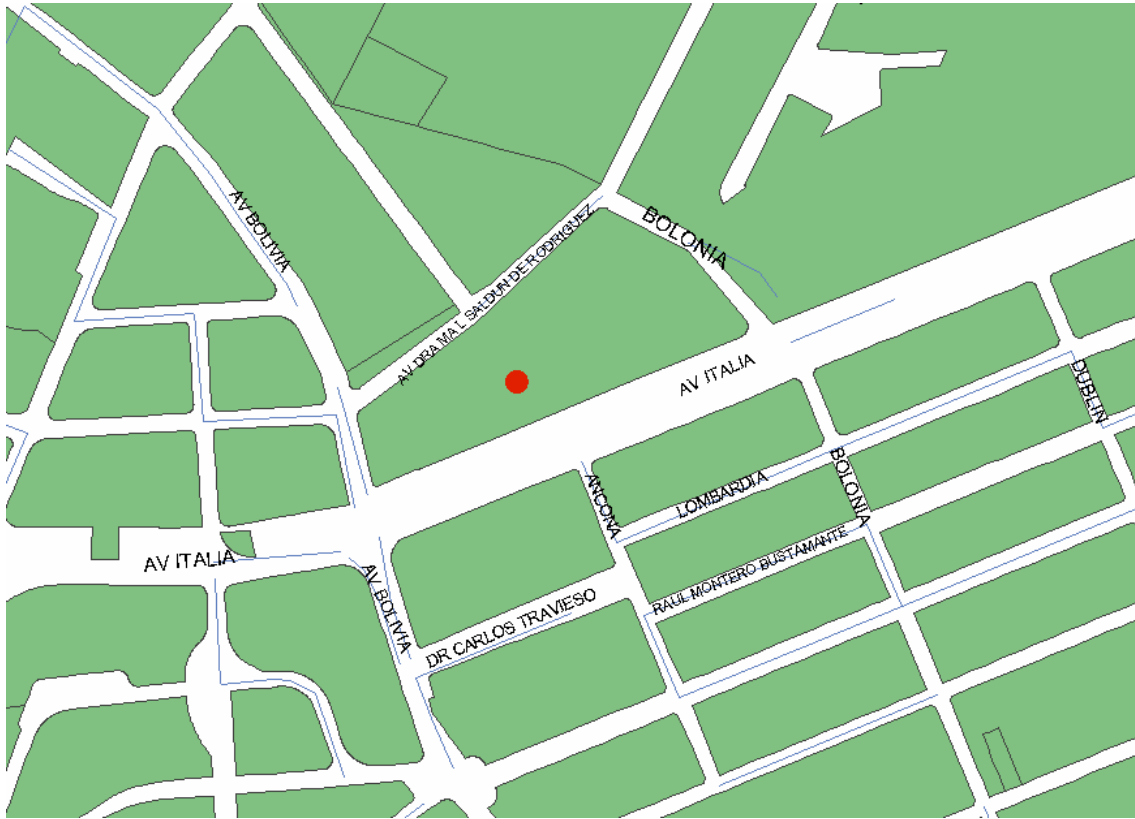
Parámetros analizados

Parámetro	Unidades	Técnica o método de Muestreo	Periodo de tiempo evaluado
Dióxido de Azufre	ug/m3 como Acidez	Valoración de acidez	24 horas
Humo Negro	ug/m3	Reflectometría	24 horas

Tren de Monitoreo para determinación de Dióxido de Azufre y Humo Negro.



#### 4\_7 Estacion Portones de Carrasco



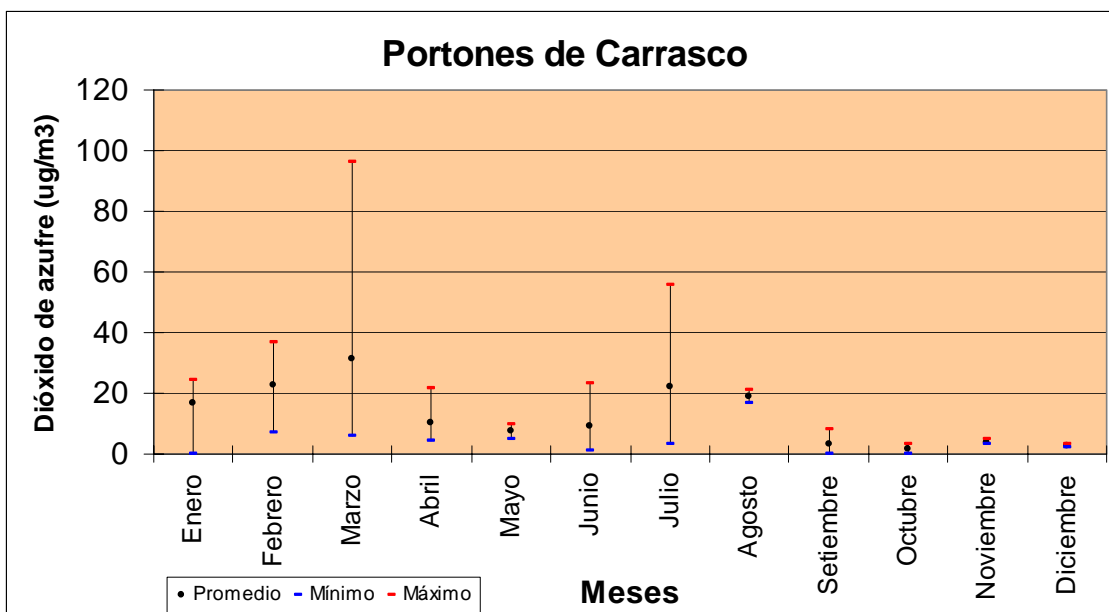
Ubicación de la estación Portones

La estación se encuentra en el estacionamiento de Portones Shopping desde el año 2003

**Dióxido Azufre (determinado como acidez)**

En esta estación funciona un tren de monitoreo que permite evaluar la concentración de dióxido de azufre en 24 horas, similar a la existente en Ciudad Vieja.

Los valores guía corresponden a 150 ug/m<sup>3</sup> para 24 horas de monitoreo, no superándose en los meses que se realizó el monitoreo. A su vez, el promedio anual de esta estación se encuentra por debajo de 60 ug/m<sup>3</sup> que corresponde al valor de referencia para este contaminante.



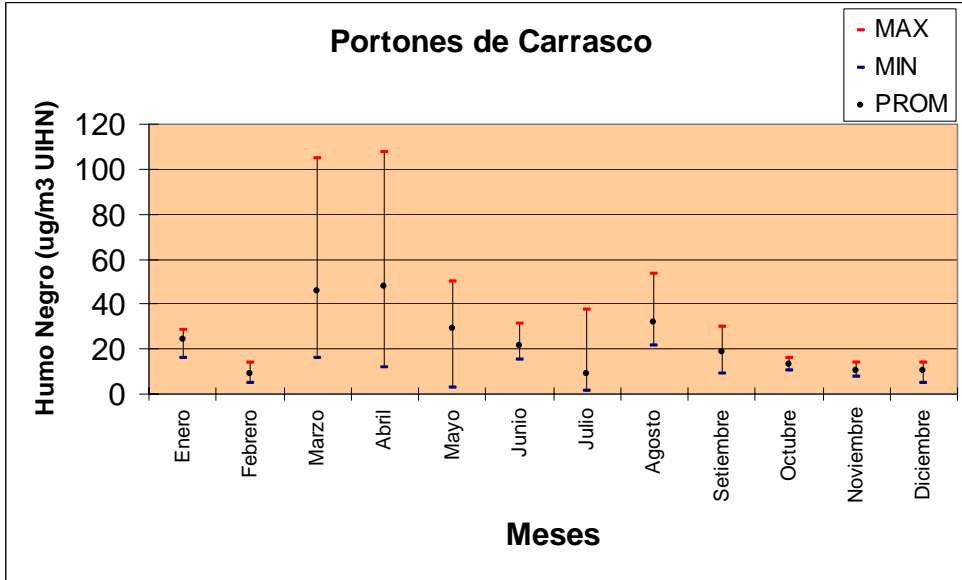
Gráfica 4.7.1 Dióxido de azufre mensual

Mes	Numero de muestras	Promedio (ug/m3)	Máximo (ug/m3)
Enero	5	17	24
Febrero	7	23	37
Marzo	5	32	96
Abril	4	10	22
Mayo	8	7	9
Junio	5	9	23
Julio	4	22	56
Agosto	2	19	21
Setiembre	6	3	8
Octubre	3	2	3
Noviembre	2	4	5
Diciembre	2	3	3
total	53	14	96

Tabla 4.7.1- Dióxido de azufre año 2006

### Humo Negro

Los resultados obtenidos en el año 2006 son inferiores a los niveles de referencia de 150 ug/m<sup>3</sup> para 24 de exposición, y el promedio anual es del orden del valor de referencia que corresponde a 60 ug/m<sup>3</sup>.



Gráfica 4.7.2 Humo Negro mensual

MES	Número de datos	Promedio ug/m3	Máximo (ug/m3)
Enero	4	24.0	28.5
Febrero	7	9.1	14.2
Marzo	5	46.0	105.1
Abril	4	47.9	107.2
Mayo	8	29.1	49.9
Junio	3	21.6	31.5
Julio	6	9.4	37.8
Agosto	4	32.2	53.7
Setiembre	6	18.8	29.5
Octubre	6	13.0	16.1
Noviembre	4	10.7	13.7
Diciembre	4	10.2	14.0
<b>total</b>	<b>61</b>	<b>21.9</b>	<b>107.2</b>

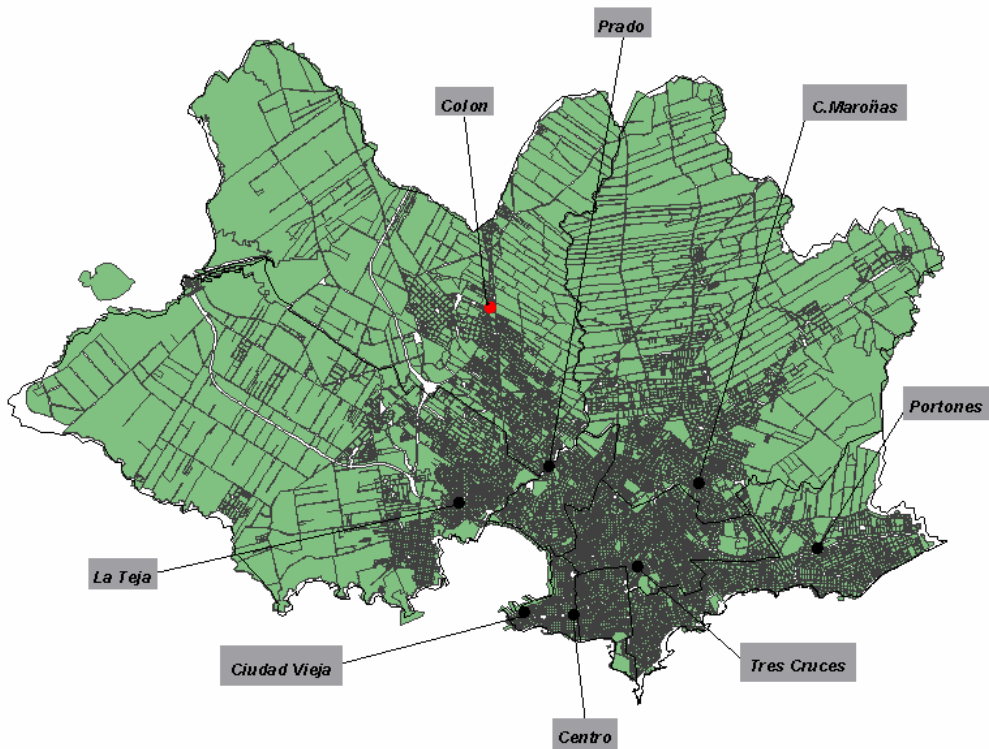
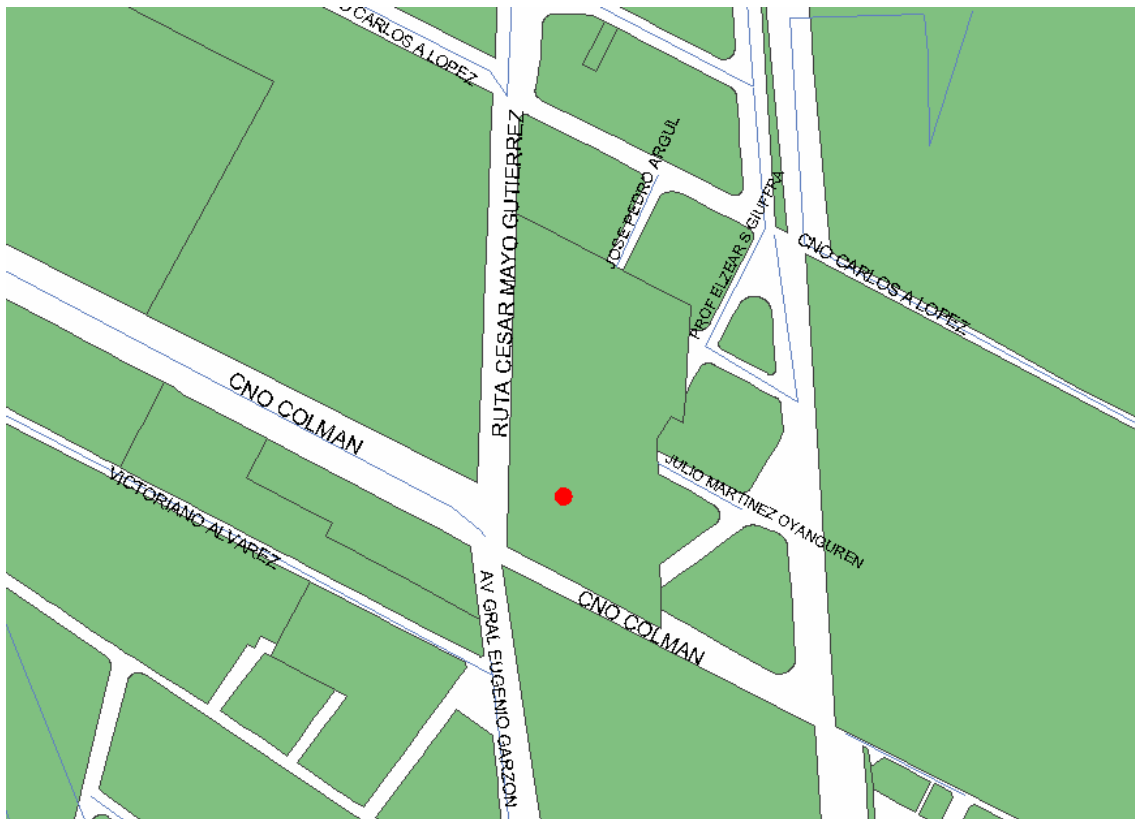
Tabla 4.7.2 Humo Negro

**Capítulo 4 Resumen por estación****Estación 8 - Colón**

Parámetros analizados

Parámetro	Unidades	Técnica o método de Muestreo	Periodo de tiempo evaluado
Partículas Totales en suspensión	ug/m3	Gravimetría-Alto Volumen	24 horas





Ubicación de la estación Colón

**Material Particulado****Partículas Totales en Suspensión (PTS)**

El muestreo de PTS en la Estación 8 Colón, funcionó a partir de noviembre del 2006. por lo que los datos recabados son insuficientes para realizar una evaluación anual.

En la tabla 4.8.1 se presentan los valores obtenidos para el promedio de las estaciones funcionando el mismo día, y le estación colón. Es posible observar que el valor e registrado en Colón en tres oportunidades es inferior al promedio del Departamento y en otras tres oportunidades supera el valor promedio departamental. Cabe destacar que no se superó el valor de referencia de 240  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en ninguna oportunidad.

Fecha	Promedio en el departamento ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Valor en Colón ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
29/10/2006	32	62
04/11/2006	62	123
16/11/2006	78	42
22/11/2006	65	14
28/11/2006	23	14
10/12/2006	37	83
Promedio		56
Máximo		123
Nº veces que se excede el valor guía		0
Días muestreados		6

**Tabla 4.8.1 registros de material particulado total**

Los muestreos continuaran con el régimen semanal similar al de toda la red durante el año 2007.



## Capítulo 5

### Comparación con datos históricos

El registro sistemático de los datos en períodos de varios años, permite evaluar tendencias que se enmascaran con las variaciones estacionales cuando se consideran dentro del mismo año.

La red de calidad de aire de Montevideo comenzó a consolidarse en el año 2005, por lo que no es posible establecer valores comparativos para toda la red respecto a años anteriores. No obstante, la Intendencia Municipal de Montevideo inició un monitoreo parcial de la calidad del aire de la ciudad, desde el año 1979 cuando participó en la red PanAire de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y desde entonces continuó desarrollando actividades en este sentido. Por consiguiente, es posible realizar una comparación con datos históricos en algunos parámetros.

### Gases

Se comparan los datos de la Estación de Monitoreo Automática (EMA) ubicada en el Centro de Montevideo (Estación 2) registrados en los años 2004 y 2006 (en el año 2005 no funcionó)

En la tabla 5.1 se puede comparar los gases evaluados en la estación del centro. Se presentan el máximo valor en el período de monitoreo observado en los años 2004 y 2006 y los días que se monitoreó efectivamente en cada año

	Dioxido de azufre (ug/m3)		Dioxido de nitrógeno (ug/m3)		Ozono (ug/m3)		Monóxido de carbono (mg/m3)	
	promedio 24 horas		promedio 1 hora		8 horas promedio móvil		promedio 1 hora	
	2004	2006	2004	2006	2004	2006	2004	2006
Máximo valor observado	37	34	21	10	12	47	-----	23
Días que abarca el monitoreo	298	348	298	348	298	348	-----	198
% de días que se excedió el valor guía utilizado	0	0	0	0	0	0	-----	0
Valor guía utilizado	125		320		120		30	

**Tabla 5.1 Valores comparativos de 2004 - 2006**

Para el Ozono, el máximo valor promedio y el valor guía utilizado corresponde a 8 horas móviles

Son muy pocos datos para establecer tendencias, pero se destaca que en ninguna oportunidad se observaron valores superiores a los valores guía, en dicha estación.

En lo que refiere a Ciudad Vieja, en lo que refiere a la estación de gases con sensores potenciométricos, se evalúan los promedios obtenidos en los años 2005 y 2006. (El equipo comenzó a funcionar en dicha ubicación en el año 2005)

## 5\_Comparación Histórica

Ciudad Vieja	Dióxido de nitrógeno		Dióxido de azufre		Monóxido de carbono	
	ug/m <sup>3</sup>		ug/m <sup>3</sup>		mg/m <sup>3</sup>	
	2005	2006	2005	2006	2005	2006
Promedio (Anual)	3	26	1	27	7	5
Máximo (1 hora)	88	100	74	69.3	93	33.7
Días muestreados	107	131	107	131	107	179
% excedencia (1 hora)	0	0	0	0	22%	1%
Valor Guia anual	75		60		****	
Valor Guia 1 hora	320		125		10	

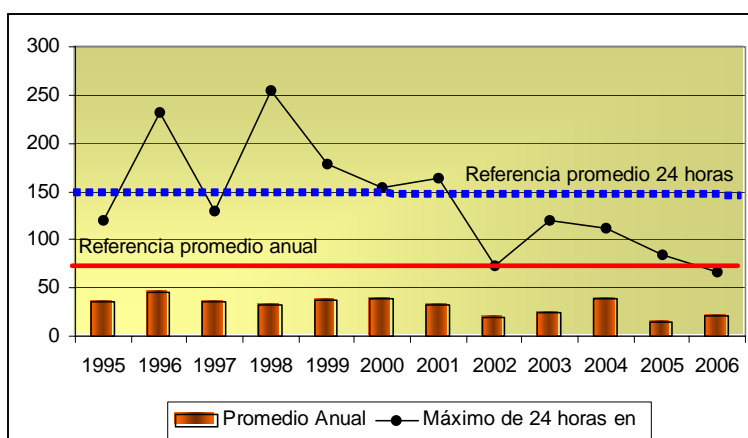
**Tabla 5.2 comparación valores Ciudad Vieja, 2005 - 2006**

En el caso de los promedios, es posible ver que el monóxido de carbono, presenta valores muy similares los dos años, no así en los máximos observados que son tres veces mayores en el año 2005. Es posible ver que las excedencias en monóxido de carbono son muy superiores en el año 2005

Los valores promedio anuales de dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre, no son del mismo orden pero en ambos años los promedios anuales son bajos.

El tren de monitoreo para la determinación de dióxido de azufre descrito en el capítulo 2, ubicado en la Ciudad Vieja, funciona desde el año 1995 por lo que el análisis de los resultados anuales del mismo, permite observar la evolución en los últimos 12 años. En la tabla 5.2 y gráfica 5.1 se presentan el promedio anual de cada año y el valor máximo de 24 horas obtenido en el año para la estación Ciudad Vieja.

Es posible observar que los máximos de 24 horas de exposición, registrados corresponden al año 1998, con una caída pronunciada en el año 2002. En el año 2003 aumentó el valor máximo encontrado sin llegar al máximo encontrado en el año 2001. A partir del año 2004 se evidencia un descenso en los valores observados de dióxido de azufre. En el año 2005 se produjo el cambio de circulación vehicular en la Ciudad Vieja, que involucra tanto el transporte de pasajeros como el recorrido de las líneas de ómnibus y el número de unidades que circulan.



**Gráfico 5.1 Máximo y Promedios de Dióxido de Azufre presentes en la estación Ciudad Vieja**

## 5\_ Comparación Histórica

Los valores promedios observados, sin embargo, se mantienen dentro del mismo rango con una disminución en el 2002 y en el 2005; en ambos casos se continúa con la tendencia observada en los máximos, y es factible de ser explicada de igual manera. La dispersión de los datos observados en el año 2006 ha disminuido respecto a años anteriores, es decir que ha disminuido la diferencia entre el valor máximo observado en el año y el valor promedio anual.

En la Tabla 5.3 se presentan, los resultados obtenidos de dióxido de azufre en Ciudad Vieja desde 1995. El número de datos refiere al número de muestreos realizados en el año. En los últimos años se han reducido los muestreos anuales para acompararlo al funcionamiento de la red de vigilancia de la calidad del aire, que está funcionando desde el 2004.

Año	No de muestras	Promedio Anual	Máximo de 24 horas en
1995	141	36	120
1996	203	46	232
1997	194	35	130
1998	188	32	254
1999	162	38	178
2000	120	38	155
2001	91	32	165
2002	173	19	72
2003	152	25	119
2004	86	38	112
2005	41	15	85
2006	51	21	67

**Tabla 5.3 Promedio anual y máximos observados de dióxido de azufre en ciudad vieja. Los datos están expresados en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .**

La estación Prado de sensores potenciométricos, funcionó con normalidad en el año 2006, para dióxido de nitrógeno y monóxido de carbono. Como observa en la tabla 5.4 no hay variaciones importantes en los datos registrados. Al igual que lo informado en lo que respecta a la estación Ciudad Vieja, el período de monitoreo es insuficiente para arribar a conclusiones definitivas.

Prado	Dióxido de nitrógeno		Monóxido de carbono	
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\text{mg}/\text{m}^3$	
	2005	2006	2005	2006
Promedio (Anual)	54	127	1	0.1
Máximo (1 hora)	1419	1477	410	5
Días muestreados	141	282	141	248
% excedencia (1 hora)	20%	30%	1%	0
Valor Guía anual	75		****	
Valor Guía 1 hora	320		10	

**Tabla 5. 4 Comparación Prado 2005-2006**

## Material Particulado

### Humo Negro

En el tren de monitoreo descrito en el capítulo 2 bajo el título de tren de monitoreo para dióxido de azufre y humo negro, son retenidas las partículas asociadas directamente con las emisiones provenientes del transporte, caracterizado como humo negro. La estación que se evalúa, funciona conjuntamente para dióxido de azufre y humo negro en la Ciudad Vieja desde 1995. En los últimos 10 años se observa que solamente en los años 2002, 2004, 2005 y 2006 no se superaron los valores recomendados para 24 horas ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Es de destacar que desde el inicio del monitoreo en la zona, nunca se superó el valor guía para el promedio anual. La disminución en el 2005 puede estar asociada a un cambio en la circulación del transporte colectivo, que se llevó adelante en los primeros meses del año y que se confirma con el mantenimiento de la tendencia en el presente año.

En la tabla 5.5 se presentan los datos que corresponden a promedios y máximos obtenidos en **Ciudad Vieja**, donde se puede observar, al igual que en el dióxido de azufre, que la diferencia entre el máximo observado y el valor promedio ha disminuido en el presente año.

Es posible observar que el dióxido de azufre y el humo negro, determinado en esta estación, siguen en líneas generales la misma tendencia, lo que permite suponer que el origen de la concentración del contaminante está asociado a la misma fuente.

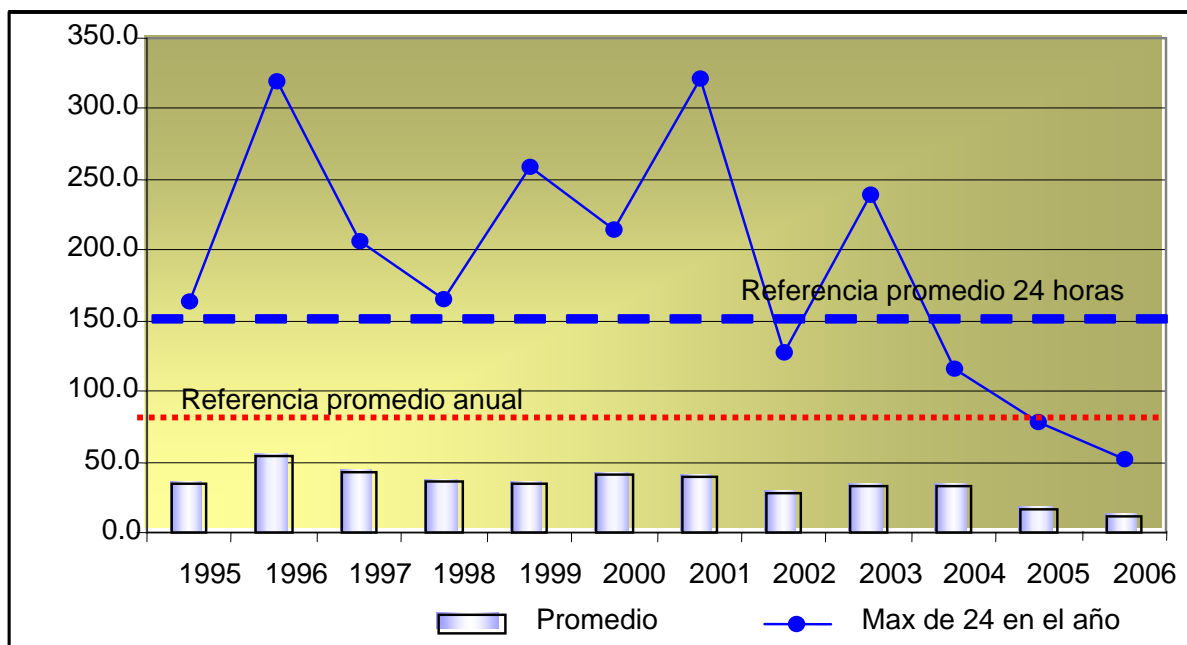


Gráfico 5.2 Humo Negro Ciudad Vieja 1995 a la fecha UIHN ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

## 5\_Comparación Histórica

Año	Promedio (ug/m3 de UIHN)	Maximo observados en 24 horas durante el año
1995	35	163
1996	55	320
1997	43	205
1998	37	164
1999	34	259
2000	41	214
2001	40	321
2002	29	126
2003	32	238
2004	33	116
2005	17	78
2006	12	51

Tabla 5.5 valores promedio y máximos de 24 horas de monitoreo en la estación 1 Ciudad Vieja desde 1995 a 2006. UIHN corresponde a Unidades Internacionales de Humo Negro.

### **Material Particulado Total**

En el año 2003 comenzó la implementación de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire para la ciudad de Montevideo. Durante los años 2003 y 2004, en colaboración con la Dirección Nacional de Medio Ambiente, se realizó una campaña de diagnóstico para establecer la situación de base, y optimizar la ubicación de las estaciones.

En la tabla 5.6 se muestra el resumen de los resultados obtenidos en los últimos 4 años para el total de estaciones ubicadas en Montevideo.

En ninguna oportunidad se superó el valor de referencia de 240 ug/m3 y los promedios anuales son sensiblemente inferiores al valor de 75 ug/ m3 que corresponde al nivel guía.

	Año 2003	Año 2004	Año 2005	Año 2006
Promedio anual	30	42	46	45
Máximo Observado	137	126	115	100
Días que se excede el valor guía	0	0	0	0
Nº de muestras analizadas	136	320	129	159

Tabla 5.6: Material Particulado Total. Promedio de todos los registros de Montevideo.

## *5\_Comparación Histórica*

Se observa que los valores promedio anual de los últimos tres años se mantienen relativamente constantes.

La diferencia observable con el primer año es probablemente debido a que en el año 2003, la red no funcionó el año completo. Las primeras estaciones comenzaron a funcionar en mayo, completándose la instalación de las 7 estaciones que conformaron la primera etapa a comienzo del año 2006. El promedio del año 2003 informado, corresponde entonces a los meses de mayo a diciembre.

La diferencia en el número de muestras analizadas se debe a modificaciones en el programa de monitoreo. En los años 2003 y 2004 los muestreos se realizaban 7 días al mes cuidando de cubrir todos los días de la semana (de lunes a viernes). A partir del año 2005, la frecuencia de muestreo se modificó según el programa recomendado por Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de América (EPA) realizando un monitoreo de 24 horas cada 6 días.

## Capítulo 6

### Monitores Pasivos

Los monitores pasivos han tomado mayor relevancia en el monitoreo ambiental en la última década con la aparición de diferentes tipos y adsorbentes diversos a nivel comercial. Se basan en la difusión del contaminante en el aire que no es forzado hacia el detector por ningún medio mecánico.

Estos dispositivos son muy sencillos de colocar, no requieren conexión a la red, permiten monitorear la presencia de sustancias en el aire en lugares remotos y son de bajo costo. La desventaja mayor es que para obtener valores medibles de contaminante se deben dejar expuestos un mínimo de una semana y un máximo de un mes (típicamente 14 días), por lo que los valores evaluados corresponden a un promedio del periodo de tiempo de exposición. Otra desventaja es que los valores obtenidos por esta metodología tienen una incertidumbre metodológica asociada, relativamente alta.

#### **Dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno**

El Laboratorio de Calidad Ambiental de la IMM evalúa el uso de esta metodología desde hace aproximadamente cinco años. En el año 2004 se realizaron varias campañas en toda la ciudad con un diseño de monitores desarrollado por el propio Laboratorio. A partir de esa experiencia se validó la metodología analítica para dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno. En ambos casos se utilizó espectrofotometría ultravioleta visible para la determinación de la concentración.

No fue posible con ese diseño, correlacionar la concentración de sustancia retenida con la concentración ambiental. Sin embargo, se pudieron establecer niveles diferenciales de presencia de la sustancia en diversos puntos del departamento.

En el año 2006 se adquirieron monitores pasivos comerciales del tipo tubo Palmes para la determinación de dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre. En la foto 1 se muestran este tipo de monitores para dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno

La metodología que emplean es esencialmente similar pero los coeficientes de difusión de los contaminantes es conocido, por lo que es posible correlacionar las concentraciones adsorbidas en el monitor con la concentración en el aire.

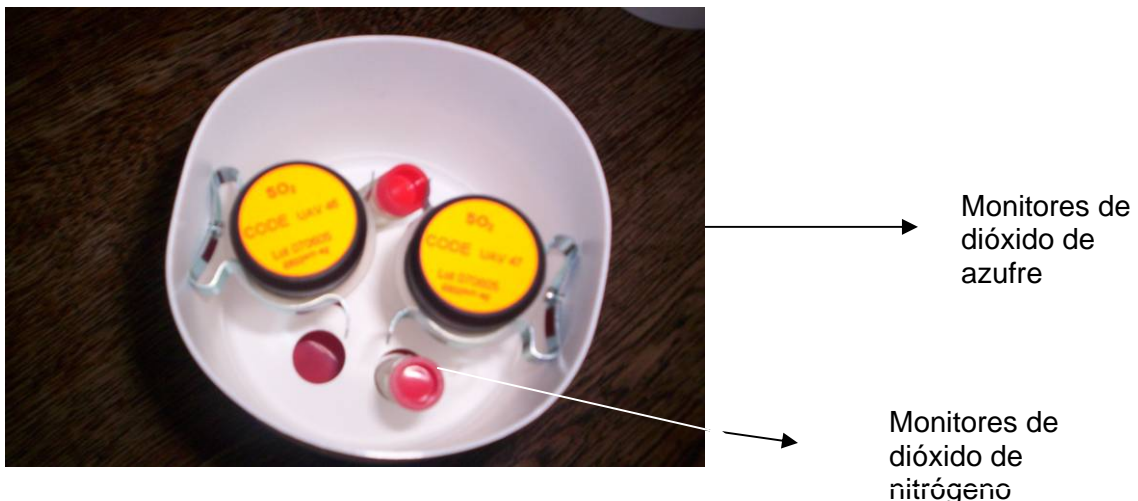


Foto 1- Monitores Pasivos para la determinación de  $\text{SO}_2$  y  $\text{NO}_2$

## 6- Monitores Pasivos

En este año se realizaron pruebas de validación de los pasivos y de correlación con las estaciones automáticas. Se estandarizaron los procedimientos analíticos y se encontraron los tiempos óptimos de exposición para nuestra ciudad.

A partir de este trabajo se establecieron para el año 2007, monitoreos de 14 días de exposición y se planificaron dos campañas para el año.

**Campaña Ciudad Vieja:** 10 puntos de muestreo en Ciudad Vieja, distribuyéndolos de acuerdo a un diseño experimental de punto central para evaluar la dispersión de estos contaminantes (dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno) en la zona. La campaña completa consiste en tres monitoreos, entre los meses de abril y julio.

**Campaña Estacional General:** tres evaluaciones con 15 puntos de muestro en todo el departamento, a partir del otoño del 2007.

Los monitores se colocan en forma manual como en cartelería publica o en plazas como se puede ver en la foto 2, donde se está colocando un monitor en la rambla de Montevideo.



Foto 2: Ubicación de un monitor en la campaña Ciudad Vieja.

### Ozono

El ozono aparece en el aire de la ciudad, como un contaminante secundario, es decir que no se emite directamente, sino que se genera a partir de hidrocarburos y dióxido de nitrógeno. Aparece como un problema en las zonas donde se encuentra aire envejecido, en presencia de luz solar abundante.

La metodología analítica para la medida de ozono ambiental es relativamente compleja y costosa. En el departamento de Montevideo se dispone de un equipo que permite medir ozono, que está ubicado en la estación automática de gases en el centro de la ciudad.

Sin embargo, no se ha realizado una campaña de diagnóstico para evaluar la incidencia del ozono en todo el departamento, ya que el único equipo existente no es móvil. Es por ello que se evaluó la conveniencia de utilizar monitores pasivos para determinar la distribución del ozono. Para esto, durante el 2006, se validó la metodología analítica que se utilizará para la determinación de ozono.



## 6- Monitores Pasivos

Se ha planificado para el año 2007 una campaña de determinación de ozono de tres monitoreos estacionales empezando en otoño, coincidente con las campañas de dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno.

En la foto 3 se muestra los monitores pasivos de ozono, que están siendo verificados en el Laboratorio de Calidad Ambiental y que se utilizarán a partir del año 2007.



Foto 3: Monitores Pasivos para la determinación de ozono estratosférico

## Capítulo 7

### Índice de calidad de aire (ICAire)

El cometido de una red de monitoreo incluye como paso fundamental que los datos recabados sean adecuadamente comunicados y estén disponibles a quien así los requiera.






La comunicación de los datos recabados se realiza a través de informes anuales, y de la Unidad Estadística de la Intendencia Municipal de Montevideo, ambos a través del sitio web municipal ([www.montevideo.gub.uy](http://www.montevideo.gub.uy)).

Estos datos son importantes a la hora de tomar decisiones técnicas en el departamento. Sin embargo, uno de los desafíos planteados es establecer mecanismos de comunicación más ágiles con la población, que posibiliten difundir los registros y las conclusiones de los monitoreos de la red de vigilancia de la calidad del aire en forma periódica.

Alguno de los problemas a que es necesario hacer frente, es debido a que la diversidad de sustancias evaluadas y los diferentes tipos de monitoreo, hacen muy confusa la información para las personas que no están habituadas a estos temas. A efectos de hacer más comprensible los resultados se establece un **Índice de Calidad de Aire (ICAire)**.

El Índice de calidad de aire, transforma las concentraciones de los diferentes contaminantes a una escala arbitraria, igual para todos, que permite rápidamente evaluar si se encuentran sobre los niveles de referencia utilizados y, en caso afirmativo, cuánto sobrepasan dicho valor.

Se han establecido cinco categorías de Calidad del Aire en una escala de 1 a 400 de la siguiente forma:

<i>Nivel 1</i>	<i>0 a 50</i>	<i>Buena</i>		<i>Situación favorable a la realización de todo tipo de actividades</i>
<i>Nivel 2</i>	<i>51 a 100</i>	<i>Aceptable</i>		<i>Calidad aceptable para la mayoría de las personas</i>
<i>Nivel 3</i>	<i>101 a 200</i>	<i>Inadecuada</i>		<i>Aparición de molestias en personas sensibles</i>
<i>Nivel 4</i>	<i>201 a 300</i>	<i>Mala</i>		<i>Molestias e intolerancia en personas con padecimiento respiratorio</i>
<i>Nivel 5</i>	<i>301 a 400</i>	<i>Muy Mala</i>		<i>Aparición de síntomas e intolerancia en la población</i>

Para definir el ICAire de cada estación se toma un período de una semana. Se calculan los índices de todos los parámetros evaluados en dicha estación y se establece que el Índice que caracteriza la zona en estudio corresponde al peor valor obtenido en el período de referencia. El parámetro con el que se obtuvo el mayor ICAire se denomina Parámetro Crítico.

Las categorías que se manejan son:

**Buena:** Si el ICAire está entre 0 y 50, se considera que la calidad del aire es satisfactoria y no existe riesgo para actividades al aire libre.

**Aceptable:** Si el ICAire se encuentra entre 51 y 100, la calidad del aire es aceptable. A pesar de que existen algunos contaminantes presentes en el aire, los niveles en que

se encuentran no presentan riesgos para la mayoría de la gente, siendo posible que algunas personas especialmente sensibles se vean afectadas.

**Inadecuada:** Aparición de molestias en personas sensibles cuando el ICAire está entre 101 y 200. En general, la mayoría de la gente no se ve afectada cuando el ICAire se encuentra en estos niveles.

**Mala:** Cualquier persona puede comenzar a sentir efectos en salud. Los valores de ICAire entre 201 y 300 pueden provocar efectos severos en los individuos sensibles.

**Muy mala:** Los ICAire mayores a 301 significa que la presencia del contaminante puede provocar efectos en salud en cualquier persona.

Para establecer el índice se tomaron en cuenta diversas experiencias exitosas de otros países latinoamericanos en cuanto a la efectividad de la comunicación por este medio. Los límites que se utilizaron para establecer las diferentes categorías de la calidad del aire surgen a partir de los niveles sugeridos por el Grupo de Estandarización (GESTA-Aire) de la Comisión Técnico-Asesora de Medio Ambiente, COTAMA.

Las categorías están asociadas a colores, tal como puede observarse en la siguiente tabla, y se han georreferenciado las diferentes estaciones con el fin de indicar la calidad del aire en el mapa de Montevideo a través de dichos colores. De esta manera, con una simple referencia de colores se evidencia la calidad del aire en las diferentes zonas del Departamento.

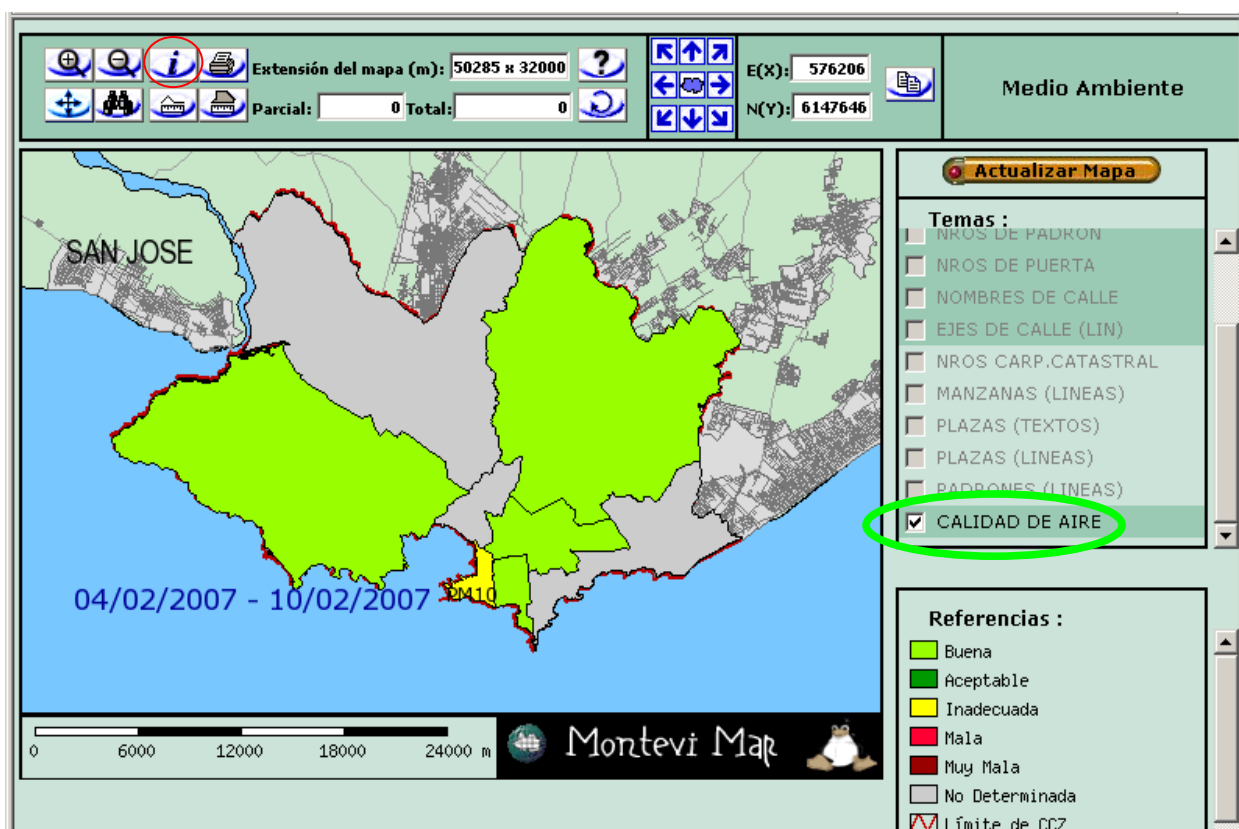


Figura 7.1. Página de sitio donde se publican los informes semanales y cómo acceder al sitio.

## 7-Índice de calidad de aire

En la imagen anterior se muestra el sitio web de la Intendencia Municipal de Montevideo donde se publican los resultados semanales del Índice de calidad del aire. La dirección URL a consultar es <http://intgis.montevideo.gub.uy/sit/index.htm>.

A través de esa dirección se ingresa a la página correspondiente al Sistema de Información Geográfica Municipal. Para acceder a la información de la calidad del aire de Montevideo, se deberá proceder de la siguiente manera:

1. Seleccionar *Mapas On- Line*, lo que permitirá ingresar al menú de los diferentes mapas disponibles para Montevideo.
2. Seleccionar en el menú la línea *Medio Ambiente*.
3. En el recuadro *Temas*, marcar el ítem *Calidad de Aire* (“clickear” en el cuadrado que lo antecede – ver Figura 7.1.).
4. Oprimir el botón *Actualizar Mapa*.

Como resultado, se podrán observar los índices de calidad de aire para el Departamento de Montevideo en la semana correspondiente, en base a la escala de colores establecida (aclarado en el recuadro de *Referencias* en la misma página).

A través del botón *i* (señalado en rojo en la Figura 7.1., ubicado en la barra de herramientas en margen superior izquierdo en la página web), se podrá obtener mayor información por zona, señalando en el mapa la zona de interés. De esta forma, se despliega una pantalla con la siguiente información:

- valor del ICAire,
- localización de la estación,
- equipos de monitoreo utilizados,
- contaminante crítico, en caso de ICAire superior a 50.
- fecha que abarca el monitoreo y la información suministrada
- observaciones.

## Capítulo 8

### Conclusiones

En el año 2006 la red de vigilancia de la calidad del aire de Montevideo funcionó en forma regular todo el año, por lo cual se han recabado datos de Material Particulado Total, Material Particulado menor a 10  $\mu\text{m}$  de diámetro, Humo Negro, Monóxido de Carbono, Dióxido de Nitrógeno, Dióxido de Azufre y Ozono para la ciudad de Montevideo. En el año se contó con 7 estaciones ubicadas en Ciudad Vieja, Centro, La Teja, Tres Cruces, Prado, Curva de Maroñas y Portones de Carrasco, instalándose una nueva estación de monitoreo en la zona de Colón a partir del mes de noviembre.

#### Monitoreo de Gases

En general en el año 2006 la calidad del aire fue Buena o Aceptable, no habiéndose registrado para la ciudad de Montevideo valores de alarma respecto a las concentraciones de gases.

En el año 2006 en las estaciones Ciudad Vieja y Prado, se observaron algunas situaciones puntuales donde se superan los valores de referencia, discutidas en cada capítulo en particular.

En la tabla adjunta se resumen los valores promedio anual registrados para los gases evaluados:

Promedio de todos los registros		Estaciones	Referencia Nacional
<b>Monóxido de carbono</b>	<b>1.5 mg/m<sup>3</sup></b>	Ciudad Vieja, Centro, Prado	-----
<b>Dióxido de azufre</b>	<b>30 ug/m<sup>3</sup></b>	Ciudad Vieja, Centro, Prado y Portones de Carrasco	60 ug/m <sup>3</sup>
<b>Dióxido de nitrógeno</b>	<b>49 ug/m<sup>3</sup></b>	Ciudad Vieja, Centro, Prado	75 ug/m <sup>3</sup>
<b>Ozono</b>	<b>13 ug/m<sup>3</sup></b>	Centro	---

No se dispone de valores de referencia a nivel nacional para los promedios anuales de monóxido de carbono y ozono.

#### Monitoreo de Material Particulado

En el año 2006 no se superó ninguno de los valores guía utilizados para evaluar el material particulado, tanto para Material Particulado Total (PTS), Partículas menores a 10 micras de diámetro (PM<sub>10</sub>) como para el Humo Negro.

En la tabla siguiente se presentan los valores promedios anuales para las estaciones de Material Particulado Total (PTS) en el departamento de Montevideo.

## 8\_Conclusiones

<b>Resumen por estación</b>	Centro	La Teja	Tres Cruces	Curva Maroñas	Colón
Promedio anual por estación	71 ug/m <sup>3</sup>	61 ug/m <sup>3</sup>	45 ug/m <sup>3</sup>	53 ug/m <sup>3</sup>	69 ug/m <sup>3</sup>
Máximo observado por estación	152 ug/m <sup>3</sup>	175 ug/m <sup>3</sup>	111 ug/m <sup>3</sup>	128 ug/m <sup>3</sup>	144 ug/m <sup>3</sup>

En las cinco estaciones se obtuvieron valores de PTS de orden similar. En las estaciones La Teja, Tres Cruces y Curva de Maroñas, el promedio anual es sensiblemente menor que el valor guía establecido para Uruguay de 75 ug/m<sup>3</sup>.

En el caso de la estación Colón, los datos corresponden sólo a los dos últimos meses del año (desde la instalación de la estación) por lo que no puede considerarse como promedio anual, incluyéndose en la tabla a efectos de comparación.

En el caso del Centro, junto al monitor de PTS está ubicado un equipo de medida de PM10. Los registros de PM10 reflejan más directamente el impacto en la salud; por este motivo, se evalúan los resultados obtenidos con este contaminante.

Si se toma en cuenta todas las estaciones de Montevideo el resultado se muestra en la tabla que se presenta a continuación:

	Promedio	Estaciones	Referencia Nacional
<b>PTS</b>	<b>59 ug/m<sup>3</sup></b>	La Teja, Tres Cruces, Curva de Maroñas y Colón	75 ug/m <sup>3</sup>
<b>PM10</b>	<b>31 ug/m<sup>3</sup></b>	Centro	50 ug/m <sup>3</sup>
<b>Humo Negro</b>	<b>16 ug/m<sup>3</sup></b>	Ciudad Vieja y Portones de Carrasco.	60 ug/m <sup>3</sup>

De los datos presentados en la tabla, se concluye que los promedios generales de material particulado para todo el departamento en el año 2006, son menores que los valores de referencia anuales.

Cabe acotar que el promedio para Humo Negro obtenido en el año 2006 corresponde a aproximadamente la mitad del valor promedio anual obtenido hasta el año 2004, estando esta importante disminución en la concentración de este contaminante vinculada a las modificaciones en el tránsito vehicular implementadas a mediados del año 2005 en la Ciudad Vieja.

Es importante destacar que los valores promedios anuales para Montevideo, fueron obtenidos promediando diversas metodologías analíticas, y registrados en diferente número de días de muestreo, por lo que los mismos se presentan sólo a efectos de

manejar un *nivel* de contaminantes promedio anual para el departamento. Esto permite referir un orden de concentración promedio. En todos los casos, se realizó un promedio ponderado con los días de muestreo para minimizar el sesgo del diferente número de muestras.

### ***Propuestas para el año 2007***

#### **Validación de registros obtenidos en monitores de material particulado menor a 10 y 2.5 micras de diámetro**

En el año 2006 se instaló en Ciudad Vieja un equipo de determinación de material particulado menor a 10 micras (PM10) y menor a 2.5 micras (PM2.5). Este equipo permite caracterizar los tamaños de material particulado presentes en la zona. Es importante destacar que a menor diámetro de partícula, aumenta la asociación con enfermedades respiratorias. Por consiguiente, la determinación de la concentración de Material Particulado PM10 y PM2.5 permite evaluar más eficazmente el potencial impacto en salud.

A raíz de estas consideraciones, en la evaluación final del año 2006 se determina la conveniencia de incluir un mayor número de estaciones de PM10 en la red. En el año 2007 la red contará, por lo tanto, con 3 equipos PTS (La Teja, Curva de Maroñas y Colón), tres equipos PM10 (Ciudad Vieja, Centro y Tres Cruces) y 1 para PM 2.5 (Ciudad Vieja).

#### **Monitores Pasivos**

Se lanzarán en el 2007 campañas de monitoreo diagnóstico utilizando la metodología denominada de monitores pasivos. Cuatro de ellas se realizarán en Ciudad Vieja para monitoreo de dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno, y tres que abarquen a todo el departamento para dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y ozono.

Este diagnóstico permitirá ubicar nuevos puntos focales donde se debe atender a la posible presencia de contaminantes, permitiendo además evaluar la calidad del aire en forma general en sitios donde no es posible colocar monitores de otro tipo.

#### **Índice de Calidad de Aire (ICAire)**

En el correr del año 2007 se implementará la publicación semanal de los informes de calidad de aire a través del índice de calidad de aire (ICAire) en el sitio URL de la Intendencia Municipal de Montevideo.

Introducción	Página 1
Marco Normativo	Página 3
Monitoreo de la calidad del aire	Página 5
Red de Monitoreo	Página 7
Resumen de los resultados obtenidos en el año 2006	Página 11
Estación Ciudad Vieja	Página 21
Estación Centro	Página 35
Estación La Teja	Página 43
Estación Prado	Página 51
Estación Tres Cruces	Página 47
Estación Curva de Maroñas	Página 58
Estación Portones de Carrasco	Página 62
Estación Colon	Página 66
Comparación Histórica	Página 69
Monitores Pasivos	Página 75
Índice de Calidad del Aires <i>ICAire</i>	Página 78
Conclusiones	Página 81
Propuestas para el 2007	Página 83

