

MONITOREO CALIDAD DEL AIRE EN LA CIUDAD DE BUENOS AIRES

Agosto 2018



INDICE GENERAL

INTRODUCCION	1
OBJETIVOS DEL PLAN DE MONITOREO ATMOSFÉRICO.....	3
ETAPAS PARA LA DEFINICIÓN DEL PLAN DE MONITOREO.....	3
ETAPA I:.....	3
ETAPA II:.....	3
SUSTENTO LEGAL DE CALIDAD DEL AIRE.	4
MARCO NORMATIVO.	4
ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD DEL AIRE	4
ESTÁNDARES DE CALIDAD DEL AIRE DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES	4
ESTÁNDARES DE CALIDAD DEL AIRE DE LA ORGANIZACIÓN UNIDIAL DE LA SALUD (OMS).....	5
DEFINICION DE LOS CONTAMINANTES MEDIDOS.....	6
MATERIAL PARTICULADO (PM _{2,5}).....	6
DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO ₂).	6
EVOLUCION DEL PARQUE AUTOMOTOR	7
CONTAMINACIÓN PRODUCIDA POR EL TRÁFICO	8
METODOLOGIA, EQUIPOS Y PERIODOS DE LOS MONITOREOS	9
MÉTODO CONTINUO.	9
DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO ₂)	9
MATERIAL PARTICULADO (PM 2.5).....	11
LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DEL PLAN DE MONITOREO.....	12
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE PUNTOS DE MONITOREO	12
MAPAS DE CADA UNA DE LAS ZONAS DE MONITOREO.....	13
RESULTADOS.....	17
CONCLUSIONES.....	25
MATERIAL PARTICULADO (PM _{2,5}).....	25
DIÓXIDO DE NITROGENO (NO ₂)	25
BIBLIOGRAFÍA	26

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1 - POD AQMesh	Imagen 2 – Celdas Electroquímicas	10
Imagen 3 – PDr1500.....		11
Imagen 4 – Distribución espacial puntos de monitoreo		12
Imagen 5 – Localización puntos de monitoreo		13
Imagen 6 – Puntos de Monitoreo y principales vías de circulación vehicular		13
Imagen 7 – Localización puntos de monitoreo		14
Imagen 8 – Puntos de Monitoreo y principales vías de circulación vehicular		14
Imagen 9 – Localización puntos de monitoreo		15
Imagen 10 – Puntos de Monitoreo y principales vías de circulación vehicular		15
Imagen 11 – Localización puntos de monitoreo		16
Imagen 12 – Puntos de Monitoreo y principales vías de circulación vehicular		16

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Ley Nacional..... 4

Tabla 2 5

Tabla 3 – Niveles guía OMS..... 5

Tabla 4 – Evolución Parque Automotor CABA 8

Tabla 5 – Circulación vehicular por peajes en Autopistas CABA..... 8

Tabla 6 - AQMesh 10

Tabla 7 – PDr1500 11

Tabla 8 – Sitios de Monitoreo 12

Tabla 9 – Sitios de Monitoreo 13

Tabla 10 – Sitios de Monitoreo 14

Tabla 11 – Sitios de Monitoreo 15

Tabla 12 – Sitios de Monitoreo 16

Tabla 13 – Tabla Estadística Resumen 17

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1 – Parque Automotor Argentino	7
Grafico 2 – Punto 1 Promedios / Máximos / Mínimos.....	18
Grafico 3 – Punto 2 Promedios / Máximos / Mínimos.....	18
Grafico 4 – Punto 3 Promedios / Máximos / Mínimos.....	18
Grafico 5 – Punto 4 Promedios / Máximos / Mínimos.....	19
Grafico 6 – Punto 5 Promedios / Máximos / Mínimos.....	19
Grafico 7 – Punto 6 Promedios / Máximos / Mínimos.....	19
Grafico 8 – Punto 7 Promedios / Máximos / Mínimos.....	20
Grafico 9 – Punto 8 Promedios / Máximos / Mínimos.....	20
Grafico 10 – Punto 9 Promedios / Máximos / Mínimos.....	20
Grafico 11 – Punto 10 Promedios / Máximos / Mínimos.....	21
Grafico 12 – Punto 11 Promedios / Máximos / Mínimos.....	21
Grafico 13 – Punto 12 Promedios / Máximos / Mínimos.....	21
Grafico 14 – Punto 13 Promedios / Máximos / Mínimos.....	22
Grafico 15 – Punto 14 Promedios / Máximos / Mínimos.....	22
Grafico 16 – Punto 15 Promedios / Máximos / Mínimos.....	22
Grafico 17 – Punto 16 Promedios / Máximos / Mínimos.....	23
Grafico 18 – Punto 17 Promedios / Máximos / Mínimos.....	23
Grafico 19 – Punto 18 Promedios / Máximos / Mínimos.....	23
Grafico 20 – Punto 19 Promedios / Máximos / Mínimos.....	24
Grafico 21 – Punto 20 Promedios / Máximos / Mínimos.....	24

INTRODUCCION

A nivel mundial se observa una tendencia a la concentración de personas en grandes centros urbanos, debido a la oportunidad de mejoras económicas y culturales. Entre los impactos de las megaciudades está la contaminación atmosférica (Molina y Molina, 2004). Los efectos de los contaminantes abarcan desde aquellos en la salud e impactos sobre la vegetación, materiales y propiedades de la atmósfera hasta los relacionados con el cambio global (Seinfeld y Pandis, 1998).

Dos factores principales determinan la cantidad de contaminación en un lugar, ellos son: la naturaleza de las emisiones y el estado de la atmósfera. Las emisiones indican la tasa de descarga a la atmósfera de la masa de un contaminante desde una fuente por unidad de tiempo. Para describir el estado de la atmósfera es necesario determinar los flujos de las distintas propiedades de la atmósfera que influyen sobre la evolución de la nube de contaminantes (Stull, 1998)

La distribución espacial de los contaminantes en el aire y su variación temporal dependen de las condiciones meteorológicas durante las cuales se realiza la emisión y su estadía en la atmósfera. La naturaleza del terreno (elevación, tipo y uso del suelo) es también un determinante de las características del flujo. Los modelos de calidad de aire posibilitan el cálculo de las concentraciones de dispersión una vez conocidas las emisiones, las condiciones atmosféricas y la topografía del lugar. Se aplican al estudio de la calidad del aire, análisis de episodios de contaminación, diseño de estrategias de mitigación, optimización de inventarios de emisiones o predicción de concentraciones (Gallardo y otros, 2002; Freitas y otros, 2005; Rodríguez y otros, 2007).

La ciudad de Buenos Aires, junto con el área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA) se encuentra emplazada sobre la margen derecha del Río de la Plata, tiene una extensión de 3880 km² y su población es de aproximadamente 14 millones de habitantes, esto determina que sea la región urbana de Argentina con mayor cantidad de emisiones. Las emisiones de fuentes móviles y fijas (principalmente plantas de generación eléctrica e industrias) producen el deterioro de la calidad de aire de la zona (World Bank, 1997; Bogo y otros, 2003). Monitoreos realizados en periodos cortos en la ciudad de Buenos Aires encontraron que las concentraciones de ciertos contaminantes exceden en determinadas condiciones las normas de calidad de aires de la ciudad de Buenos Aires y de la Provincia de Buenos Aires (Onursal y Gautman, 1997; Bogo y otros, 1999, 2001). La brisa rio-tierra, favorece las condiciones de ventilación en las áreas cercanas a la costa dentro de la ciudad de Buenos Aires, aunque también puede producir recirculaciones de contaminantes. En un periodo anual, la frecuencia de ocurrencia de direcciones de viento desde el río hacia la ciudad es del 52% y la velocidad del viento en superficie es inferior a los 4 m/s en un 55% de las ocasiones (Mazzeo y Venegas, 2004).

Se han realizado algunos estudios climatológicos acerca de las características de ventilación en la ciudad, los cuales han determinado que existen elevadas frecuencias de ocurrencia de condiciones adversas para la dispersión de los contaminantes especialmente durante los meses de invierno (Gassmann y Mazzeo, 2000; Ulke y Mazzeo, 1998; Ulke 2000, 2004).

Las emisiones locales en la ciudad de Buenos Aires, son las originadas en el intenso tránsito automotor e industrias, las que se encuentran localizadas en su mayor parte en la zona

sur, lindante con el conurbano. En la zona costera se ubican también tres grandes centrales termoeléctricas. Entre los aportes a escala regional se destaca el transporte a grandes distancias de los productos de la quema de biomasa durante las temporadas secas en distintas regiones de Sudamérica. Estos tienen una región preferencial de salida hacia el Atlántico, pasando por el noroeste de Argentina, Paraguay y sur de Brasil (Freitas y Silva Dias, 1995). Sin embargo, en ciertas ocasiones el humo originado en estas quemas pueden alcanzar la ciudad de Buenos Aires, como por ejemplo los casos ocurridos en los meses de Agosto y Septiembre de 2004, cuando se registró una importante intrusión de aerosoles sobre la ciudad de Buenos Aires medido con el sistema laser Lidar y el fotómetro solar del Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas (CITEFA) (Quel y otros, 2010)

La altura de la capa límite atmosférica es una de las variables de mayor incidencia en la determinación de la capacidad de la atmósfera para recibir y dispersar eficientemente contaminantes de naturaleza antrópica. Mazzeo y otros (1973), determinaron valores medios estacionales de altura de capa de mezcla máxima a partir de 5 años de radiosondeos diurnos observados en estaciones dependientes del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) a lo largo del territorio Argentino. Luego Scian y Quinteros (1975) estudiaron con mayor detalle la altura de la capa límite de Buenos Aires y Piccolo (1982) estudió la influencia del mar en el desarrollo de las capas límites internas en la ciudad de Bahía Blanca.

La aplicación de sistemas acoplados de modelos meteorológicos y de dispersión, es un metodología avanzada en el modelado de la calidad del aire (Russell y Dennis, 2000; Seaman, 2000; Schmitz, 2005). Los campos meteorológicos son los que determinan las características de transporte y dispersión turbulenta, las condiciones de remoción de los contaminantes de la atmósfera e intervienen en las reacciones químicas. La aplicación de modelos de pronóstico de alta resolución permite representar la mayor parte de los procesos capaces de modelar la dispersión de contaminantes en megaciudades como Buenos Aires.

La concentración de los contaminantes se reduce al dispersarse éstos en la atmósfera, proceso que depende de factores meteorológicos como la temperatura, la velocidad del viento, la estabilidad atmosférica y la altura de la capa de mezcla.

Como la atmósfera es el medio en el que se liberan los contaminantes, el transporte y la dispersión de estas descargas depende en gran medida de parámetros meteorológicos. Para realizar actividades relativas a la planificación de la calidad del aire es imprescindible comprender la meteorología de la contaminación del aire y su influencia en la dispersión de sustancias contaminantes. La meteorología se usa para predecir el impacto ambiental de una nueva fuente de contaminación del aire y para determinar el efecto de las modificaciones existentes en la calidad del aire (Ulriksen, 1980).

Se define a los **Monitoreos atmosféricos** como: “Todas las metodologías diseñadas para hacer un muestreo, analizar y procesar en forma continua las concentraciones de sustancias o contaminantes presentes en el aire en el lugar establecido y durante un tiempo determinado” (Martínez y Romieu, 1997).

OBJETIVOS DEL PLAN DE MONITOREO ATMOSFÉRICO.

El **Objetivo General** es:

Analizar el impacto en la calidad del aire de la ciudad de Buenos Aires, por emisiones provenientes de fuentes móviles, se propone realizar un monitoreo de la calidad del aire en diferentes escuelas primarias y hospitales pediátricos de dicha ciudad, a fines de estimar el impacto en la salud de los receptores expuestos a los posibles contaminantes atmosféricos

Los **Objetivos Específicos** son:

- Realizar mediciones sistemáticas de la concentración de los posibles contaminantes atmosféricos en zonas receptoras de emisiones de fuentes móviles.
- Describir, analizar, evaluar e interpretar los datos obtenidos.
- Registrar las condiciones meteorológicas durante los muestreos.
- Establecer para cada compuesto inventariado los estándares de calidad atmosférica y/o niveles de emisión de acuerdo a los rangos que establece la autoridad de aplicación.
- Recopilar el marco legal de la calidad del aire en la ciudad de Buenos Aires y determinar el cumplimiento de las normas de calidad atmosférica.
- Analizar la evolución del parque automotor de la ciudad de Buenos Aires en los últimos años.

ETAPAS PARA LA DEFINICIÓN DEL PLAN DE MONITOREO.

Para la elaboración de Plan de Monitoreo de la calidad del aire, se desarrollaron las siguientes actividades:

ETAPA I:

- Evaluar la información o trabajos existentes referidos a la calidad del aire en la ciudad de Buenos Aires.
- Revisar el marco legal tanto nacional y local, referida a la calidad del aire.

ETAPA II:

- Definición de los contaminantes a medir
- Definición de metodología, equipos y periodos del monitoreo
- Establecer los criterios de control y aseguramiento de la calidad
- Establecer los criterios para la determinación de los puntos del monitoreo
- Definir los sitios y dar su justificación.

SUSTENTO LEGAL DE CALIDAD DEL AIRE.

MARCO NORMATIVO.

ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD DEL AIRE

En 1973 se dictó la ley 20.284 – Norma de prevención de la recursos del aire – que ha servido como base para la formulación de leyes y normas provinciales y municipales. Por ella se hace responsable a la autoridad sanitaria de la aplicación y fiscalización de las normas para la preservación de los recursos del aire y de estructurar y ejecutar un programa de carácter nacional. En el anexo II de la citada ley, se presentan los límites establecidos. (Tabla 1). Las provincias se adhieren a la misma o fijan sus propios niveles máximos de emisión de acuerdo a tipos de fuentes fijas. Algunos municipios de las grandes ciudades han reglamentado localmente aspectos de las fuentes fijas y móviles con vistas a mejorar la calidad del aire. Esta ley desde su creación no presenta revisiones o modificaciones.

Contaminante (unidad)	Norma calidad de aire	Alerta	Alarma	Emergencia
CO (ppm)	10 ppm - 8 hs. 50 ppm - 1 h.	15 ppm - 8 hs. 100 ppm – 1 h.	30 ppm – 8 hs. 120 ppm – 1 h.	50 ppm - 8 hs. 150 ppm - 1 h.
NO x (ppm)	0,45 ppm - 1 h.	0,6 ppm - 1 h. 0,15 ppm – 24 hs	1,2 ppm - 1 h. 0,3 ppm – 24 hs.	0,4 ppm – 24 hs.
SO ₂ (ppm)	0,03ppm (70 ug/m ³) (promedio mensual)	1 ppm - 1 h. 0,3 ppm – 8 hs.	5 ppm - 1 h.	10 ppm - 1 h.
O ₃ (y oxidantes en general)(ppm)	0,10 ppm - 1 h.	0,15 ppm - 1 h.	0,25 ppm – 1 h.	0,40 ppm - 1 h.
Partículas en Suspensión (mg/m ³)	150 ug/m ³ (promedio mensual)	No aplicable	No aplicable	Idem
Partículas Sedimentables (mg/cm ² 30 días)	1,0 mg/cm ² 30 días	Idem	Idem	Idem

Tabla 1 – Ley Nacional

ESTÁNDARES DE CALIDAD DEL AIRE DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES

Ley N° 1356 reglamentada por Resolución N°198 el 2006 – Preservación recurso aire y prevención y control de la contaminación atmosférica – La presente norma tiene por objeto la regulación en materia de preservación del recurso aire y la prevención y control de la contaminación atmosférica, que permitan orientar las políticas y planificación urbana en salud y la ejecución de acciones correctivas o de mitigación, entre otras. La norma es de aplicación a todas las fuentes públicas o privadas capaces de producir contaminación atmosférica en el ámbito de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, propendiendo a la coordinación interjurisdiccional e interinstitucional en lo atinente a su objeto, sin perjuicio de lo establecido en la Ley Nacional N° 20.284.

En la siguiente tabla se establecen los estándares de calidad del aire para la ciudad de Buenos Aires, según la última modificación del Anexo III de la mencionada normativa por Resolución de la Agencia de Protección Ambiental (APra) N°403 del 2013. (Tabla 2). Cabe destacar que la modificación no contempla los diferentes tipos de material particulado, no se hace referencia al nivel de PM 2,5 como si estaba contemplado en la ley inicial.

Contaminante	Tiempo de promedio	Estándar (mg/m3)	Estándar (ppm)	Carácter del estándar
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	40	35	Primario
	8 horas	10	9	Primario
Dióxido de Nitrógeno (NO2)	1 hora	0.376	0.200	Primario y secundario
	1 año (promedio aritmético)	0.100	0.053	Primario y secundario
Dióxido de azufre (SO2)	3 horas	1.309	0.500	Secundario
	24 horas	0.367	0.140	Primario
	1 año (promedio aritmético)	0.079	0.030	Primario
Ozono (O3)	1 hora	0.236	0.120	Primario y secundario
	8 horas	0.157	0.080	Primario y secundario
Plomo (Pb)	3 meses (promedio aritmético)	0.0015	-----	Primario y Secundario
Material Particulado en suspensión (PM10)	24 horas	0.150	-----	Primario
	1 año (promedio aritmético)	0.050	-----	Primario y secundario
Benceno	1 año (promedio aritmético)	0.005	1,6.10 e- 3	Primario
Partículas Sedimentables	1 mes	1 mg/m2	-----	Primario

Tabla 2

ESTÁNDARES DE CALIDAD DEL AIRE DE LA ORGANIZACIÓN UNIDIAL DE LA SALUD (OMS)

Las guías de calidad del aire de la OMS tienen por objeto ofrecer orientación sobre la manera de reducir los efectos de la contaminación del aire en la salud. Las presentes guías tienen por objeto informar a los encargados de la formulación de políticas y proporcionar objetivos apropiados para una amplia variedad de opciones en materia de políticas en relación con la gestión de la calidad del aire en diferentes partes del mundo. (Tabla 3)

Contaminante	Tiempo de promedio	Estándar (ug/m3)
Dióxido de Nitrógeno (NO2)	1 hora	200
	1 año	40
Dióxido de azufre (SO2)	10 minutos	500
	24 horas	20
Ozono (O3)	8 horas	100
Material Particulado en suspensión (PM 10)	24 horas	50
	1 año	20
Material Particulado en suspensión (PM 2.5)	24 horas	25
	1 año	10

Tabla 3 – Niveles guía OMS

DEFINICION DE LOS CONTAMINANTES MEDIDOS.

MATERIAL PARTICULADO (PM_{2,5})

Según los expertos, esta fracción más pequeña del material particulado respirable es mucho más agresiva y peligrosa para la salud. Están asociados a enfermedades del sistema respiratorio y aumenta la mortalidad prematura y el riesgo cancerígeno. Una vez que las partículas se han depositado en el sistema respiratorio, su acción irritante es producto por una parte, de su composición química y su toxicidad y por otra, de su facilidad para adsorber otras sustancias en su superficie, produciéndose un efecto sinérgico que aumenta su agresividad. Este compuesto es producido por procesos de producción industrial y comercial y procesos de combustión en general, y también se genera en la atmósfera a partir de reacciones de oxidación de gases precursores (SO₂, NO_x, HC) especialmente en condiciones de alta reactividad fotoquímica. Este compuesto es producido por procesos de producción industrial, comercial, procesos de combustión en general, y también se genera en la atmósfera a partir de las reacciones de oxidación de gases precursores (SO₂, NO_x, HC) especialmente en condiciones de alta reactividad fotoquímica. Según los expertos, esta fracción más pequeña del material particulado respirable es mucho más agresiva y peligrosa para la salud. Están asociados a enfermedades del sistema respiratorio y aumenta la mortalidad prematura y el riesgo cancerígeno. Una vez que las partículas se han depositado en el sistema respiratorio, su acción irritante es producto de su composición química, su toxicidad, su capacidad para adsorber otras sustancias en su superficie, produciéndose un efecto sinérgico que aumenta su agresividad.

DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO₂).

Como contaminante del aire, el dióxido de nitrógeno (NO₂) tiene múltiples funciones, que a menudo resultan difíciles y en ocasiones imposibles de separar entre sí:

A. Los estudios experimentales realizados con animales y con personas indican que el NO₂, en concentraciones de corta duración superiores a 200 µg/m³, es un gas tóxico con efectos importantes en la salud. Los estudios toxicológicos con animales también parecen indicar que la exposición prolongada al NO₂ en concentraciones por encima de las ahora presentes en el medioambiente tiene efectos adversos.

B. El NO₂ se ha utilizado en numerosos estudios epidemiológicos como marcador de la mezcla de contaminantes relacionados con la combustión, en particular los que emiten el tráfico por carretera o las fuentes de combustión en espacios cerrados. En estos estudios, los efectos observados en la salud se podrían haber asociado también con otros productos de la combustión, como las partículas ultrafinas, el óxido nitroso (NO), el material particulado o el benceno. Aunque en varios estudios, realizados tanto en espacios abiertos como cerrados, se ha tratado de concentrar la atención en los riesgos del NO₂ para la salud, a menudo es difícil descartar la contribución de los efectos de estos otros contaminantes, muy relacionados con él.

C. La mayor parte del NO₂ atmosférico se emite en forma de NO, que se oxida rápidamente a NO₂ por acción del ozono. El dióxido de nitrógeno es, en presencia de hidrocarburos y luz ultravioleta la principal fuente de ozono troposférico y de aerosoles de nitratos, que constituyen una fracción importante de la masa de MP_{2,5} del aire ambiente. El valor guía actual de la OMS

de 40 µg/m³ (media anual) se estableció para proteger al público de los efectos del NO₂ gaseoso en la salud. El fundamento de esto es que, debido a que la mayoría de los métodos de reducción de la concentración son específicos para los NO_x, no están concebidos para controlar otros contaminantes que los acompañan, pudiendo incluso aumentar sus emisiones. Sin embargo, si se vigila el NO₂ como marcador de mezclas complejas de la contaminación derivada de la combustión se debería utilizar un valor guía anual más bajo (OMS, 2000).

EVOLUCION DEL PARQUE AUTOMOTOR

Según las últimas estadísticas difundidas hoy por la asociación de fabricantes de autopartes (AFAC), que publicó su informe con las cifras de 2017, la Flota Circulante en Argentina o Parque “Vivo” al cierre del año 2016 estaba compuesto por un total de 12.503.920 vehículos (incluyendo automóviles, comerciales livianos y pesados). La Flota Circulante en Argentina a fin de 2017 es de 13.302.670 vehículos. El parque automotor argentino creció 6,4% con respecto a 2016, cuando era de 12.503.920 vehículos. Y subió 29,8% con respecto a la primera medición, realizada en 2011 (10,24 millones), la flota vehicular está conformada por el 85,3% de automóviles, 11,1% de comerciales livianos y 3,6% de comerciales pesados, incluyendo camiones y ómnibus, sin considerar acoplados y remolques. (Gráfico 1)

En la Argentina existe hoy un vehículo por cada 3,1 habitantes. Las estadísticas cuentan sólo a los autos y utilitarios, no se incluyen a las motos. El 47,7% de la flota se concentra en la Capital Federal y la provincia de Buenos Aires. Del total de vehículos en circulación, el 15,3% corresponde a unidades convertidas a GNC (Gas Natural Comprimido). De los vehículos incorporados en 2017, el 78% fueron nafteros y el 22% fueron diésel. La participación de vehículos híbridos o eléctricos todavía es mínima: hay apenas 400 unidades en circulación.

Todos los días, por las calles porteñas circulan 10 mil colectivos, 37 mil taxis y alrededor de 1.600.000 autos particulares (Tabla 4) que, en un 67%, trasladan a personas que entran desde la Provincia. Según estadísticas oficiales, el grueso de los porteños usa el transporte público, pero hay un 15% que todavía prefiere el auto. Y a esa circunstancia se suma una paradoja: mientras, dentro de los límites de Capital Federal, se desalienta el uso del auto particular, el parque automotor porteño crece.

En total ingresan a Capital Federal 1,3 millones de autos por día. En los últimos cinco años, el promedio del tránsito diario en el acceso Norte subió de 305 mil vehículos a 373, en el acceso Oeste de 226 mil a 297 coches, en la Richieri la suba fue de 169 a 217, y en la Buenos Aires – La Plata de 170 mil a 238. Esto representa un crecimiento de entre el 22 y el 40% según la arteria. (Tabla 5).

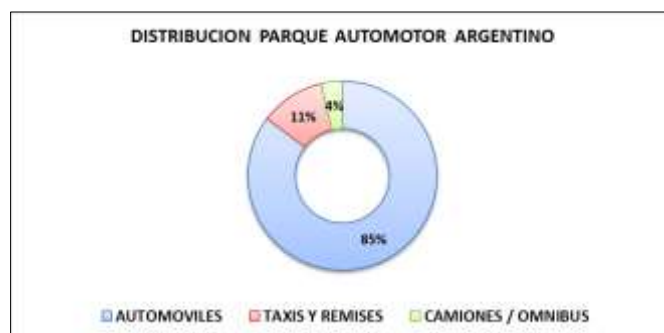


Gráfico 1 – Parque Automotor Argentino

EVOLUCION PARQUE AUTOMOTOR CIUDAD DE BUENOS AIRES					
Año	AUTOMOVILES	UTILITARIOS LIVIANOS	VEHICULOS CARGA	OMNIBUS	TAXIS / REMISES
2010	1.203.331	212.613	63.162	14.889	40.964
2011	1.275.281	226.525	67.155	14.538	36.603
2012	1.323.365	229.188	68.211	14.218	40.440
2013	1.398.595	250.241	73.139	14.067	41.581
2014	1.424.156	264.984	76.207	13.831	41.817
2015	1.439.423	266.030	76.793	13.609	39.587
2016	1.468.109	265.918	77.059	13.300	39.900
2017	1.506.692				

Tabla 4 – Evolución Parque Automotor CABA

Fuente: Observatorio Nacional de Datos de Transporte – Centro Tecnológico de Transporte, Tránsito y Seguridad Vial Universidad Tecnológica Nacional – Dirección General de Estadística y Censos (Ministerio de Economía y Finanzas GCBA) sobre la base de datos de la Dirección Nacional de los Registros Nacionales de la Propiedad del Automotor y Créditos Prendarios (DNRPA).

CIRCULACION DE VEHICULOS POR PEAJE QUE TRANSITAN EN AUTOPISTAS DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES								
Año	Total	Alberti	Avellaneda	Dellepiane	Illia	Retiro	Sarmiento	Salguero
2014	117.197.567	5.385.936	50.322.677	31.504.265	27.954.360	1.764.875	265.454	0
2015	84.685.402	3.892.955	33.624.278	21.328.311	22.870.218	214.507	729.419	100.204
2016	125.264.197	5.637.881	50.550.007	31.249.698	33.880.239	270.7629	932.777	305.966
2017	12.4824.501	5.789.161	50.806.923	30.692.651	33.569.427	235.2731	996.744	616.864

Tabla 5 – Circulación vehicular por peajes en Autopistas CABA

Fuente: Dirección General de Estadística y Censos (Ministerio de Economía y Finanzas del GCBA) sobre la base de datos de AUSA.

CONTAMINACIÓN PRODUCIDA POR EL TRÁFICO

La contaminación producida por el tráfico, es aquella contaminación causada por la combustión de combustibles fósiles, especialmente gasoil y gasolina. Los motores de combustión interna de los vehículos emiten varios tipos de gases y partículas que contaminan el medio ambiente, los productos que se emiten en mayor cantidad son: óxidos nitrosos (NOx), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), compuestos orgánicos volátiles y también macropartículas.

A causa de su alto grado de industrialización y actividad económica de las industrias, los transportes que transcurren en los países desarrollados son responsable del 30% al 90% del total de los gases contaminantes emitidos por el tráfico en todo el mundo. Además de los gases mencionados también los motores a gasolina emiten compuestos de plomo y pequeñas cantidades de dióxido de azufre y de sulfuro de hidrógeno. Adicionalmente dado que los sistemas de frenos poseen partes construidas con amianto, al accionar el freno de un vehículo se liberan a la atmósfera pequeñas cantidades de amianto.

Los automóviles generan óxidos de nitrógeno (NO) que al elevarse a la atmosfera, captura el átomo de oxígeno (se oxida) y se convierte en NO₂. Con efecto de la luz ultravioleta de los rayos solares, es uno de los precursores del O₃, el ozono troposférico, un poderosos oxidante con consecuencias negativas en el ecosistema.

METODOLOGIA, EQUIPOS Y PERIODOS DE LOS MONITOREOS

Dado que las emisiones atmosféricas no se pueden medir directamente, lo que se hace es medir las concentraciones de los contaminantes emitidos, que corresponden a las emisiones atmosféricas dispersas por acción del viento y la turbulencia. Por lo tanto, la variabilidad el tiempo de las concentraciones ambientales está midiendo también la variabilidad temporal de las emisiones. De esta forma se estará midiendo una correcta caracterización temporal de concentraciones la cual nos permitirá verificar que los patrones de emisiones estimados en los respectivos inventarios son consistentes con lo que se observa en el monitoreo ambiental. De la misma manera, la variabilidad de las emisiones de transporte se puede estimar a partir de las respectivas variaciones espaciales de las concentraciones monitoreadas, utilizando campañas representativas en distintos puntos. También se realizaron mediciones en un mismo punto para poder estimar las concentraciones a lo largo del día.

Durante los meses de marzo a julio de 2018, se monitorearon 20 puntos de la ciudad de Buenos Aires, 17 escuelas (primarias y jardines) y 3 hospitales pediátricos. Se realizaron mediciones de 24 horas en cada punto. La metodología utilizada es la homologada por la U.S. EPA (Agencia Ambiental de los Estados Unidos):

- Site Selection for the Monitoring of Photochemical Air Pollutants, US-EPA, Office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle Park, NC, EPA-600/7-88-022.
- Ambient Monitoring Guidelines for Prevention of Significant Deterioration (PSD), USEPA, Office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle Park, NC, EPA-450/2-77-010.
- Network Design and Optimum Site Exposure Criteria for Particulate Matter, USEPA, Office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle Park, NC, 1983.
- Network Design for State and Local Air Monitoring Stations (SLAMS) and National Air Monitoring Stations (NAMS), USEPA, Office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle Park, NC, Code of Federal Regulations, Title 40, Part 58, Appendix D, 1990.

MÉTODO CONTINUO.

Se colocaron equipos analizadores electrónicos que se midieron los parámetros de NO₂ y PM 2.5, todos con frecuencia horaria. De esta forma se dio una buena estimación de las concentraciones base promedio en cada uno de los puntos, y adicionalmente entregó un perfil diario en cada uno de los puntos

Es así que se realizó el monitoreo con dos técnicas de monitoreo en forma simultánea:

DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO₂)

Para la medición del Dióxido de Nitrógeno se utilizó el equipo con celdas electroquímicas AQMesh (Imagen 1), es el único sistema de bajo costo de bajo costo comercialmente disponible para monitorear la calidad del aire. El equipo combina una sólida plataforma de hardware con la última tecnología de sensores y comunicación GPRS, procesamiento de datos basado en la nube y acceso en línea seguro. Las cápsulas AQMesh (Imagen 2) se fabrican en el Reino Unido con la más alta calidad en base a muchos años de experiencia en el desarrollo de equipos. El

contador de partículas ópticas AQMesh funciona extrayendo una muestra de aire a través del sistema a través de una bomba. La muestra de gas, cae a través de la trayectoria de un láser montado internamente y enfocado ópticamente. La trayectoria de este láser se desvía cuando el láser toca una partícula individual. Esta deflexión es detectada por un sensor óptico que cuenta el número de deflexiones como partículas. Los sensores electroquímicos son susceptibles a la interferencia de múltiples condiciones que se encuentran en el ambiente, incluyendo temperatura, humedad y efectos cruzados de gas. Los algoritmos AQMesh están desarrollados para tipos de sensores individuales. Y están diseñados específicamente para compensar estas variables ambientales para proporcionar la mejor precisión de medición posible. AQMesh utiliza sensores electroquímicos diseñados para la medición de un rango de especies gaseosas a niveles de ppb.

El innovador diseño del sensor permite a AQMesh mitigar los efectos de factores ambientales como la temperatura y la humedad. Los sensores electroquímicos funcionan al reaccionar al gas objetivo, generando una salida eléctrica que varía con la cantidad de gas objetivo presente. La diferencia innovadora en los nuevos sensores es su cuarto electrodo. Esto está incrustado en el electrolito del sensor que permite medir la reacción de los efectos ambientales sin los efectos del gas objetivo. En la siguiente tabla (Tabla 6) se observa resumen de los parámetros, rango, unidad y límite de detección del equipo.

Parameter	Range	Unit	Limit of detection
STANDARD			
Nitric oxide (NO)	0-4,000 ppb	ppb or $\mu\text{g}/\text{m}^3$	<5ppb
Nitrogen dioxide (NO2)	0-4,000ppb	ppb or $\mu\text{g}/\text{m}^3$	<10ppb
Ozone	0-1,800ppb	ppb or $\mu\text{g}/\text{m}^3$	<5ppb
Pod temperature	-20 to 100°C	°C	0.1°C
Atmospheric pressure	500-1,500mb	mb	1mb
Relative humidity	0-100%RH	%RH	1%RH
OPTIONAL			
Particle count	1-30 μm	Particles/cm³	1μm
PM2.5	0-500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	TBC
PM10	0-1,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	TBC
Carbon monoxide (CO)	0-6,000ppb	ppb or $\mu\text{g}/\text{m}^3$	<5ppb
Sulphur dioxide (SO2)	0-10,000ppb	ppb or $\mu\text{g}/\text{m}^3$	<10ppb
NOISE			
Frequency response	Accuracy	Level	Weighting
20Hz – 20kHz	+/-1dB	35dB SPL to 100 dB SPL	Unweighted

Tabla 6 - AQMesh



Imagen 1 - POD AQMesh



Imagen 2 – Celdas Electroquímicas

MATERIAL PARTICULADO (PM 2.5)

El DataRAM personal (pDR-1500) es un monitor portátil de partículas y aerosoles con un registrador de datos interno, desarrollado por Thermo Scientific (Franklin, MA, EE. UU.). El pDR 1500 utiliza métodos ópticos (dispersión de la luz) para medir con precisión las concentraciones máxicas de partículas finas en aire en tiempo real, con un flujo de volumen de aire cuidadosamente controlado y una compensación de los cambios en la humedad relativa. También permite la determinación gravimétrica de la carga de partículas mediante el uso de filtros calibrados. Las concentraciones de materia particulada total (TPM), PM10 o PM2.5 pueden determinarse mediante el uso de accesorios de ciclón específicos en el lado de la entrada de aire, que dirigen solo el rango de tamaño deseado de partículas a la cámara del detector. El dispositivo tiene una memoria interna en la que se almacenan todas las mediciones y se puede descargar y analizar utilizando un cable USB y un software proporcionado por el fabricante. El intervalo de actualización de visualización de la concentración y el tiempo promedio varían según las necesidades del usuario (1 a 60 segundos) y el dispositivo puede ejecutarse para recopilar lecturas en períodos extendidos de unos minutos a varios días en cualquier ubicación para obtener los datos necesarios. (Tabla 7) (Imagen 3)

Product Size	-
Accuracy	±5% of reading ± precision (traceable to SAE Fine Test Dust)
Aerodynamic Particle Cut-Point Range	1.0 to 10µm
Computer Requirements	IBM-PC compatible, 486 or higher, Windows 95 or higher, 8 MB memory, CD-ROM drive, VGA or higher resolution monitor
Concentration Display Averaging Time	1 to 60 seconds (user selectable)
Concentration Display Updating Interval	1 second
Concentration Measurement Range	0.001 to 400mg/m3 range (auto ranging) ¹
Data Logging Averaging Periods	1 second to 1 hour
Data Points	>500,000
Description	personalDataRAM pDR-1500 Aerosol Monitor
Flow Rate	1.0 to 3.5L/min.
Height (English)	7.1 in.
Height (Metric)	181mm
Depth (English)	3.3 in
Depth (Metric)	84 mm
Logged Data	Averaging concentration, temperature, RH, barometric pressure, time/date, and data point number
No. of Data Tags	99 (maximum)
Particle Size Range	0.1 to 10µm
Precision	±2% of reading or ±0.005 mg/m3, whichever is larger, for 1 second (2-sigma) ² averaging time, ±0.5% of reading or ±0.0015 mg/m3, whichever is larger, for 10 second averaging time, ±0.2% of reading or ±0.0005 mg/m3, whichever is larger, for 60 second averaging time
Resolution	0.1% of reading or 0.001 mg/m3, whichever is larger
Scattering Coefficient Range	1.5 x 10 ⁻⁶ to 0.6 m ⁻¹ (approx.) @ lambda=880nm (not displayed)
Serial Interface	USB / RS-232, 19, 200 baud
Weight (English)	41 oz.
Weight (Metric)	1.2kg
Width (English)	5.6 in.
Width (Metric)	143mm
Item Description	personalDataRAM pDR1500
Certifications/Compliance	Suitable for NIOSH Methods 0500 and 0600. CE marked.

Tabla 7 – PDR1500



Imagen 3 – PDR1500

LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DEL PLAN DE MONITOREO

Los puntos de selección aparte de estar debidamente distribuidos espacialmente, están ubicados cerca de una zona de tráfico urbano denso, así como también en zonas donde la población pueda encontrarse sensiblemente expuesta las emisiones vehiculares de arterias principales y vías alternas (Tabla 8)

LOCALIZACION SITIOS DE MONITOREO	
PUNTO	SITIO
PTO 1	Hospital Pediátrico "Dr Elizalde" Montes de Oca 40
PTO 2	Hospital Pediátrico "Dr. Garaham" Combate de los pozos 1881
PTO 3	Escuela Primaria N°4 - Solis 1885
PTO 4	Escuela Primaria N° 6 - San Jose 1985
PTO 5	Jardin de Infantes N°4 "Del Manzano" Mexico 1627
PTO 6	Escuela Normal Superior "D.F.Sarmiento" - Callao 450
PTO 7	Escuela Primaria N° 9 "F.Cabezón" - J.D.Perón 1140
PTO 8	Escuela Primaria N°7 "Pte. Roca" - Libertad 581
PTO 9	Jardin de Infantes N°7 - Paraguay 1452
PTO 10	Jardin Integral Nucleado C - Ayacucho 1670
PTO 11	Hospital Pediátrico "Dr. R.Gutierrez" - Gallo 1330
PTO 12	Escuela Primaria N°24 "Catamarca" - Jean Jaures 870
PTO 13	Escuela Primaria N°10 "Pte.Quintana" - Lavalle 2366
PTO 14	Jardin Integral Nucleado B - Sarmiento 2250
PTO 15	Escuela Primaria N° 16 "Pte.Mitre" - Sarmiento 2832
PTO 16	Jardin Maternal N°6 - J.D.Perón 2941
PTO 17	Jardin Integral Nucleado B "Francisco Reyes" - Gral. Urquiza 227
PTO 18	Jardin Integral Nucleado B "La veleta de Caballito" - Hidalgo 627
PTO 19	Instituto "Damaso Centeno" - Rivadavia 5546
PTO 20	Jardin Integral Nucleado C "Jose Maria Paz" - R.L.Falcon 2934

Tabla 8 – Sitios de Monitoreo

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE PUNTOS DE MONITOREO



Imagen 4 – Distribución espacial puntos de monitoreo

MAPAS DE CADA UNA DE LAS ZONAS DE MONITOREO.



Imagen 5 – Localización puntos de monitoreo



Imagen 6 – Puntos de Monitoreo y principales vías de circulación vehicular

LOCALIZACION SITIOS DE MONITOREO	
PUNTO	SITIO
PTO 1	Hospital Pediátrico "Dr Elizalde" Montes de Oca 40
PTO 2	Hospital Pediátrico "Dr. Garaham" Combate de los pozos 1881
PTO 3	Escuela Primaria N°4 - Solis 1885
PTO 4	Escuela Primaria N° 6 - San Jose 1985
PTO 5	Jardin de Infantes N°4 "Del Manzano" Mexico 1627

Tabla 9 – Sitios de Monitoreo



Imagen 7 – Localización puntos de monitoreo



Imagen 8 – Puntos de Monitoreo y principales vías de circulación vehicular

LOCALIZACION SITIOS DE MONITOREO	
PUNTO	SITIO
PTO 6	Escuela Normal Superior "D.F.Sarmiento" - Callao 450
PTO 7	Escuela Primaria N° 9 "F.Cabazon" - J.D.Perón 1140
PTO 8	Escuela Primaria N°7 "Pte. Roca" - Libertad 581
PTO 9	Jardin de Infantes N°7 - Paraguay 1452
PTO 10	Jardin Integral Nucleado C - Ayacucho 1670

Tabla 10 – Sitios de Monitoreo



Imagen 9 – Localización puntos de monitoreo



Imagen 10 – Puntos de Monitoreo y principales vías de circulación vehicular

LOCALIZACION SITIOS DE MONITOREO	
PUNTO	SITIO
PTO 11	Hospital Pediátrico "Dr. R.Gutierrez" - Gallo 1330
PTO 12	Escuela Primaria N°24 "Catamarca" - Jean Jaures 870
PTO 13	Escuela Primaria N°10 "Pte.Quintana" - Lavalle 2366
PTO 14	Jardin Integral Nucleado B - Sarmiento 2250
PTO 15	Escuela Primaria N° 16 "Pte.Mitre" - Sarmiento 2832
PTO 16	Jardin Maternal N°6 - J.D.Perón 2941
PTO 17	Jardin Integral Nucleado B "Francisco Reyes" - Gral. Urquiza 227

Tabla 11 – Sitios de Monitoreo

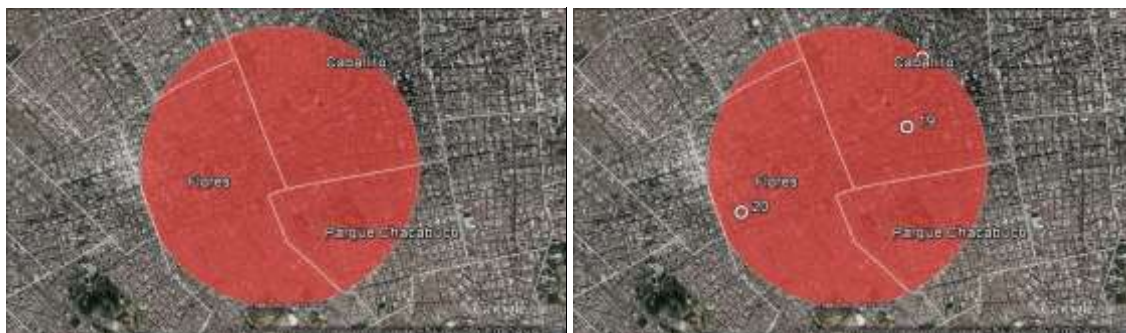


Imagen 11 – Localización puntos de monitoreo



Imagen 12 – Puntos de Monitoreo y principales vías de circulación vehicular

LOCALIZACION SITIOS DE MONITOREO	
PUNTO	SITIO
PTO 18	Jardin Integral Nucleado B "La veleta de Caballito" - Hidalgo 627
PTO 19	Instituto "Damaso Centeno" - Rivadavia 5546
PTO 20	Jardin Integral Nucleado C "Jose Maria Paz" - R.L.Falcon 2934

Tabla 12 – Sitios de Monitoreo

RESULTADOS

En la siguiente tabla se resumen los resultados estadísticos del análisis del monitoreo realizado en los 20 puntos distribuidos en la ciudad de Buenos Aires.

SITIO		Resumen	NO2	PM 2,5
PTO 1	Hospital Pediátrico "Dr Elizalde" Montes de Oca 40	n	36.00	36.00
		Media	51.32	18.04
		Mín	24.76	9.02
		Máx	158.55	38.01
PTO 2	Hospital Pediátrico "Dr. Garaham" Combate de los pozos 1881	n	36.00	36.00
		Media	41.79	10.73
		Mín	21.21	9.20
		Máx	97.06	14.58
PTO 3	Escuela Primaria N°4 - Solis 1885	n	24.00	24.00
		Media	36.90	15.48
		Mín	14.85	7.50
		Máx	65.93	33.39
PTO 4	Escuela Primaria N° 6 - San Jose 1985	n	24.00	24.00
		Media	26.94	12.12
		Mín	18.51	9.17
		Máx	42.01	15.88
PTO 5	Jardin de Infantes N°4 "Del Manzano" Mexico 1627	n	36.00	36.00
		Media	35.89	11.20
		Mín	13.73	9.06
		Máx	132.54	21.72
PTO 6	Escuela Normal Superior "D.F.Sarmiento" - Callao 450	n	36.00	36.00
		Media	42.63	12.86
		Mín	13.90	8.11
		Máx	165.59	23.49
PTO 7	Escuela Primaria N° 9 "F.Cabazon" - J.D.Perón 1140	n	24.00	24.00
		Media	41.81	14.05
		Mín	19.38	9.10
		Máx	95.89	20.59
PTO 8	Escuela Primaria N°7 "Pte. Roca" - Libertad 581	n	36.00	36.00
		Media	42.54	10.68
		Mín	18.49	7.83
		Máx	98.06	14.21
PTO 9	Jardin de Infantes N°7 - Paraguay 1452	n	24.00	24.00
		Media	26.13	13.57
		Mín	15.65	9.00
		Máx	44.31	20.62
PTO 10	Jardin Integral Nucleado C - Ayacucho 1670	n	36.00	36.00
		Media	32.40	22.17
		Mín	14.06	9.28
		Máx	106.47	50.49
PTO 11	Hospital Pediátrico "Dr. R.Gutierrez" - Gallo 1330	n	24.00	24.00
		Media	28.28	12.52
		Mín	23.34	9.28
		Máx	52.33	18.57
PTO 12	Escuela Primaria N°24 "Catamarca" - Jean Jaures 870	n	24.00	24.00
		Media	30.21	15.88
		Mín	21.10	9.26
		Máx	78.08	30.35
PTO 13	Escuela Primaria N°10 "Pte.Quintana" - Lavalle 2366	n	24.00	24.00
		Media	30.72	12.68
		Mín	20.71	9.37
		Máx	116.68	19.55
PTO 14	Jardin Integral Nucleado B - Sarmiento 2250	n	24.00	24.00
		Media	41.55	26.03
		Mín	21.52	9.10
		Máx	151.62	191.11
PTO 15	Escuela Primaria N° 16 "Pte.Mitre" - Sarmiento 2832	n	24.00	24.00
		Media	31.56	35.61
		Mín	13.46	22.21
		Máx	62.76	60.77
PTO 16	Jardin Maternal N°6 - J.D.Perón 2941	n	24.00	24.00
		Media	28.93	16.54
		Mín	11.98	10.83
		Máx	48.60	39.80
PTO 17	Jardin Integral Nucleado B "Francisco Reyes" - Gral. Urquiza 227	n	24.00	24.00
		Media	31.50	12.92
		Mín	14.61	10.04
		Máx	61.48	16.40
PTO 18	Jardin Integral Nucleado B "La veleta de Caballito" - Hidalgo 627	n	24.00	24.00
		Media	41.81	8.31
		Mín	22.27	7.00
		Máx	70.85	11.45
PTO 19	Instituto "Damaso Centeno" - Rivadavia 5546	n	24.00	24.00
		Media	44.24	8.01
		Mín	21.56	7.00
		Máx	78.56	9.37
PTO 20	Jardin Integral Nucleado C "Jose Maria Paz" - R.L.Falcon 2934	n	24.00	24.00
		Media	25.44	8.32
		Mín	11.76	7.01
		Máx	62.42	13.53

Tabla 13 – Tabla Estadística Resumen

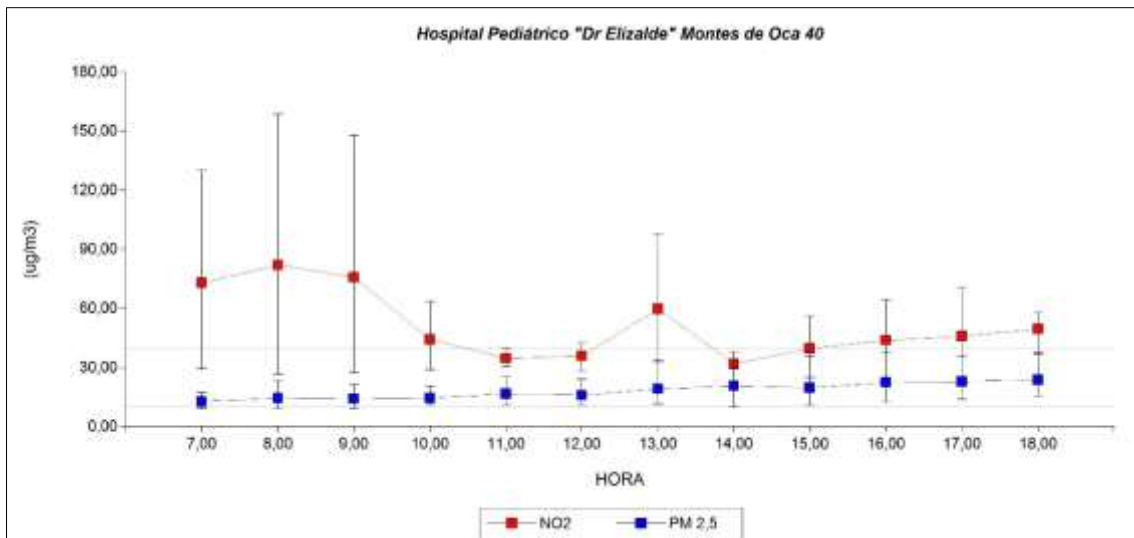


Grafico 2 – Punto 1 Promedios / Máximos / Mínimos

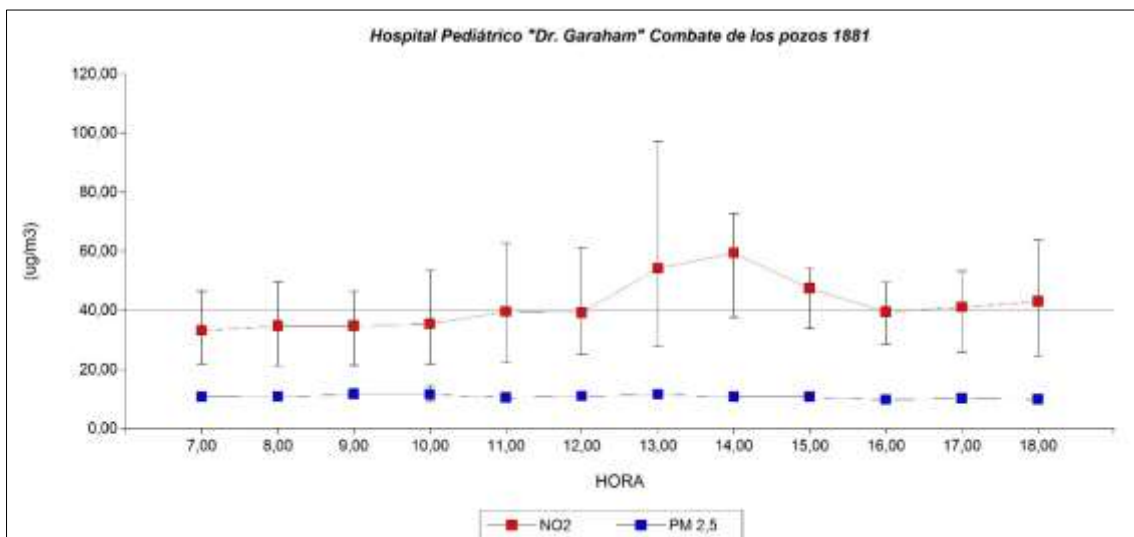


Grafico 3 – Punto 2 Promedios / Máximos / Mínimos

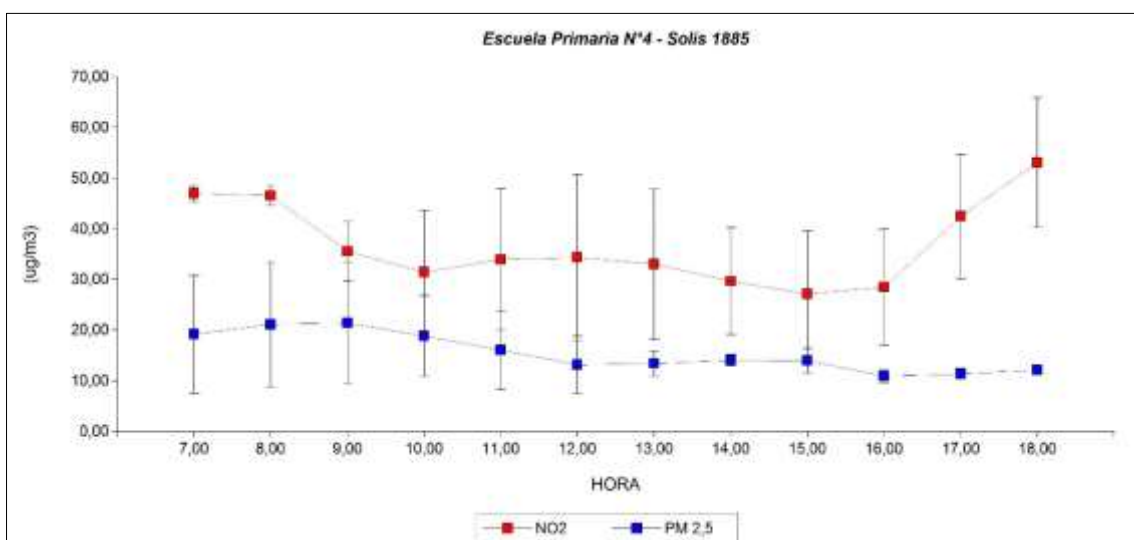


Grafico 4 – Punto 3 Promedios / Máximos / Mínimos

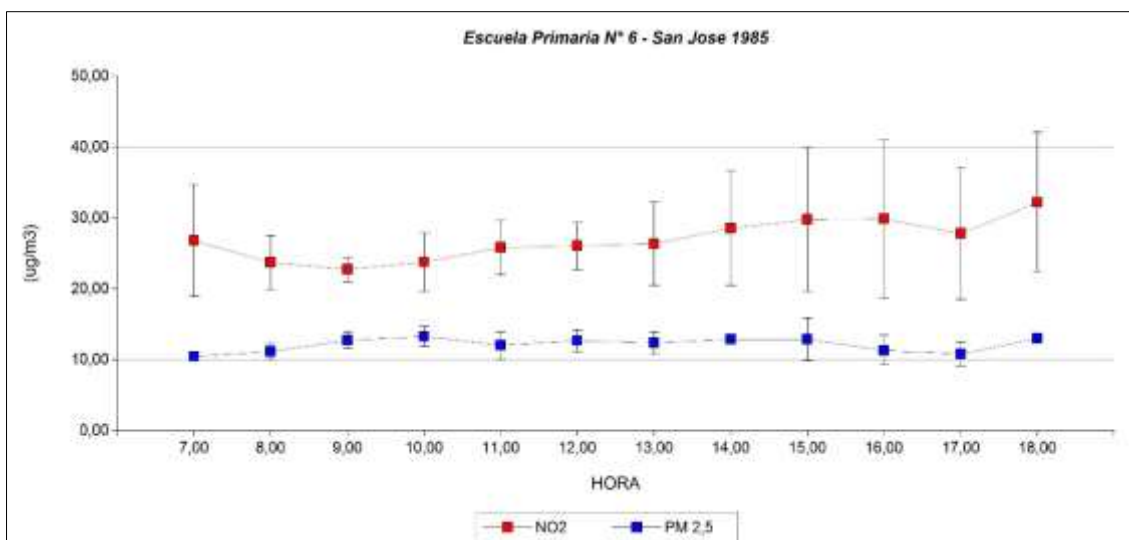


Gráfico 5 – Punto 4 Promedios / Máximos / Mínimos

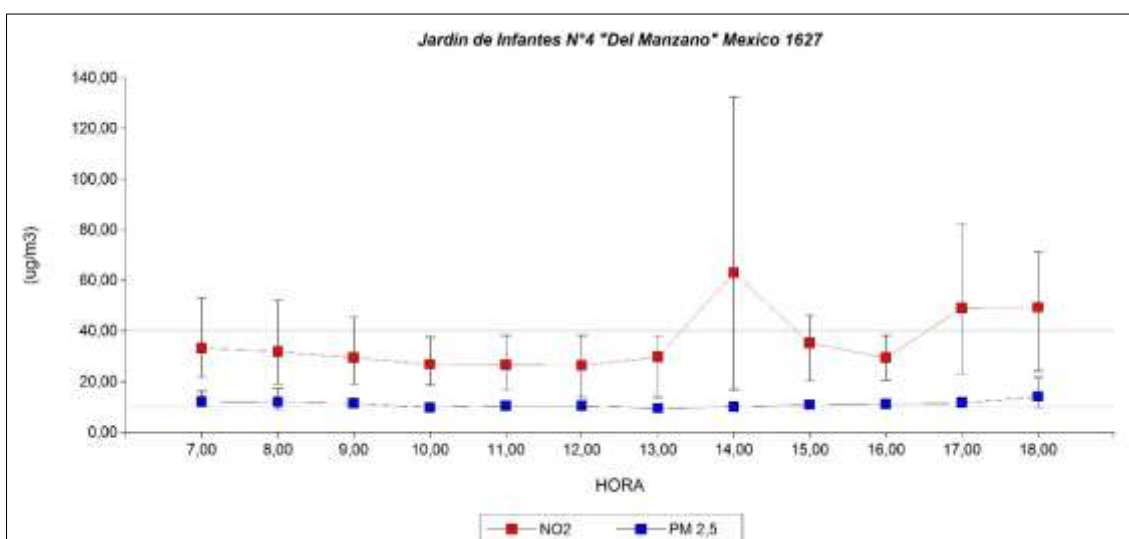


Gráfico 6 – Punto 5 Promedios / Máximos / Mínimos

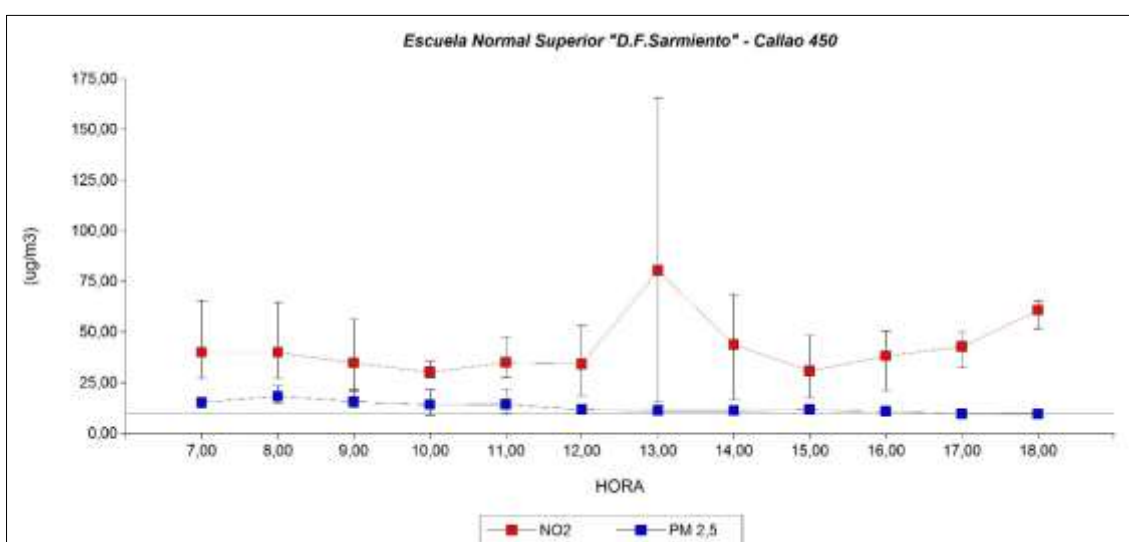


Gráfico 7 – Punto 6 Promedios / Máximos / Mínimos

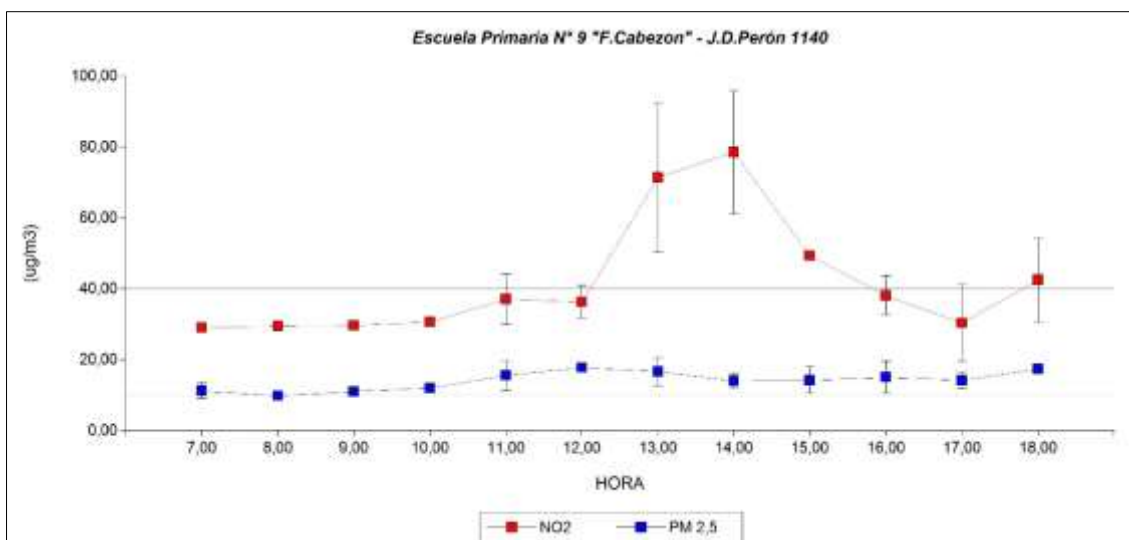


Grafico 8 – Punto 7 Promedios / Máximos / Mínimos

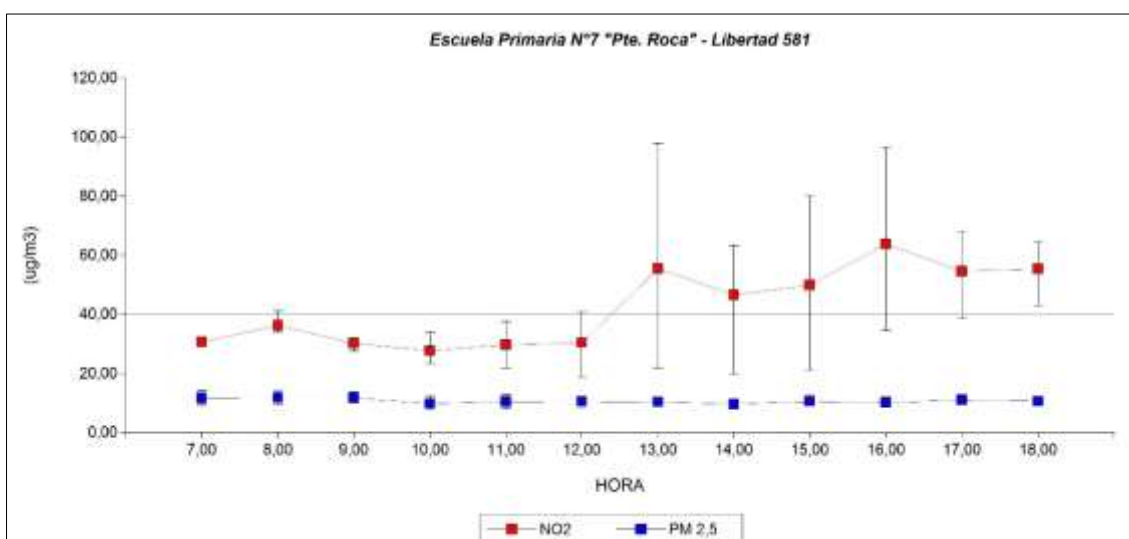


Grafico 9 – Punto 8 Promedios / Máximos / Mínimos

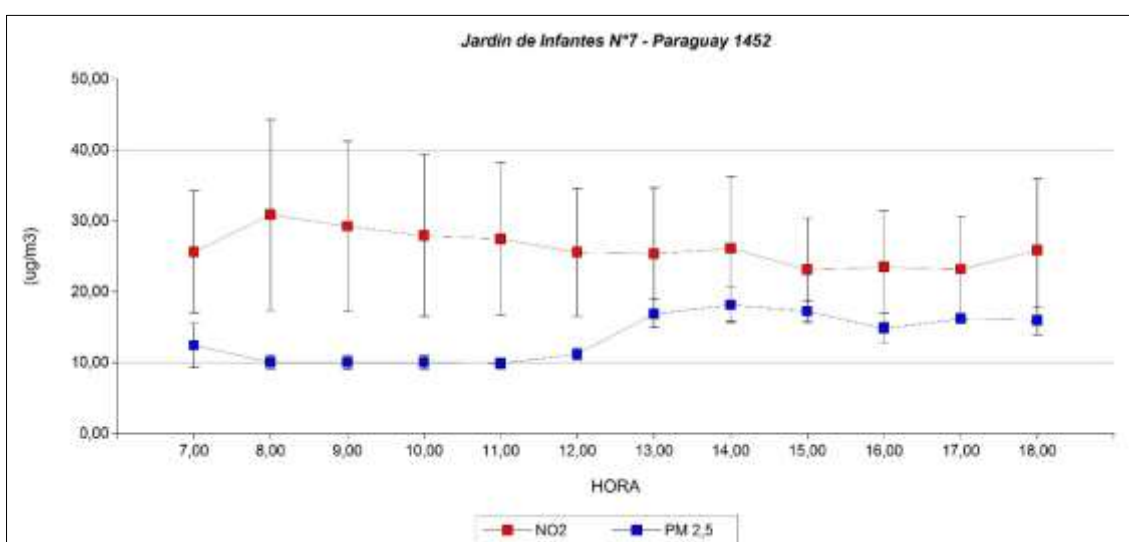


Grafico 10 – Punto 9 Promedios / Máximos / Mínimos

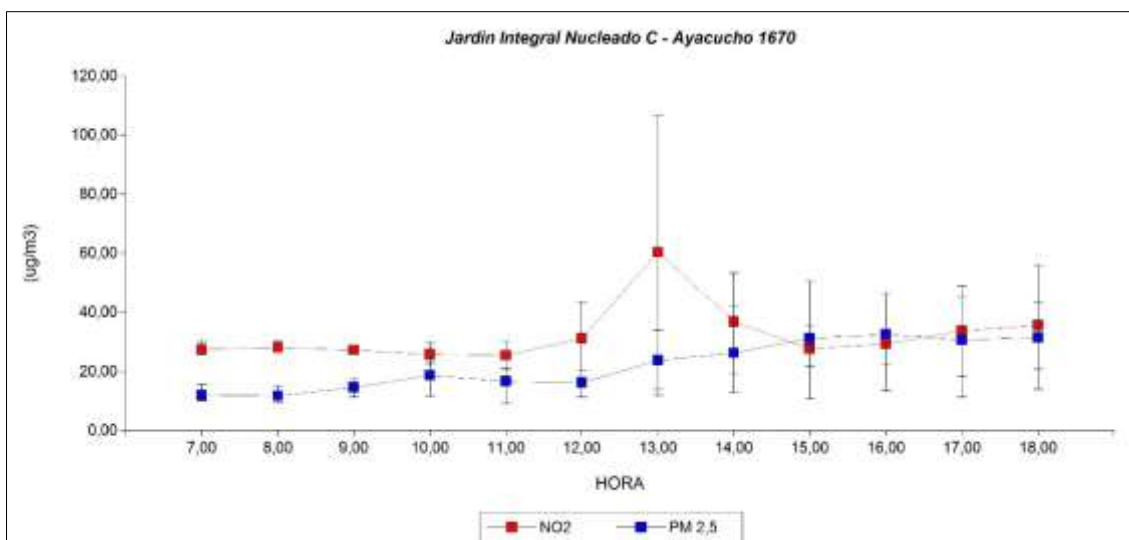


Grafico 11 – Punto 10 Promedios / Máximos / Mínimos

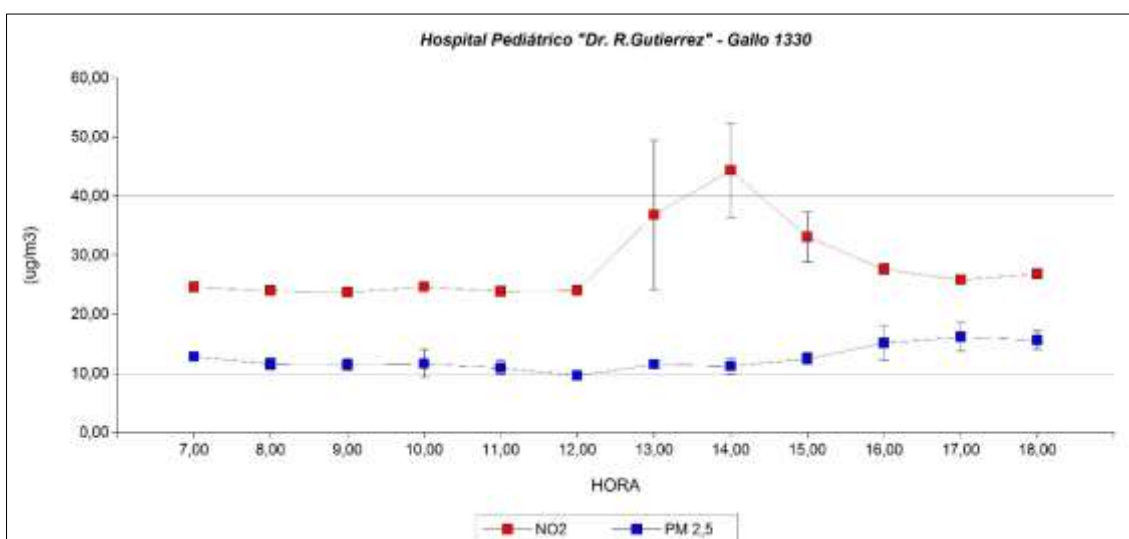


Grafico 12 – Punto 11 Promedios / Máximos / Mínimos

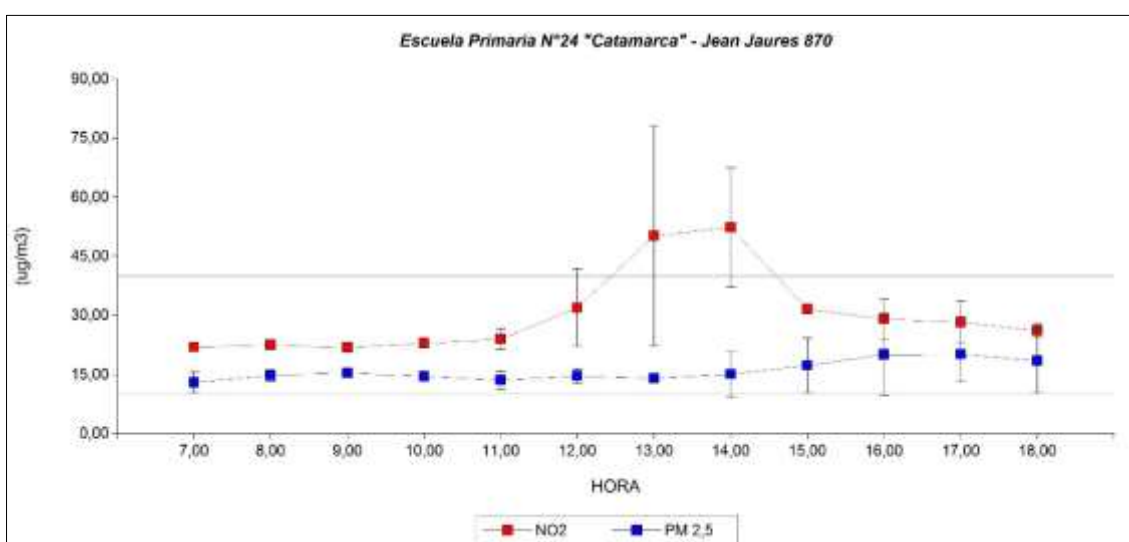


Grafico 13 – Punto 12 Promedios / Máximos / Mínimos

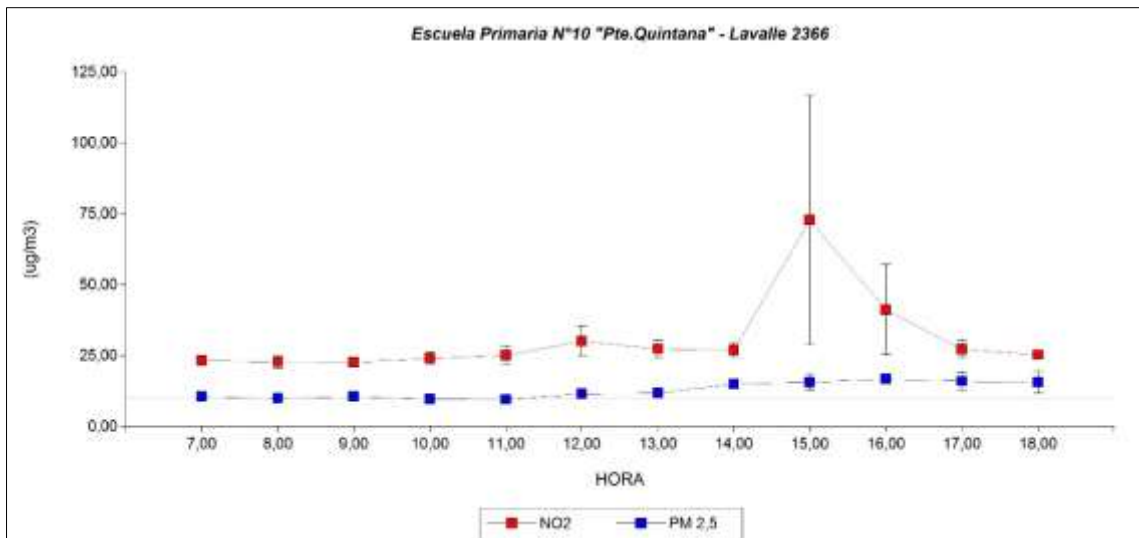


Grafico 14 – Punto 13 Promedios / Máximos / Mínimos

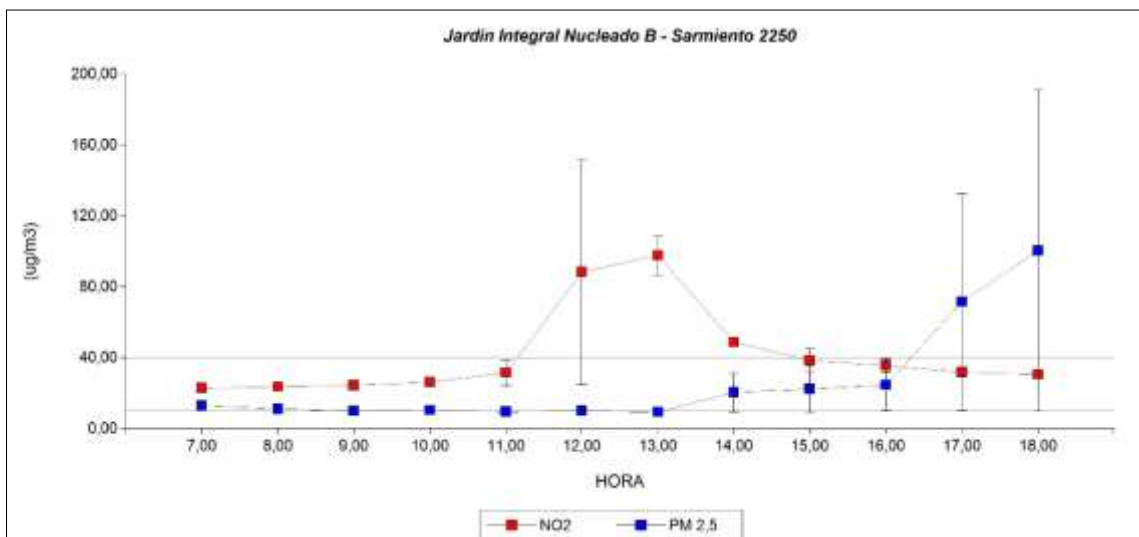


Grafico 15 – Punto 14 Promedios / Máximos / Mínimos

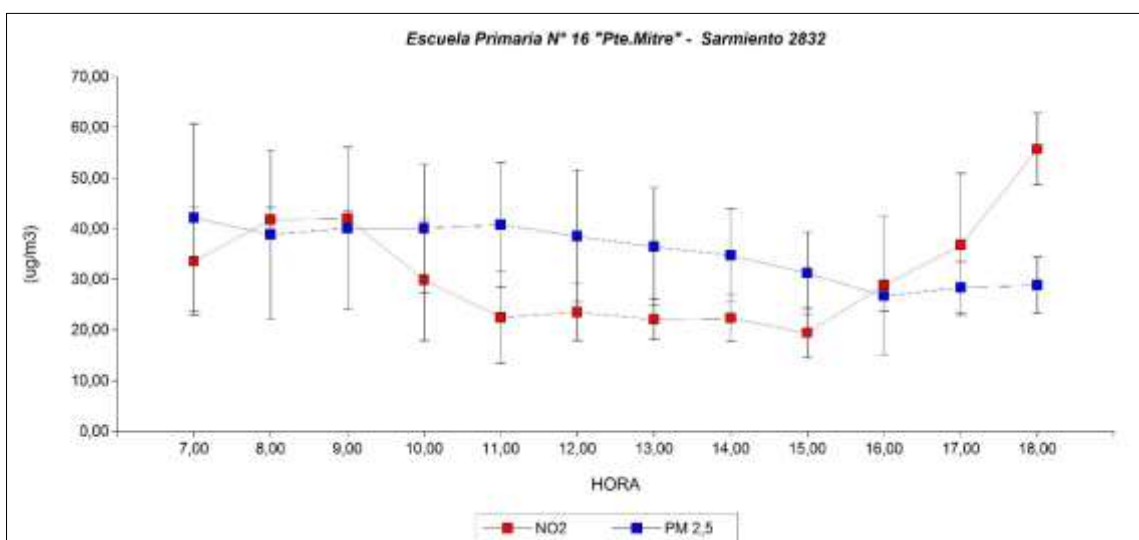


Grafico 16 – Punto 15 Promedios / Máximos / Mínimos

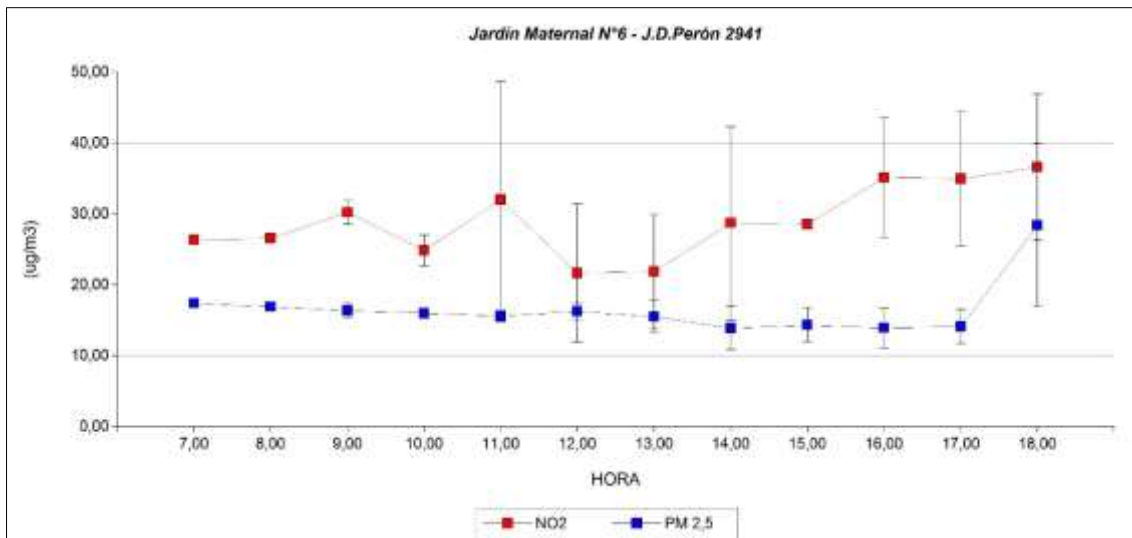


Grafico 17 – Punto 16 Promedios / Máximos / Mínimos

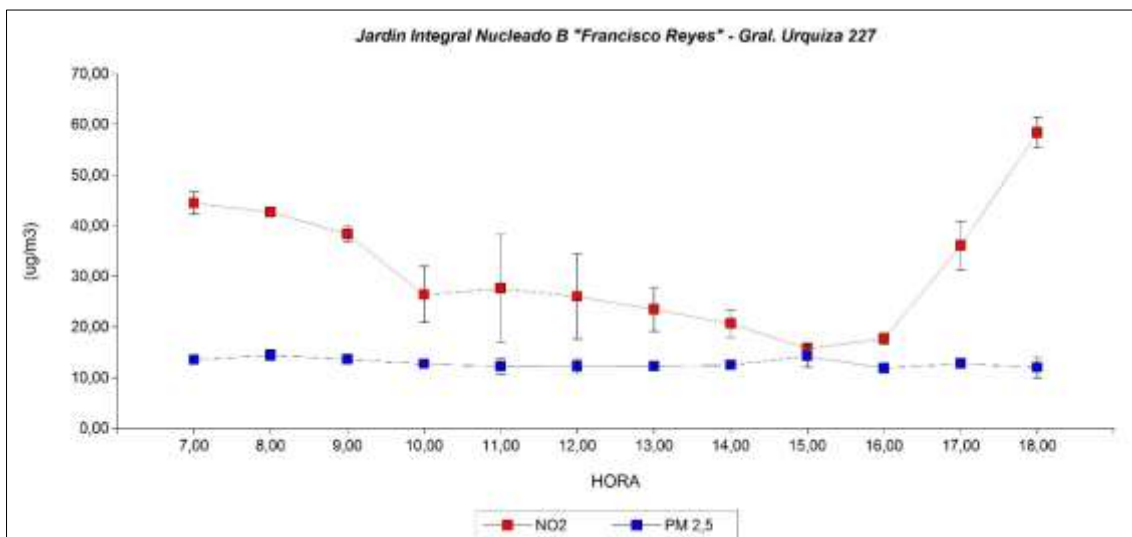


Grafico 18 – Punto 17 Promedios / Máximos / Mínimos

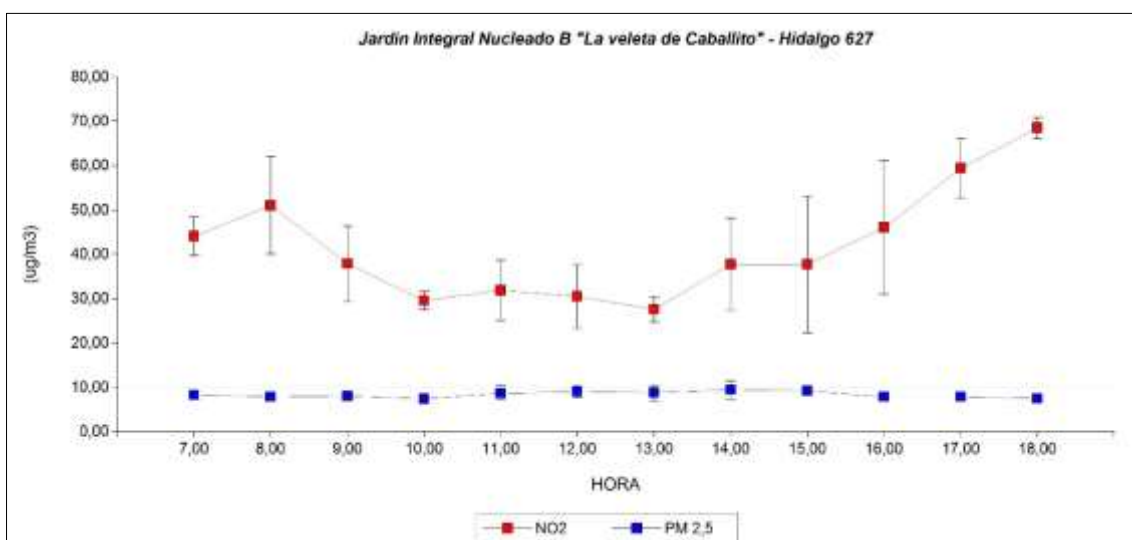


Grafico 19 – Punto 18 Promedios / Máximos / Mínimos

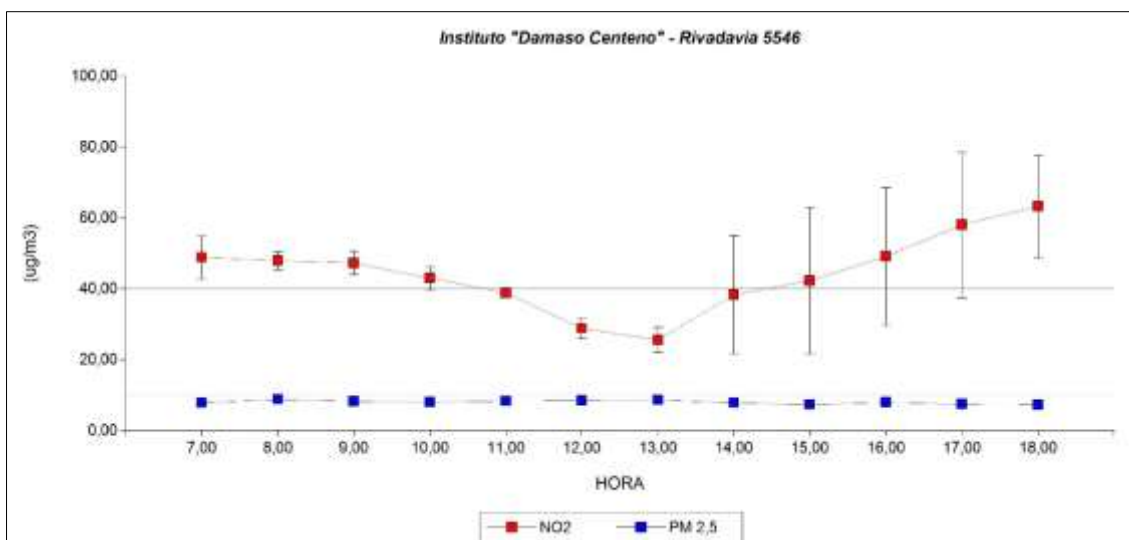


Grafico 20 – Punto 19 Promedios / Máximos / Mínimos

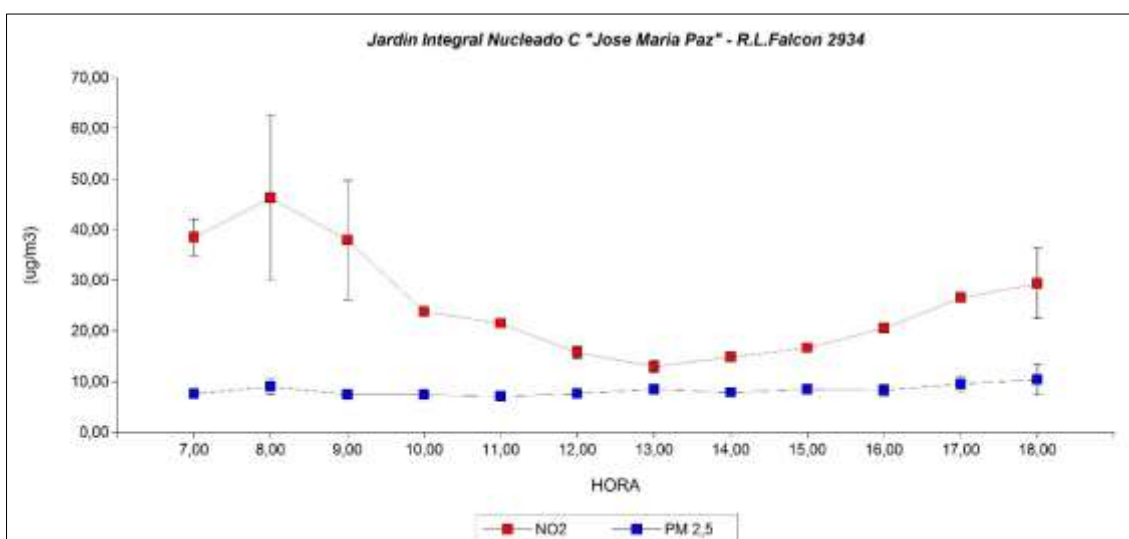


Grafico 21 – Punto 20 Promedios / Máximos / Mínimos

CONCLUSIONES.

En el trabajo realizado se tomó como referencia los niveles guía fijados por la OMS (Organización Mundial de la Salud), organismo que fija niveles de exposición crónica o exposición puntual, en este trabajo se tomó como la exposición crónica el eje del análisis estadístico de los datos obtenidos, ya que los receptores se encuentran expuestos a los contaminantes durante todo el año.

MATERIAL PARTICULADO (PM_{2,5})

Se puede observar que los valores promedio de material particulado (PM_{2,5}) supera en un 85% de los casos el nivel guía de exposición crónica de la OMS fijado en 10ug/m³. En un 45% de los casos, los valores máximos registrados están en el intervalo de 20ug/m³ a 60 ug/m³. En un 10% registran valores que superan los 60 ug/m³, registrando un máximo de 191 ug/m³. Es imperativo tomar medidas de control y mitigación de este contaminante ya que impacta directamente en la salud en cuanto a su fracción respirable que afecta a la función pulmonar a nivel alveolar.

DIÓXIDO DE NITROGENO (NO₂)

Del análisis de datos se desprende que el 40% de los datos promedios registrados superan el valor de 40 ug/m³ de exposición crónica fijada por la OMS. En un 50 % los valores máximos están en el intervalo de 60 ug/m³ a 100 ug/m³. Y en un 30% de las observaciones superan los 100 ug/m³, registrando un valor máximo de 165 ug/m³.

Cabe destacar que el dióxido de nitrógeno (NO₂) es un gas tóxico, el cual puede tener efectos adversos crónicos y agudos y puede incrementar la frecuencia y seriedad de los síntomas de respiración baja (bronquitis). El dióxido de nitrógeno juega un papel importante como precursor en la formación de ozono y oxidantes, que son también tóxicos en especial para las plantas. Sus fuentes son mayoritariamente el tráfico motorizado, así como también la combustión residencial y los procesos industriales de combustión. El dióxido de nitrógeno también se genera por oxidación del óxido nítrico (NO) en condiciones de alta humedad ambiental o con una actividad fotoquímica relevante.

Se concluye además que la variabilidad de las condiciones meteorológicas que se registran en la ciudad de Buenos aires puede dar lugar a situaciones desfavorables para la dispersión de contaminantes atmosféricos, que potencialmente pueden afectar la calidad del aire. Los resultados del estudio del comportamiento de los factores meteorológicos velocidad y dirección del viento, estabilidad atmosférica y la altura de capa de mezcla, junto a los datos obtenidos en este trabajo y los que se realicen en el futuro, permitirán realizar estudios de modelación de la dispersión de contaminantes atmosféricos generados por las diferentes fuentes con el objetivo de evaluar la calidad del aire e implementar medidas de mitigación que permitan un bienestar en la salud de las personas.

BIBLIOGRAFÍA

Bogo H., Otero M, Kreiner AJ, Ozafran M, Negri M, 2003. Study of atmospheric particulate matter in Buenos Aires, *Atmospheric Environment* 37, 1135 – 1147

Bogo H., D.R. Gomez, S.L. Reich, R.M. Negri, E. San Roman, 2001. Traffic Pollution in a downtown site of Buenos Aires City, *Atmospheric Environment* 35, 10, 1717 – 1727

Bogo H., Negri R.M., San Román E., 1999. Continuous measurement of gaseous pollutants in Buenos Aires City. *Atmospheric Environment* 33, 2587 – 2598

Camillioni I.A., Mazzeo N., 1987. Algunas características térmicas de la atmosfera urbana de la ciudad de Buenos Aires. *Anales del Congreso V*, 14.2.1 – 14.2.5

Carbonell L. T., Sanchez G. M., Rodriguez A. R., Morales R. S., 1996. Estimación de la altura de la capa de mezcla en Casablanca a partir de parametrizaciones en superficie. Instituto de Meteorología, Cuba.

Carbonell L. T., Sanchez G. M., Rodriguez A. R., Soltura R., 2001. Metodología de estimación de variables meteorológicas secundarias para modelos de dispersión de contaminantes atmosféricos. Instituto de Meteorología, Cuba.

Crespi S., 2001. Altura de la capa de mezcla caracterización experimental y aplicación de un modelo meteorológico para el estudio de su evolución diurna. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Físicas.

Díez S., Britch J. ISC-MC: Un modelo de dispersión de contaminantes que considera la estocasticidad de las variables meteorológicas. Facultad Regional Córdoba. Universidad Tecnológica Nacional.

Domenech X. 2000: Química Atmosférica, origen y efectos de la contaminación. 3: 43-63.

Figuerola P., Mazzeo N. 1998. Urban-rural temperature differences in Buenos Aires. *Int. Journal of Climatology*, 18, 15, 1709 – 1723

Freitas S.R., Silva Dias M.A.F., 1995. Numerical modeling of trajectories from the biomass burning areas of Central Brazil and Amazonia, Regional Conference on Global Change, Sao Paulo, Brazil.

García Skabar Y., Serio L., 2013. Movimiento atmosférico. En; *Agrometeorología* (2da. Edición ampliada). G.M. Murphy y R.H. Hurtado (Eds). Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. pp 137 – 138.

Gassmann M.I., Mazzeo N., 2000. Air pollution Potential: Regional Study in Argentina. *Environmental Management* 25, 375 – 382

Gassman M.I., Ulke G., 2008. Case study of Biomass Burning and its Smoke Dispersion to Buenos Aires city, Argentina. *International journal of Environment and Pollution* 32,2. 311 – 331

Gassmann M.I., Mazzeo N., 2001. Nocturnal Stable Boundary Layer Height Model and its Application. *Atmospheric Research*, 54, 4, 243 – 255

- Hurtado R. H., 2011. Humedad atmosférica, En; Agrometeorología (2da. Edición ampliada). G.M. Murphy y R.H. Hurtado (Eds). Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. pp 66 – 69.
- Lerner C., Morales J.E. Calidad del aire en áreas urbanas e industriales en la provincia de Buenos Aires. Facultad de Ingeniería. Universidad de La Plata
- Mazzeo N.A., Nicolini M., Moledo L., 1973. Large scale estimation of dispersion efficiency of atmospheric in the Argentine Republic. Proc. Of the III Mundial Congress of Clean Air, Dusseldorf, Alemania.
- Mazzeo N.A. Venegas L.E., 2004. Some aspects of air pollution in Buenos Aires city. International Journal an Pollution, 22, 365 – 379
- Mazzeo, N.A.; Venegas L. E. 2011. Efectos del viento y de las emisiones de óxidos de nitrógeno de los partidos limítrofes sobre la calidad del aire de la Ciudad de Buenos Aires. Rumbos Tecnológicos vol. 3 p. 51 - 73
- Molina M.J., Molina E.T., 2004. Megacities and Atmospheric Pollution. Journal of the Air and Waste Management Association, 54, 64 – 80
- Onursal B., Gautman S., 1997. Contaminación atmosférica por vehículos automotores: Experiencias recogidas en 7 centros urbanos de América Latina. Informe del Banco Mudial.
- Pasquill F., 1964. The estimation of the dispersion windborne material. Meteorology Magazine. 90: 33 – 49
- Piccolo C., 1982. Influencia térmica del mar en un modelo de Capa Limite. Meteorologica 13, 1 – 2
- Quel E. J., Ristori P., Otero L., 2010. Contaminación en Buenos Aires proveniente de la quema de biomasa. CITEFA – CONICET. World Congress & Exhibition Engineering Argentina. Cap. Energía y Cambio Climatico.
- Rodriguez M.A. Browner J., Samuelsen G.S., Dabdub D., 2007. Air quality impacts of Distributed Power Generation in the South Coast. Air basin of California. Atmospheric Envirnonment 41, 27 : 5618 – 5635
- Russell A. G., Dennis R., 2000. Critical review of photochemical Models and Modeling. Atmospheric Envirnonment, 34 (12), 2283 – 2324
- Schmitz R., 2005. Modeling of air polusion dispersión in Santiago de Chile. Atmospheric Environment, 39 (11), 2035 – 207
- Scian B., Quinteros, 1975. Capa de mezcla de la Ciudad de Buenos Aires. Meteorológica 6 – 7
- Seaman N., 2000. Meteorological modeling for air quality assesments. Atmospheric Environment, 34 (12 – 14), 2231 – 2259
- Seinfeld J.H., Pandis S.N., 1998. Atmospheric chemistry a physics: from air pollution to climate change. John Wiley & Sons Inc., New York
- Stull R.B., 1988. An introduction to Boundary Layer Meteorology, Kluwer, USA.
- Turner B., 1961. Workbook of atmospheric dispersion estimates. Environmental Protection Agency. Office of air programs publication, AP-26, 6 - 10

- Ulke A.G., 2004. Daytime ventilation condition in Buenos Aires city, Argentina. *International Journal of Environment and Pollution*, Speial Issue: Air quality in South America, Vol 22, N°4, 379 – 395
- Ulke A.G., 2000. Air pollution in Buenos Aires city, Argentina. *Int. J. Environment an pollution*, 14, 1- 6
- Ulke A.G., Mazzeo N., 1998. Climatological Aspect of the daytime mixing height in Buenos Aires city, Argentina. *Atmosphere Environment*, 32, 1615 – 1622
- Ulriksen P. 1980. Factores Meteorológicos que influyen en la contaminación atmosférica y condiciones existentes en Santiago. *Tralka* 2:189 – 209
- Ulriksen P. 1980. Variaciones diarias en la altura de la capa atmosférica superficial de mezcla sobre Santiago. *Tralka* 1: 143 – 151
- Valdez D. G., Diaz R., Montrejo A., Suarez., 2012. Estudio de variables meteorológicas secundarias que intervienen en la difusión de contaminantes atmosféricos, *Revista cubana de meteorología*, vol. 18 N°1 2012
- Venegas L.E., Mazzeo N., 2006. Modeling of urban background pollution in Buenos Aires City, Argentina. *Environmental Modeling & Software* 21 (2006) 577 – 586
- Venegas L.E., Mazzeo N. 2012. La velocidad del viento y la dispersión de Contaminantes en la atmósfera. 2º Congreso Latinoamericano de Ingeniería del Viento - CLIV2, La Plata, Argentina.



Greenpeace es una organización ecologista internacional, económica y políticamente independiente, que no acepta donaciones ni presiones de gobiernos, partidos políticos o empresas, que se financia con la contribución de 3 millones de individuos en todo el mundo.

Greenpeace Argentina.
Zabala 3873, Ciudad Autónoma
de Buenos Aires, Argentina.