

# DIÁGNOSTICO DE LA CONTAMINACIÓN POR OZONO EN LA REGIÓN METROPOLITANA DE BUENOS AIRES.

**Dr. Daniel Lipp**

## **Resumen**

El desarrollo del presente trabajo consistirá en ofrecer al lector un estudio de la contaminación atmosférica en nuestra metrópoli poniendo especial referencia a la principal fuente que lo provoca: el automóvil. Este ha sido el principal protagonista, y lo sigue siendo aún, de la tan comprometida situación ambiental que afecta a las ciudades y muy en especial a su atmósfera. Salvo ciertas metrópolis la importancia de los transgresores industriales ya ha decrecido, y en algunos casos, muy considerablemente. La atención está puesta ahora en el tránsito cuyas emisiones cubren la totalidad del espacio urbano. La investigación consistirá en presentar una evaluación de este impacto ambiental haciendo hincapié sobre todo al tipo de contaminación generada por reacciones fotoquímicas y, en especial, al ozono. La información fue obtenida en virtud de los monitoreos efectuados por ACUMAR (Autoridad de la Cuenca Matanza – Riachuelo) en la localidad de Dock Sud, Provincia de Buenos Aires.

**Palabras Clave:** *Contaminación atmosférica – reacciones fotoquímicas – Formación Ozono Troposférico – Efecto de Fin de Semana del Ozono.*

## **Summary**

*The development of this job is to provide the reader with a study of air pollution in our metropolis with special reference to the main source that causes: the automobile. This has been the main protagonist, and remains still, the so compromised environmental situation affecting the cities and especially for its atmosphere. Unless certain metropolitan the significance of industrial offenders has decreased, and in some cases very considerably. The focus is now placed on the transit whose broadcasts cover the entire urban space. The investigation should present an assessment of the environmental impact stressing especially the type of pollution caused by photochemical reactions and, in particular, ozone. The information was obtained under the monitoring carried out by ACUMAR (Authority Matanza-Riachuelo Basin) in the locality of Dock Sud, Buenos Aires.*

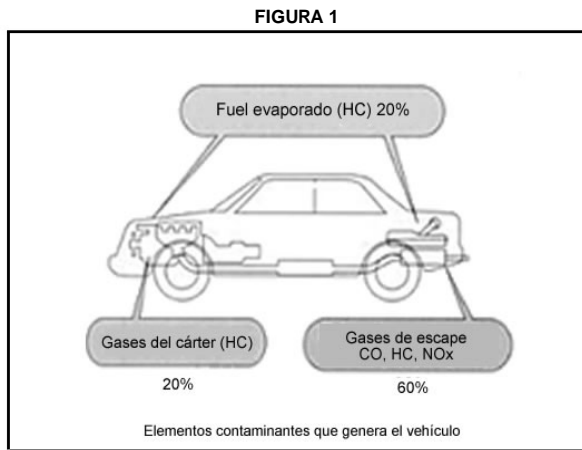
**Keywords:** *Air pollution - photochemical reactions - Tropospheric Ozone Formation - Weekend Effect of Ozone.*

## **Tipos de contaminantes atmosféricos.**

Hay centenares de sustancias que contaminan el aire. Ellas son desprendidas por las fábricas y emitidas también por los vehículos. Sin embargo, los motores de automóviles y de cualquier otro tipo, mal que le pese a algunos, nunca presentan una combustión completa y su combustible siempre es quemado de modo tal que adicionan al aire ambiente cantidades significativas de contaminantes causando efectos mensurables sobre los seres humanos, los animales y los vegetales. Entre las múltiples sustancias generadas por los vehículos, el monóxido de carbono es una de las más tóxicas y peligrosas. También los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos se incorporan al aire debido principalmente a los autos. Se conocen literalmente decenas de estos hidrocarburos. Un análisis del aire urbano mediante cromatografía de gases ha dado como resultado la identificación de cincuenta y seis hidrocarburos diferentes. Pero el número probablemente sea mucho mayor dado que la sensibilidad de este método de análisis impide que sean detectados otros hidrocarburos en concentraciones muy bajas (Stoker, S. *et. al*, 1981).

Los autos contaminan el aire con una gran variedad de hidrocarburos. Estos compuestos, básicamente formados por átomos de carbono e hidrógeno, son emitidos por el escape de los autos como resultado de los procesos de combustión. Pero estos, a la vez, se emiten también por el cárter, el carburador y el tanque de nafta. La descarga del cárter ocurre sólo mientras funciona el motor. El cárter es un dispositivo que se halla debajo de los cilindros y que contiene el aceite que lubrica el cigüeñal. Debido a las fuertes presiones que ejercen los pistones sobre la mezcla combustible algunos vapores se filtran través de los aros llegando al cárter para después desprenderse al aire. Estas pérdidas se llaman fugas y constituyen el

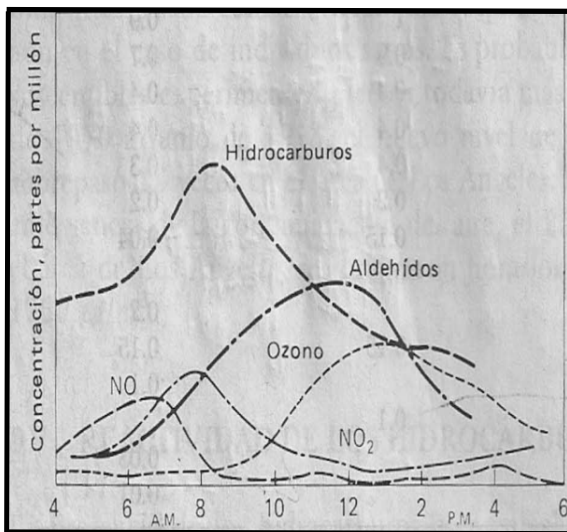
20 % de los hidrocarburos sino se controlan. En cambio, las pérdidas por el carburador y el tanque de nafta son particularmente importantes en días calurosos. No obstante, por estos dispositivos no suele evaporarse mucha nafta cuando el vehículo está en marcha pero cuando se detiene el motor cesa asimismo de funcionar el ventilador de enfriamiento y ello conduce a la retención del calor y a la consiguiente evaporación de los gases. Estas descargas se designan como pérdidas por calentamiento y constituyen el 20 % del total de hidrocarburos lanzados al aire. El 60 % restante de los hidrocarburos como es obvio se expelen por el tubo de escape (Wark, K., *et. al.*, 1997). **(Figura 1)**.



Pero no sólo los autos contaminan. Los colectivos y camiones también lo hacen, aunque su aporte a la lista es otro. Sus motores, en su mayoría Diésel, despiden humos muy por encima de los niveles permitidos. De los 15.000 vehículos colectivos que circulan por las calles porteñas, el 20 % sobrepasan los niveles tolerables. Pero aunque los colectivos están casi siempre en la mira cuando se trata de detectar a los emisores de humo, el transporte de carga encabeza el ranking. El 40 % de ellos despiden humos que superan con amplitud las marcas permitidas.

### Variación horaria de las concentraciones de O<sub>3</sub>, NO, NO<sub>2</sub> Y NO<sub>x</sub>.

**FIGURA 2**  
Promedios horarios de las concentraciones de contaminantes que intervienen en las reacciones fotoquímicas.



Fuente: K. Wark; Cecil F. Warner. "Contaminación del aire. Origen y Control (1990)".

Pasemos a examinar ahora las curvas del comportamiento horario de los gases disueltos en el aire. La **Figura 2** muestra como varían los niveles diarios de contaminantes atmosféricos. Todos ellos forman parte importante del proceso denominado fotoquímico. Como se observa en el gráfico tanto los compuestos orgánicos volátiles y los óxidos de nitrógeno generados por los autos se elevan por la mañana debido al intenso tránsito. Por una parte, los compuestos orgánicos volátiles prácticamente se duplican cerca de las 8 horas. En cuanto a los óxidos de nitrógeno crecen a una tasa sustancial pero llegando a un pico en diferente horario. Por una parte, el óxido nítrico llega a un máximo alrededor de las 7 horas y el dióxido de nitrógeno una o dos horas después. Nótese, a su vez, que la desaparición del dióxido de nitrógeno coincide con el aumento en la concentración de ozono. El máximo de ozono no se alcanza hasta las primeras horas de la tarde.

Su presencia sin duda es el resultado del incremento de la radiación solar durante el día hasta disminuir sus concentraciones conforme desciende el Sol. Este patrón de variabilidad temporal de los contaminantes atmosféricos a que hemos hecho mención puede ser encontrado en cualquier ciudad del mundo donde predominen las reacciones fotoquímicas. A veces, situaciones locales como particularmente el viento y otros fenómenos pueden variar algunos resultados, sin embargo, el patrón más o menos es el mismo (Mazzeo, N. A., *et. al.*, 2005).

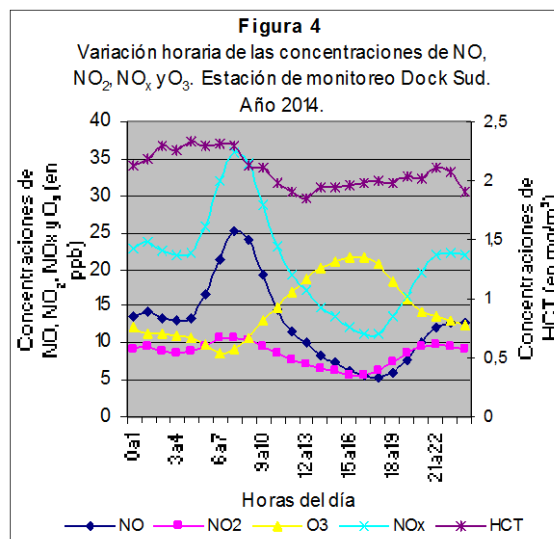
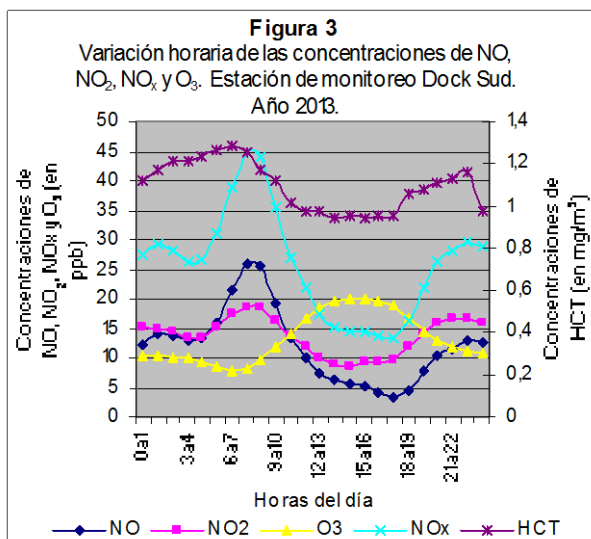
Otro factor que influye en los niveles de contaminantes atmosféricos es la altura de la capa de mezcla sobre la ciudad. Sin duda este es un factor que puede incrementar los niveles atmosféricos de la concentración de gases si esta capa es demasiada baja o disminuirlos si, por el contrario, tiene una altura considerable. Generalmente por la noche la altura de la capa de mezcla no es muy alta pero durante el día

al romperse la inversión térmica por el ingreso de calor puede llegar a algunos miles de metros de altura (Ulke, A. G., *et. al.*, 1998).

### Mediciones en nuestra metrópoli.

Los párrafos que siguen están destinados a determinar si las reacciones fotoquímicas juegan un papel primordial en nuestra atmósfera, y si fuera así, evaluar la contribución del mismo al incremento de la contaminación. Esto se llevará a cabo mediante la información obtenida de las estaciones de monitoreo que la Autoridad de Cuenca Matanza-Riachuelo (ACUMAR) dispone en Dock Sud.

La **Figura 3** muestra el comportamiento horario de las concentraciones de contaminantes atmosféricos que intervienen en reacciones fotoquímicas. Estos niveles se han registrado en Dock Sud durante el año 2013 y son los que más contribuyen a este tipo de contaminación. Tanto el NO y el NO<sub>2</sub> alcanzan valores pico a las primeras horas de la mañana (de 7 a 8 horas) cuando los niveles de O<sub>3</sub> lo hacen por la tarde (de 16 a 17 horas). Sucede de modo similar en la **Figura 4**, los picos de NO y NO<sub>2</sub> ocurren a la misma hora del día, sin encontrarse en ambos un tiempo de espera entre un pico y otro, que por lo general es de una a dos horas. Por esta razón se cuenta con la certeza de que las reacciones fotoquímicas que se llevan a cabo en el lugar se limitan solo al llamado ciclo fotoestacionario, sin intervención de compuestos orgánicos volátiles (COVs). En el caso de la curva del ozono, la figura muestra un ascenso de sus concentraciones durante la mañana y el mediodía, un pico entre las 16 y 17 horas, y un rápido descenso luego al disminuir la radiación solar.



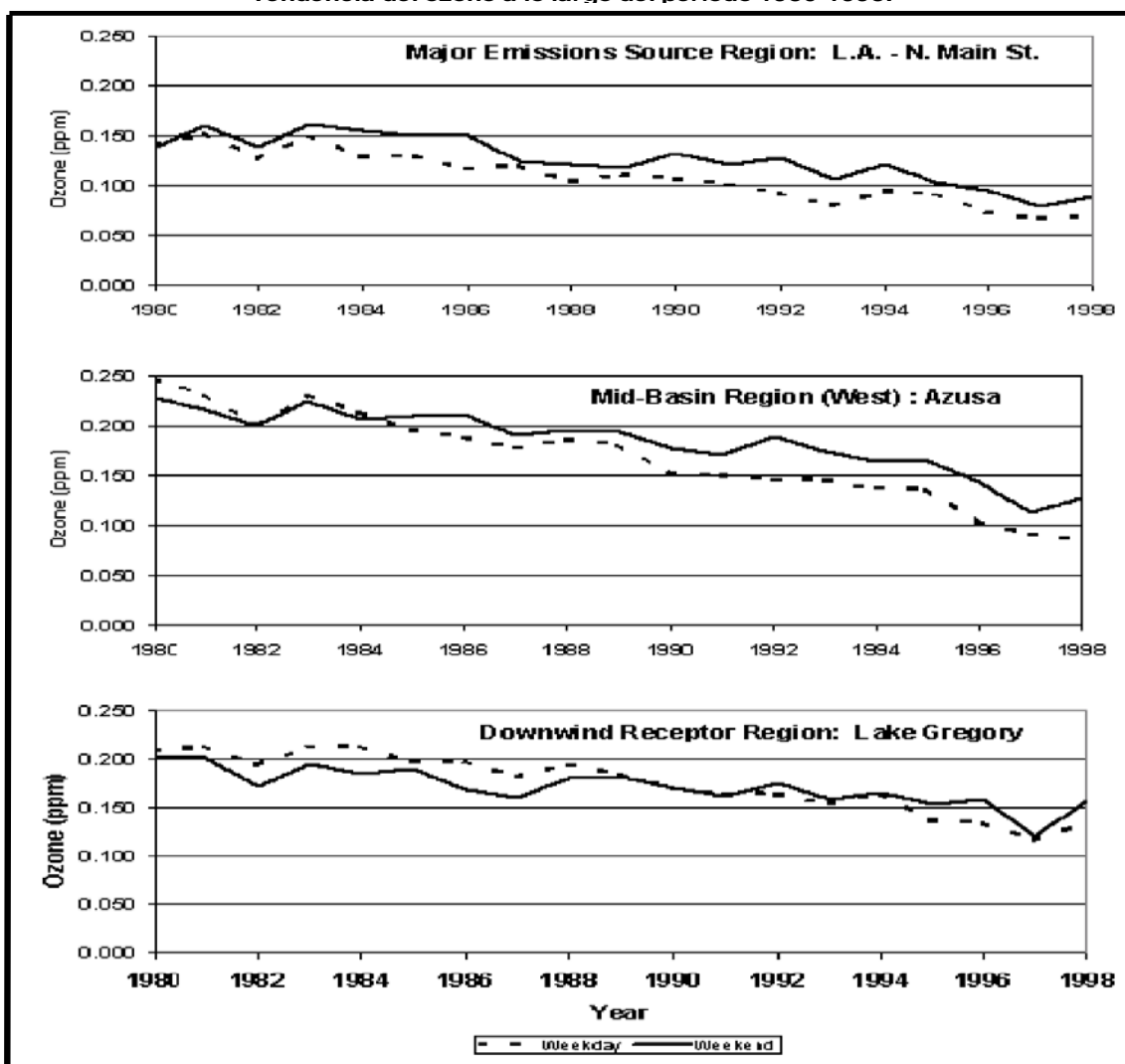
### El efecto “Fin de Semana”.

Un fenómeno que seguramente constituirá una preocupación más para las grandes ciudades si estas no se ajustan a una acción preventiva en materia de contaminación del aire es el denominado “*efecto de fin de semana del ozono*” cuya única y exclusiva responsabilidad se le atribuye al automóvil. De qué se trata esto, por otra parte, dado a conocer recientemente por algunos institutos de investigación. El “*Efecto de Fin de Semana del Ozono*” (“*Ozone Weekend Effect*”) se refiere al curioso hallazgo en determinadas metrópolis de concentraciones altas de ozono durante los fines de semana en comparación a los demás días de la semana. Esto es sin duda muy llamativo ya que las mayores emisiones de los compuestos que dan origen al ozono, ocurren por lo general los días hábiles de la semana más que en los fines de semana (Altshuler, S. L., *et. al.*, 1995).

El efecto se ilustra en la **Figura 5**. Se trata de tres localidades del Área de la Bahía (California: EE. UU) cuyos problemas con el ozono son particularmente marcados. Se observa en la gráfica una línea continua que representa valores de ozono durante días feriados (sábados y domingos) y una línea de puntos que representa las concentraciones de ozono durante los días hábiles de la semana. La línea continua tiende a estar por arriba de la línea de puntos en casi la totalidad del período analizado. A partir de este hallazgo se han incrementado los trabajos respecto al tema. Se han realizado estudios encaminados a identificarlo en otros sitios. Tal es así, que hoy hay una acumulación considerable de pruebas de hallazgos similares en lugares de Europa, Asia y América. Todas las ciudades que por lo común se ven directamente afectadas por el ozono el “*efecto de fin de semana*” son estadísticamente significativas. Por otra parte se sabe que la intensidad del efecto no es igual en un lugar que en otro. Blanchard y Farley (2001) dedicaron tiempo a estudiarlo y sugirieron una clasificación basada en los niveles de ozono existentes. Por un lado si las diferencias de ozono entre el fin de semana y días hábiles de la semana son menores de 5 ppbv el efecto

de fin de semana es prácticamente inexistente, si la diferencia está en cambio entre 5 ppbv y 15 ppbv, el efecto es moderado y más allá de los 15 ppbv el fenómeno es intenso. Sin embargo, los mecanismos que lo producen todavía se desconocen.

**FIGURA 5**  
Tendencia del ozono a lo largo del período 1980-1998.



### Métodos para su determinación.

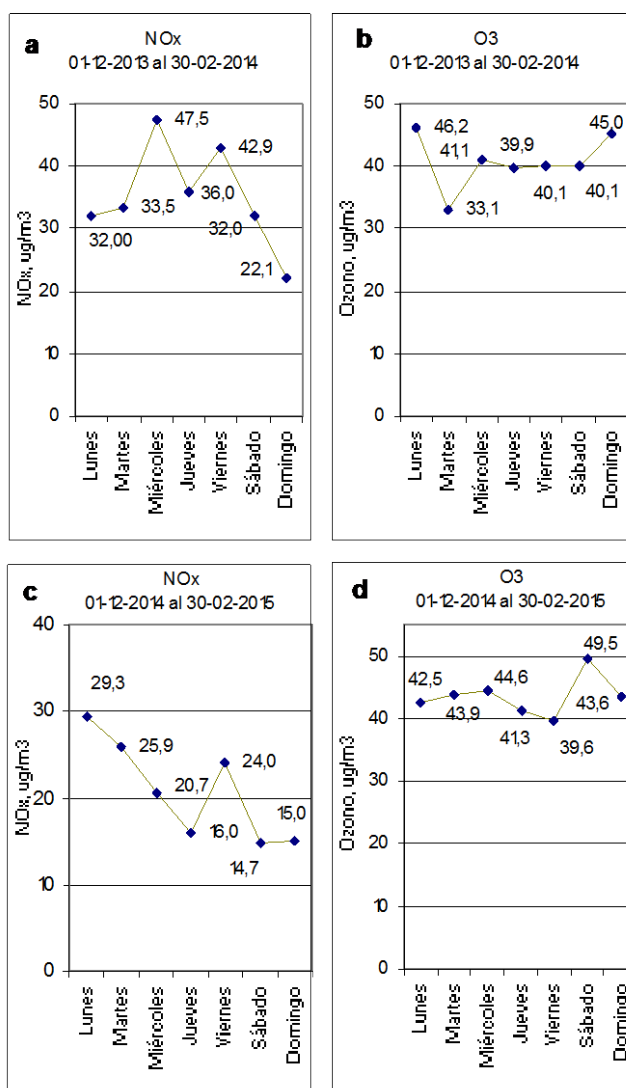
El método más usado habitualmente para medir el efecto de fin de semana del ozono es como tal lo describió Atkinson-Palombo en 2006 y sus numerosos colaboradores, comparando la media de las concentraciones de ozono habidas en domingo con las que se observan el día miércoles (Altshuler, 1995). Sin embargo, este no es el único procedimiento, ya que algunos investigadores analizan los niveles pico de ozono por día de la semana (Y. Qin, et. al, 2004) y otros los percentiles de casos específicos (Chow, 2003). Ninguno de estos métodos utilizaremos nosotros para medir el efecto del fin de semana del ozono. Por otra parte, no creemos que el debate en este aspecto haya finalizado, se continúa actualmente estudiando la técnica o el método que mejor lo mida. La técnica que nosotros utilizaremos es la que han propuesto Rodrigo J. Seguel, Raúl G. E. Morales S. y Manuel A. Leiva G. del Centro Nacional del Medio Ambiente de La Reina, en Santiago, y el Centro de Ciencias Ambientales de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile, Santiago, Chile (Seguel, Rodrigo J. *et. al.*, 2012). Estos autores analizaron las concentraciones medias diarias de ozono y  $\text{NO}_x$  en diferentes sitios del área metropolitana de Santiago (Las Condes, Pudahuel y Cerrillos). El período de tiempo estudiado abarcaba desde el 1 de septiembre al 30 de abril del año siguiente y los años estudiados se extendían desde 1999 al 2007. Se eligió el período septiembre-abril ya que la problemática local del ozono en Santiago es en la primavera y el verano. Por otra parte, se utilizaron las pruebas t de Student y la prueba de Welch-Satterthwaite para determinar diferencias significativas, o si las hubiere, entre los días hábiles de la semana y fines de semana. Se

estimaron además las proporciones de mezcla de los precursores de ozono VOC/NO<sub>x</sub> para cada día de la semana y en los horarios de 06:00 a 09:00.

En el caso nuestro fijaremos primero el período el cual el ozono muestra mayores niveles, es decir elegiremos los meses cuyas concentraciones de ozono son las más altas durante el año. Esto es diciembre, enero y febrero, meses donde la radiación solar es más intensa en la ciudad que en cualquier otra época del año. En cuanto a los períodos que abarcara nuestra investigación estos se extenderán desde el 01-12-2013 al 30-02-2014 y del 01-12-2014 al 30-02-2015. Debido a la falta de datos que se dispone nos hemos limitado sólo a estos dos períodos del año, suficientes para probar el efecto. Los datos de monitoreo atmosférico han sido recabados de la Estación Dock Sud que la Autoridad de la Cuenca Matanza Riachuelo (ACUMAR) dispone en la zona. El trabajo comprenderá 9 horas de observaciones diarias, de lunes a domingos, en el horario de 8 a 17 horas, promediando luego el total obtenido. Finalmente, aparte del ozono, se medirán los NO<sub>x</sub> que tienden a disminuir los fines de semana y sirven de indicadores para esclarecer el efecto.

La **Figura 6** muestra los promedios de las concentraciones de O<sub>3</sub> y NO<sub>x</sub> de cada uno de los días de la semana y durante los dos períodos analizados. En el primer período 2013-2014, representado por **a** y **b**, las concentraciones de NO<sub>x</sub> (**a**) disminuyen durante los días sábados (32,0 µg/m<sup>3</sup>) y domingos (22,1 µg/m<sup>3</sup>) con respecto a los días hábiles (lunes a viernes). Se está de acuerdo con esto porque las actividades durante los días hábiles de la semana son mayores que los días feriados y, por tanto, el número de vehículos es superior. En cuanto a los niveles de O<sub>3</sub> (**b**) las cosas parecen distintas ya que sus concentraciones se elevan durante los días feriados, sobre todo en domingo (45,0 µg/m<sup>3</sup>). En el segundo período (2014-2015) se repite la situación ya que los NO<sub>x</sub> (**c**) disminuyen sus concentraciones, con respecto a los días hábiles, y los niveles de O<sub>3</sub> (**d**) tienden a aumentar, sobre todo el día sábado (49,5 µg/m<sup>3</sup>).

**FIGURA 6**  
**EFFECTO DE FIN DE SEMANA DEL OZONO.**



### **Reflexión al respecto.**

El objetivo que se intentó conseguir en esta primera parte fue determinar que grado de actividad fotoquímica prevalece en el aire urbano y que trae como consecuencia la formación de ozono. Como señaláramos en su oportunidad los vehículos automotores vierten a la atmósfera una gran lista de productos nocivos de los cuales unos se activan fotoquímicamente y dan lugar al ozono. Por otro lado, se propuso la búsqueda en nuestra metrópoli del fenómeno conocido como “*efecto de fin de semana*” del ozono ya experimentado asimismo en otras grandes ciudades. Este evento, como ya dijimos, se caracteriza por un aumento significativo de los niveles de ozono en fin de semana con respecto al resto de la semana. Los objetivos han sido cumplidos aún a pesar de la falta de información que se tiene a este respecto. En verdad no hemos podido ir más allá de lo relatado debido a la carencia de datos que presenta el tema, siendo nuestra principal fuente de consulta la bibliografía extranjera, especialmente en inglés, difícil de conseguir en Argentina.

Es preciso destacar de antemano que determinadas posiciones geográficas favorecen una polución intensa. Los valles interiores que pueden servir como "receptáculos" topográficos aptos para la acumulación de productos contaminantes son lugares apropiados que corren el peligro de verse invadidos por una grave contaminación atmosférica. Situación semejante cabe esperar en fondos de estuarios protegidos aptos para organizar un puerto (George, 1972). En países de clima suave y húmedo estos fondos de estuarios son verdaderas trampas de nieblas. Sin duda, la amenaza que tiene Buenos Aires en tales aspectos es realmente significativa. Cuando los vientos soplan desde el río hacia el interior y el clima determina altos porcentajes de humedad la cobertura gris de los humos tóxicos persiste largo tiempo en extensas áreas. Adviértase ello principalmente en los alrededores del puerto local. Se concentra allí la gran mayoría de los edificios administrativos y financieros del país.

Como se ve para Buenos Aires los pronósticos no son tan brillantes. Es muy poco lo que se ha hecho y todavía menos lo que se hace. La protección del aire es nula, o casi nula, los medios de lucha son aún irrisorios y faltan las medidas eficaces para su implementación. En consecuencia no es de extrañar que los esfuerzos realizados para imponer controles a la contaminación atmosférica se hayan visto dificultados más de una vez. Ello como es de imaginar provoca un total escepticismo en cuanto a la finalidad de mejorar la calidad de la atmósfera y darle un tratamiento adecuado al tema de investigación que hemos venido ocupándonos desde un principio. La preocupación de las autoridades municipales, al menos en el papel, por la higiene del aire de la ciudad data de la sexta década del Siglo XX. Sus intenciones fueron dirigidas en un comienzo a evitar las emisiones de contaminantes de las fuentes fijas como las instalaciones de combustión que producían excesos de humos durante su funcionamiento. Sus prescripciones se referían también al modo de cómo ellas deberían ser operadas y en ciertos casos al horario de encendido de los equipos de combustión. Se fijaban penalidades a quienes incurriesen en aquellas faltas. Más tarde el aumento de circulación de los vehículos automotores obligó enseguida a tomar medidas destinadas a controlar sus emisiones. También se fijaban penalidades para ellos por el exceso de humos y gases tóxicos que emitían. Pero desgraciadamente estas iniciativas no prosperaron nunca en Buenos Aires. Decidamos, entonces, y ya de una vez para siempre que actitud seguir en tal sentido. La opción es fácil, no requiere mucha reflexión continuar contaminando el aire sin que nos importen las consecuencias o sujetarse a las leyes. Continuar contaminando la atmósfera sin sanciones a los responsables conducirá a mayores problemas que tarde o temprano nos veremos obligados a resolverlos. Por el contrario, no contaminar o hacerlo sobre una base racional, esto es con el debido y eficiente control de las autoridades que para este fin el Estado dispone, es asegurarles a la sociedad un medio ambiente de saludable entorno.

### **Bibliografía**

Stoker, S. H.; Seager S. L. (1981). “*Química Ambiental. Contaminación del aire y del agua*”. Ed. Blume. Barcelona (España). 315 pp.

Lipp, D.; Gassmann M. I. (2010). “*Modelling the Weekend Effect in Buenos Aires City*”. Turin, Italia: Italia. Congreso. 31st NATO/SPS International Technical Meeting on Air Pollution Modelling and its Application. NATO.

Blanchard, C. L.; Fairley, D. (2001). “*Spatial mapping of VOC and NOx-limitation of ozone formation in central California*”. Atmospheric Environment 35, 3861–3873.

Noel N. (1998). “*Ingeniería de Control de la Contaminación del aire*”. McGraw-Hill, México, 1998, pp 546.

- Qin, Y.; Tonnesen, G. S.; Wang, Z. (2004). "Weekend/weekday differences of ozone, NO<sub>x</sub>, CO, VOCs, PM<sub>10</sub> and the light scatter during ozone season in southern California". *Atmospheric Environment* 38, 3069–3087.
- Caselli M. (1992). "La Contaminación Atmosférica. Causas y Fuentes. Efectos sobre el Clima, la Vegetación y los Animales". Ed. Siglo XXI Editores, México, págs.192.
- Wark, K.; Warner, C. F. (1997). "Contaminación del aire. Origen y Control". Editorial Limusa. México.
- Mazzeo, N. A.; Venegas L. E.; Choren H. (2005). "Analysis of NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> and NO<sub>x</sub> concentrations measured at a green area of Buenos Aires City during wintertime". *Atmospheric Environment* 39-3055–3068.
- Venegas, L. E.; Mazzeo, N. A. (2003). "Calidad del aire en una zona de la Ciudad de Buenos Aires (Argentina)". III Congreso Interamericano de Qualidade do Ar, ULBRA, Canoas, RS, Brasil. CD.
- Venegas, L.E.; Mazzeo, N.A. (2006). "Modelling of urban background pollution in Buenos Aires city (Argentina)", *Environmental Modelling and Software*, 21, 4, 577-586.
- Ulke, A. G.; Mazzeo, N. A (1998). "Climatological aspects of the daytime mixing height in Buenos Aires City, Argentina". *Atmospheric Environment*, 32, 1615-1622.
- Altshuler, S. L.; Arcado, T. D.; Lawson, D. R. (1995). "Weekday vs. weekend ambient ozone concentrations: discussion and hypotheses with focus on Northern California". *Journal of the Air and Waste Management Association* 45, 967–972.
- Chow, J.C. (2003). "Introduction to special topic: weekend and weekday differences in ozone levels". *Journal of the Air & Waste Management Association* 53.
- Seguel, R., J.; Morales S. R.; Leiva G. M. (2012). "Ozone weekend effect in Santiago, Chile", *Environmental Pollution* 162(2012) 72-79.
- Foguelman, D.; Brailovsky, A. E. (1999). "Buenos Aires y sus ríos : El agua en el área metropolitana" . Buenos Aires, Lugar Editorial.
- Montoya, Alfredo J. (1970). "Historia de los saladeros argentinos". Editorial El Coloquio. Buenos Aires.
- Kopta, Federico. (1999). "Problemática ambiental con especial referencia a la Provincia de Córdoba". Fundación Ambiente, Cultura y Desarrollo – ACUDE. Edición auspiciada por UNESCO y financiada por la Embajada Real de los Países Bajos. 203 págs. Córdoba, Argentina.
- Morettón, Juan (1996). "La contaminación del aire en Argentina". Ediciones Universo, Buenos Aires.
- Castro, F.; Puliafito, E. (2008). "Emisiones de fuentes móviles del Gran Mendoza", III Encuentro de Investigadores y Docentes de Ingeniería En IDI, Mendoza, Argentina, Universidad Tecnológica Nacional, Universidad Nacional de Cuyo, N. Maldonado, A. Vecar, Hebe Cremades (Eds.), pp 161-168.
- George, Pierre (1972). "El Medio Ambiente". Oikos-Tau Ediciones, Buenos Aires.

#### **ORGANISMOS CONSULTADOS:**

GOBIERNO DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES. AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL. UNIDAD DE COORDINACIÓN DE DETERMINACIONES AMBIENTALES Y LABORATORIO- EX LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL (UCDAYL). Monitoreo de la Calidad del Aire. AUTORIDAD DE CUENCA MATANZA RIACHUELO (ACUMAR). CONTROL Y MONITOREO, CALIDAD AMBIENTAL, CALIDAD DE AIRE. BUENOS AIRES. 2014.  
<http://www.acumar.gov.ar/pagina/1218/control-y-monitoreo>

#### **SITIOS WEB CONSULTADOS:**

CALIFORNIA AIR RESOURCES BOARD ADAM AIR QUALITY DATABASE. WEB SITE:  
<http://www.arb.ca.gov/aqd/aqd.htm>  
 CALIFORNIA AIR RESOURCES BOARD (2001). WEB SITE:  
<http://www.arb.ca.gov/aqd/weekendeffect/weekendeffect.htm>.  
 CALIFORNIA AIR RESOURCES BOARD (2001). The 1999 California Almanac of Emissions and Air Quality. WEB SITE:  
<http://www.arb.ca.gov/aqd/almanac/almanac99/chap4.htm>  
 EPA (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY). WEB SITE:  
<http://www.epa.gov/>  
 IUPAC. INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY.  
 WEB SITE: <<http://www.iupac.org/>> <<http://www.iupac-kinetic.ch.cam.ac.uk/>>  
 SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL: (<http://www.smn.gov.ar/>).