

CONCENTRACIONES DE NO_x Y CO EN LA ATMÓSFERA DE LA CIUDAD BUENOS AIRES

Nicolás A. Mazzeo y Laura E. Venegas

RESUMEN

Desde junio de 2009 operan en la ciudad de Buenos Aires tres estaciones que integran parcialmente la red de monitoreo de calidad de aire. En este trabajo, se presenta el análisis de valores horarios de la concentración en aire de óxidos de nitrógeno (NO_x), óxido nítrico (NO), dióxido de nitrógeno (NO₂) y monóxido de carbono (CO) obtenidos durante tres meses por los sensores de las estaciones de monitoreo de aire Córdoba, La Boca y Centenario localizadas en tres diferentes lugares de la ciudad de Buenos Aires y cuyos entornos poseen características diferentes. Se analizan las rosas de contaminación para los cuatro contaminantes en las tres localizaciones. Se encuentra la influencia del entorno cercano a cada estación sobre los valores de las concentraciones. Se analizan las variaciones de las concentraciones medias horarias de óxidos de nitrógeno, óxido nítrico, dióxido de nitrógeno y monóxido de carbono en cada lugar de monitoreo. Finalmente, se intercomparan los valores medios de las concentraciones de cada contaminante obtenidos en cada estación de monitoreo.

INTRODUCCIÓN

La ciudad de Buenos Aires, capital de la República Argentina, está localizada sobre la costa oeste del Río de la Plata. Tiene una extensión de 203 km² y 3.058.309 habitantes. La ciudad está rodeada por el Gran Buenos Aires, integrado por 24 distritos, cuya superficie es 3.627 km² con una población de 9.575.955 habitantes. El Área Metropolitana de Buenos Aires, formada por la ciudad de Buenos Aires y el Gran Buenos Aires, es considerada la tercera megaciudad de Latinoamérica, luego de la Ciudad de México (México) y Sao Paulo (Brasil).

El terreno en el que está localizada la ciudad de Buenos Aires es llano con variaciones de altura inferiores a 30 m. El Río de la Plata es un estuario poco profundo que cubre aproximadamente 35.000 km². Este estuario posee una longitud de 320 km y su ancho varía entre 38 km en la región superior y 230 km en la inferior. Frente a la ciudad de Buenos Aires el ancho del río es aproximadamente 42 km.

El clima de la planicie del Río de la Plata es templado. La ciudad es cálida y húmeda durante los meses de diciembre a febrero. Los vientos, generalmente, son de baja velocidad. Los vientos fuertes son más frecuentes entre sep-

tiembre y marzo, cuando se registra la mayor frecuencia de tormentas. Los vientos que transportan aire "limpio" desde el río hacia la ciudad tienen una frecuencia anual del 58 %, y se verifica aproximadamente un 3 % de calmas. Diariamente, circulan por las calles de la ciudad más de dos millones de vehículos. En diferentes épocas se han realizado campañas de medición de concentraciones de contaminantes en el aire. La calidad del aire en la ciudad ha sido objeto de algunos estudios realizados en los últimos años empleando distintas metodologías: análisis de datos obtenidos durante algunas campañas de medición de contaminantes en el aire urbano (Bogo y otros, 1999, 2001, 2003; Venegas y Mazzeo, 2000, 2003; Mazzeo y Venegas, 2002, 2004; Mazzeo y otros, 2005; Bocca y otros, 2006; Martín y otros, 2007) y aplicando modelos de dispersión atmosférica (Venegas y Mazzeo, 2005, 2006).

Desde junio de 2009 operan tres estaciones que integran parcialmente la red de monitoreo de calidad de aire en la ciudad de Buenos Aires.

En este trabajo, se presenta el análisis de tres meses de valores horarios de la concentración en aire óxidos de nitrógeno (NO_x), óxido nítrico (NO), dióxido de nitrógeno (NO₂) y de monóxido de carbono (CO) obtenidos por los sensores de estas tres estaciones de monitoreo ubicadas en la ciudad de Buenos Aires y cuyos entornos poseen diferentes características.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTAMINANTES REFERIDOS EN ESTE TRABAJO

Monóxido de carbono

El monóxido de carbono (CO) es generado principalmente por la combustión incompleta de combustibles. La combustión incompleta, con formación de CO en lugar de dióxido de carbono (CO₂), se obtiene cuando alguno de los siguientes cuatro parámetros no se mantiene suficientemente elevado: a) el suministro de oxígeno, b) la temperatura de la combustión, c) el tiempo de residencia del gas con alta temperatura y d) la combustión en la cámara de turbulencia. Estos parámetros se encuentran más controlados en las fuentes fijas de emisión, como las centrales termoeléctricas, que en los automóviles.

El CO es un gas incoloro, insípido e inodoro. Es muy estable y en la atmósfera tiene una vida media de dos a cuatro meses. A las concentraciones típicas en el aire ambiental, el monóxido de carbono parece no causar efectos en los materiales y raramente produce daños a las plantas. El monóxido de carbono es un asfixiante. Interfiere en la capacidad de la sangre para llevar oxígeno de los pulmo-

nes a los órganos y a los tejidos del cuerpo humano. Cuando se inhala, inhibe fácilmente a la hemoglobina de la sangre para formar oxihemoglobina y constituye carboxihemoglobina (COHb). La hemoglobina tiene una afinidad mucho mayor con el monóxido de carbono que con el oxígeno. Cantidades pequeñas de CO pueden reducir marcadamente la cantidad de oxígeno transmitido a través del cuerpo. Si la sangre lleva menos oxígeno, la función del cerebro se encuentra afectada y aumenta el ritmo del corazón que intenta compensar esta falta de oxígeno. La manera habitual de expresar la cantidad de carboxihemoglobina en sangre es mediante el porcentaje del nivel de saturación de COHb en la sangre. Las personas mayores, las embarazadas y los enfermos cardiovasculares son muy sensibles a la inhalación del CO. Por otra parte, la reducción del oxígeno en sangre afecta también al cerebro, principalmente a su capacidad para percibir y reaccionar.

Óxidos nitrógeno

Las moléculas de nitrógeno (N_2) y de oxígeno (O_2) coexisten sin reaccionar en el aire atmosférico a las temperaturas habituales. Sin embargo, cuando el N_2 y el O_2 se encuentran a temperaturas entre 1.100 °C y 1.200 °C sus moléculas reaccionan originando óxido nítrico o monóxido de nitrógeno (NO). La masa formada de NO aumenta con la temperatura. El óxido nítrico se encuentra en equilibrio potencial con el dióxido de nitrógeno (NO_2). No obstante, cuando la temperatura es elevada, la fracción de óxidos de nitrógeno ($NO_x = NO + NO_2$) que está presente en forma de NO_2 es muy baja, debido a que la alta temperatura favorece la descomposición del NO_2 en monóxido de nitrógeno y oxígeno. Cuando los gases calientes, entre los que se encuentra el NO, egresan de los caños de escape de los automóviles o de las chimeneas e ingresan a la atmósfera, su temperatura disminuye y tienden a transformarse casi totalmente en NO_2 . La velocidad de esta reacción es función, entre otros factores, del cuadrado de la concentración de NO en los gases de emisión. En el aire contaminado, existen otros procesos que posibilitan la transformación del NO_2 , como ser reacciones con sustancias oxidantes (como el ozono) o reactivas (como el agua). El NO_2 , al ser inhalado, provoca daños en el aparato respiratorio, siendo además menos soluble en agua que, por ejemplo el dióxido de azufre (SO_2). Esto origina que, en tanto, el SO_2 se disuelve en una gran parte en la tráquea, quedando inactivo, el dióxido de nitrógeno llega en forma gaseosa a los alvéolos pulmonares en donde el contenido de humedad es mayor que en la tráquea, convirtiéndose en una mezcla de ácidos nítrico y nitroso. Los valores de la concentración horaria en aire de NO_2 comprendidos entre 0.05 y 0.1 ppm y que persisten durante varios meses pueden ser responsables de algunos casos de bronquitis infantiles. Comparada con el NO_2 , la nocividad del NO es mucho menor y su peligrosidad se encuentra principalmente en ser un precursor del NO_2 . El NO_2 incrementa la reactividad bronquial. Esta reactividad es

determinada por la respuesta de personas normales o asmáticas expuestas a agentes farmacológicos broncoconstrictores, aún a niveles que no afectan directamente la función pulmonar en ausencia de un broncoconstrictor. Algunos estudios (WHO, 2006) presentan una respuesta incrementada a los broncoconstrictores cuando los niveles de NO_2 en aire se encuentran entre 0.375 y 0.565 mg/m^3 .

Estudios realizados con animales muestran que exposiciones a bajas concentraciones de NO_2 en aire durante varios meses, pueden causar diferentes efectos, principalmente en los pulmones y también, en otros órganos como el bazo y el hígado y en la sangre. Se han encontrado cambios en el tipo de célula de las regiones traqueobronquial y pulmonar a niveles de 0.64 mg/m^3 en aire. Se observaron cambios bioquímicos que a menudo reflejan alteraciones celulares cuando las concentraciones se encontraron entre 0.38 y 0.75 mg/m^3 . A concentraciones de 0.94 mg/m^3 se registró un aumento de la susceptibilidad a infecciones bacteriales y virales en el pulmón. Los resultados de algunos estudios indican que los niños expuestos a concentraciones de NO_2 en aire durante un tiempo prolongado presentan síntomas respiratorios y una disminución de la función pulmonar.

LUGARES Y ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE

Las tres estaciones de monitoreo de calidad de aire operadas por la Agencia de Protección Ambiental del Gobierno de la ciudad de Buenos Aires se encuentran ubicadas (Figura 1) en: a) una zona residencial-comercial con



Figura 1. Ubicación de las estaciones de monitoreo en la ciudad de Buenos Aires, consideradas en este trabajo

alto flujo vehicular, en Av. Córdoba y Rodríguez Peña (estación Córdoba), b) un área con flujo vehicular medio y con incidencia relativa de algunas fuentes fijas de emisión, en Av. Brasil al 100 (estación La Boca) y c) un área residencial-comercial con flujo medio de automotores y próxima a un parque, en Av. Patricias Argentinas y Cangallo (estación Centenario).

Los sensores para medir monóxido de carbono en aire se basan en la técnica fotométrica infrarroja no dispersiva. Los sensores para detectar óxidos de nitrógeno utilizan como base la quimi-luminiscencia que mide óxido nítrico y óxidos de nitrógeno (las concentraciones de dióxido de nitrógeno se obtienen por diferencia).

ANÁLISIS DE LOS DATOS Y DISCUSIÓN

Se analizan los valores de las concentraciones horarias en aire de NO_x , NO , NO_2 y CO , medidos durante los meses de junio, julio y agosto de 2009, en las estaciones de monitoreo Córdoba, La Boca y Centenario mencionadas anteriormente.

Estación de monitoreo Córdoba

En las Figuras 2 y 3 se presentan las rosas de contaminación media para el NO_x , NO , NO_2 y CO .

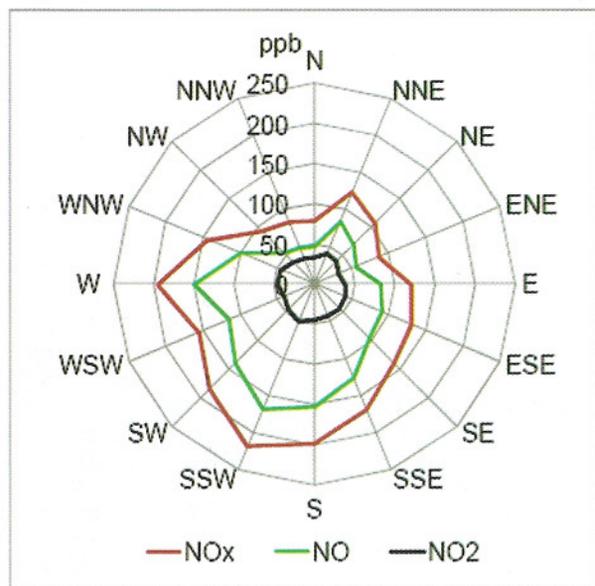


Figura 2. Rosa de contaminación para NO_x , NO y NO_2 . Estación Córdoba

La estación de monitoreo Córdoba se encuentra emplazada en la acera sur de la Av. Córdoba y muy cerca y al este de la intersección de ésta con la calle Rodríguez Peña. Teniendo en cuenta que la orientación de la Av. Córdoba

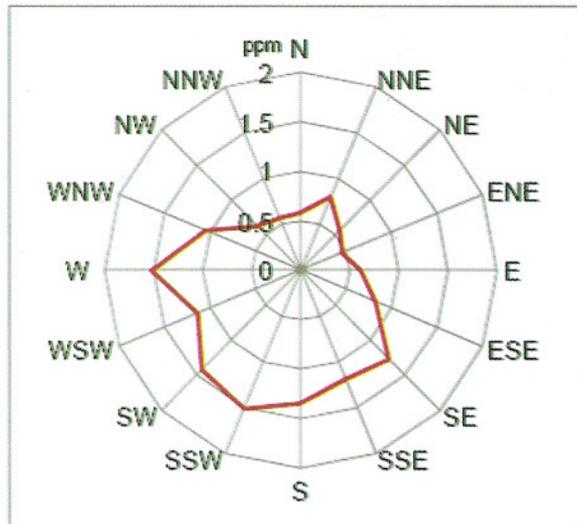


Figura 3. Rosa de contaminación para CO . Estación Córdoba

es aproximadamente E-W se dividió la circunferencia centrada en la estación en dos sectores: E→S→W y W→N→E. Para los cuatro compuestos químicos, se encuentra que las concentraciones medias en aire, correspondientes al sector E→S→W son significativamente (al nivel de significación de 0.01) mayores que los promedios del sector W→N→E. Esto señalaría el efecto del cañón urbano de la Av. Córdoba sobre la distribución de los contaminantes. En la Tabla 1 se presentan los valores medios de las concentraciones en aire de NO_x , NO , NO_2 y CO para direcciones del viento provenientes de los dos sectores considerados (E→S→W y W→N→E).

Asimismo, el efecto originado sobre la calidad de aire medida en esta estación de monitoreo por las emisiones de los vehículos que circulan por la calle Rodríguez Peña puede observarse considerando la rosa de contaminación dividida por el eje N-S y analizando los valores medios de las concentraciones correspondiente a los sectores N→E→S y S→W→N. En este caso (ver Tabla 1) los valores medios de las concentraciones correspondientes al sector S→W→N (la calle está ubicada en este sector respecto de la estación de monitoreo) son significativamente (al nivel de significación de 0.01) mayores que los promedios correspondientes al sector N→E→S, excepto para el NO_2 (que es considerado un contaminante primario-secundario).

En las Figuras 4a, 4b, 4c y 4d se presenta la variación de las concentraciones medias horarias de NO_x , NO , NO_2 y CO en aire en la estación de monitoreo Córdoba. Las variaciones de las concentraciones de NO_x y de NO tienen un mismo patrón: las correspondientes a los días hábiles manifiestan dos máximos a las 09:00-10:00 y a las 19:00-20:00 y dos mínimos, uno absoluto a las 05:00 y

Tabla 1. Valores medios de las concentraciones en aire de NO_x, NO, NO₂ y CO correspondientes a diferentes sectores de direcciones de viento.

Contaminante	Promedio W→N→E	Promedio E→S→W	Promedio N→E→S	Promedio S→W→N
NO _x (ppb)	105.4	162.1	120.1	137.7
NO (ppb)	67.8	119.5	81.2	97.3
NO ₂ (ppb)	37.3	42.6	38.9	40.2
CO (ppm)	0.696	1.188	0.792	0.985

otro menos pronunciado a las 15:00. Los días sábados se observan tres máximos, uno a las 10:00, otro (el menos pronunciado) a las 14:00 y el mayor a las 22:00-23:00. Los domingos se caracterizan por valores bajos de las concentraciones medias: el mayor valor se verifica a las 19:00. La variación de las concentraciones medias horarias de NO₂ (Figura 4c) en aire presenta, en general similar bosquejo que la variación de las concentraciones medias

horarias de NO_x y de NO en aire, pero los valores son sustancialmente menores. Los días domingos no se observa el máximo nocturno. Es necesario tener en cuenta que las emisiones de NO_x procedentes de combustiones de combustibles fósiles están constituidas mayoritariamente por NO y que luego en la atmósfera se transforman en dióxido de nitrógeno. En esta transformación, los componentes de las reacciones fotoquímicas influyen en las concentraciones de NO₂ en la

atmósfera.

La variación de las concentraciones medias horarias de CO (Figura 4d) en aire presenta, en general similar bosquejo que las concentraciones medias horarias de NO_x y de NO en aire. Los días domingos se observa un valor máximo a las 19:00. Similarmente a lo presentado en las Figuras 4a y 4b, las concentraciones de este contaminante dependen de la intensidad del tránsito automotor.

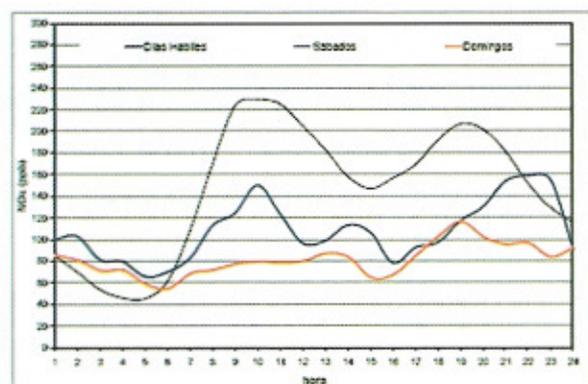


Figura 4a. Variación de las concentraciones medias horarias de NO_x en aire

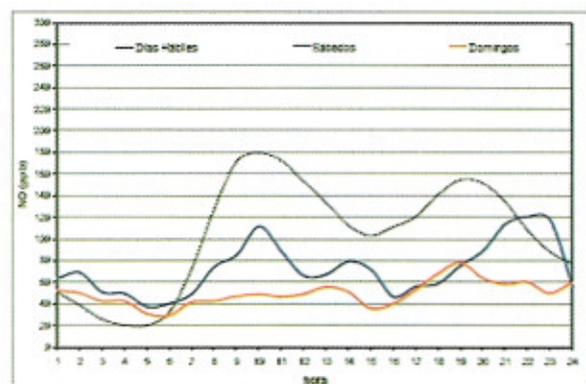


Figura 4b. Variación de las concentraciones medias horarias de NO en aire

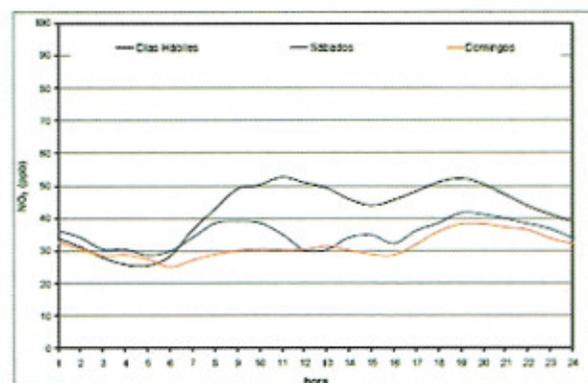


Figura 4c. Variación de las concentraciones medias horarias de NO₂ en aire

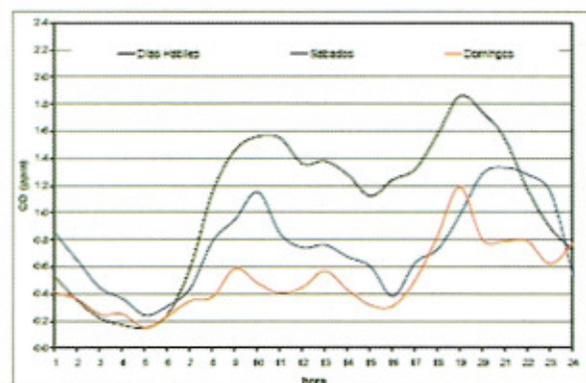


Figura 4d. Variación de las concentraciones medias horarias de NO₂ en aire

Estación de monitoreo La Boca

En las Figuras 5 y 6 se presentan las rosas de contaminación media para el NO_x , NO, NO_2 y CO. La Av. Brasil tiene una orientación E-W

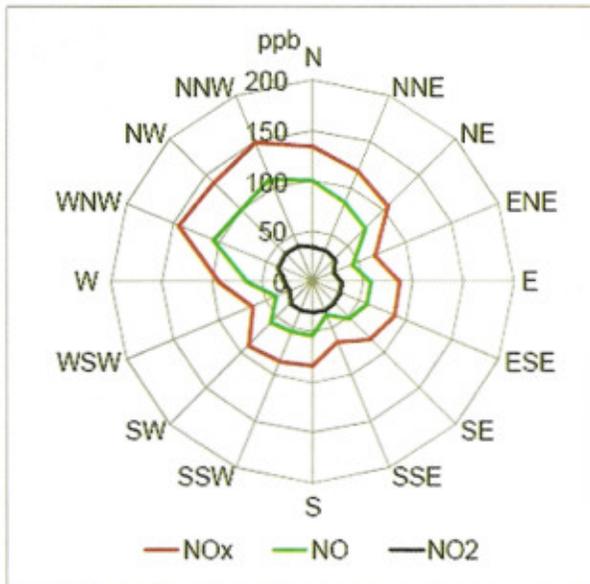


Figura 5. Rosa de contaminación para NO_x , NO y NO_2 . Estación La Boca

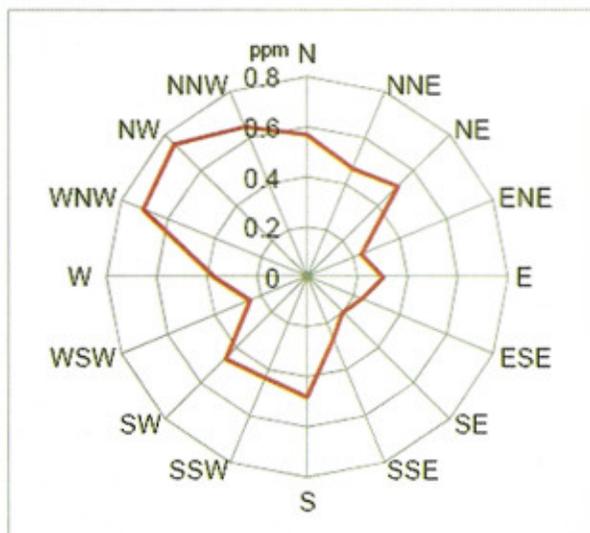


Figura 6. Rosa de contaminación para CO. Estación La Boca

Teniendo en cuenta las asimetrías observadas en las rosas de contaminación media, se consideran dos sectores ENE→SSE→WSW y WSW→NNW→ENE separados por la recta de dirección ENE-WSW.

En la Tabla 2 se presentan los valores medios de las concentraciones para direcciones del viento provenientes de ambos "sectores".

Tabla 2. Valores medios de las concentraciones en aire de NO_x , NO, NO_2 y CO correspondientes a diferentes sectores de direcciones de viento.

Contaminante	Promedio ENE→SSE→WSW	Promedio WSW→NNW→ENE
NO_x (ppb)	78.1	126.7
NO (ppb)	49.8	91.8
NO_2 (ppb)	28.5	34.9
CO (ppm)	0.303	0.584

Para los cuatro contaminantes se encuentra que las concentraciones medias correspondientes al sector ENE→SSE→WSW son significativamente (al nivel de significación de 0.01) menores que los promedios de las concentraciones que coinciden con vientos procedentes del sector WSW→NNW→ENE. Esto indica que las principales fuentes de emisión que impactan en el lugar donde está localizada la estación de monitoreo (lado sur de la Av. Brasil) se encuentran al noroeste de la misma.

En las Figuras 7a, 7b, 7c y 7d se presenta la variación de las concentraciones medias horarias de NO_x , NO, NO_2 y CO en aire en la estación de monitoreo La Boca. Las variaciones de las concentraciones horarias de NO_x y de NO tienen un mismo patrón: las correspondientes a los días hábiles manifiestan dos máximos a las 09:00 y a las 20:00 y dos mínimos, uno absoluto a las 05:00 y otro menos pronunciado a las 15:00. Los días sábados se observan dos máximos, uno a las 10:00 y otro (menos pronunciado y constituyendo una meseta) entre las 19:00 y las 23:00. Los domingos se caracterizan por un valor máximo secundario a las 09:00 y un máximo principal a las 21:00.

La variación de las concentraciones medias horarias de NO_2 (Figura 7c) en aire presenta, en general, un esquema similar a la variación de las concentraciones medias horarias de NO_x y de NO en aire, pero los valores son sustancialmente menores. Los días domingos se observa un máximo nocturno pronunciado y una meseta entre las 09:00 y las 16:00. También, es válida la consideración realizada anteriormente de que las emisiones de NO_x procedentes de combustiones están constituidas mayoritariamente por NO y que, luego, en la atmósfera se transforman en dióxido de nitrógeno. Influyen en las concentraciones de NO_2 en la atmósfera los componentes de las reacciones fotoquímicas.

La variación de las concentraciones medias horarias de CO (Figura 7d) en aire los días hábiles presenta, en general un bosquejo similar a la variación de las concentraciones medias horarias de NO_x y de NO en aire. Los días domingos se observa un máximo entre las 21:00 y las 22:00. Similarmente, a lo que ocurre en las Figuras 7a y 7b las concentraciones de este contaminante dependen de la intensidad del tránsito automotor.

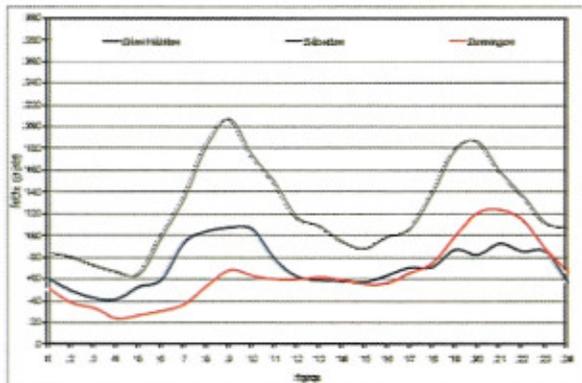


Figura 7a. Variación de las concentraciones medias horarias de NO_x en aire

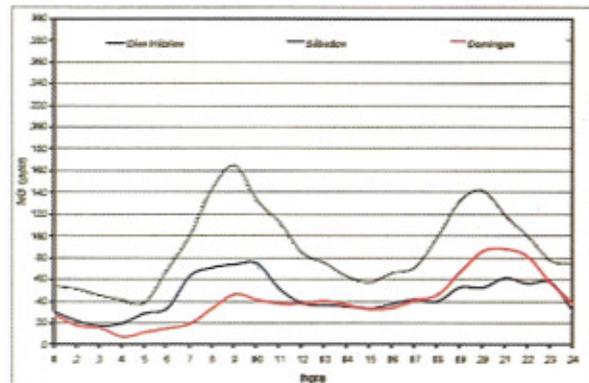


Figura 7b. Variación de las concentraciones medias horarias de NO en aire

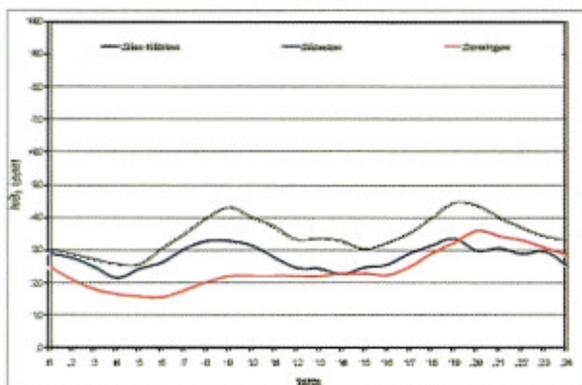


Figura 7c. Variación de las concentraciones medias horarias de NO₂ en aire

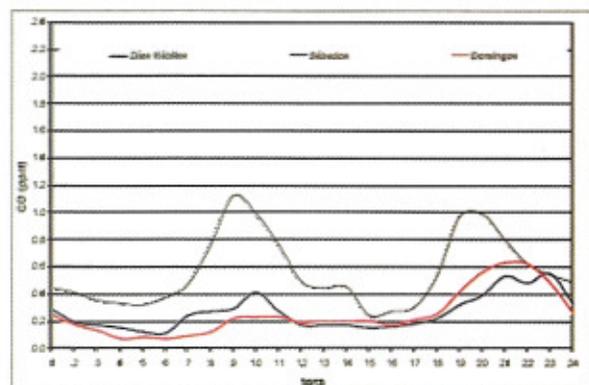


Figura 7d. Variación de las concentraciones medias horarias de CO en aire

Estación de monitoreo Centenario

En las Figuras 8 y 9 se presentan las rosas de contaminación media de NO_x, NO, NO₂ y CO.

Se dividió la circunferencia mediante una recta de dirección SSE-NNW en dos sectores: NNW→ENE→SSE y SSE→WSW→NNW.

En la **Tabla 3** se presentan los valores medios de las concentraciones para direcciones del viento provenientes de estos sectores.

Se observa que las concentraciones medias de NO_x, NO y CO, correspondientes al sector NNW→ENE→SSE son menores que los valores del sector SSE→WSW→NNW. En el caso del NO_x y NO esta diferencia es estadísticamente significativa (al nivel de significación de 0.01). En el caso del CO y del NO₂ (considerado contaminante primario-secundario) los valores no son significativamente diferentes.

A partir de las Figuras 8 y 9 y de los resultados incluidos en la **Tabla 3**, se observan las contribuciones de la conta-

Tabla 3. Valores medios de las concentraciones en aire de NO_x, NO, NO₂ y CO correspondientes a diferentes sectores de direcciones de viento.

Contaminante	Promedio NNW→ENE→SSE	Promedio SSE→WSW→NNW
NO _x (ppb)	84.0	103.1
NO (ppb)	48.0	68.1
NO ₂ (ppb)	36.9	35.9
CO (ppm)	0.879	0.946

minación urbana de fondo y de las emisiones de los vehículos que circulan por la Av. Patricias Argentinas.

En las Figuras 10a, 10b, 10c y 10d se presenta la variación de las concentraciones medias horarias de NO_x, NO, NO₂ y CO en aire en la Estación de monitoreo Centenario. Las variaciones de las concentraciones de NO_x y de NO presentan un mismo patrón: las correspondientes a los días

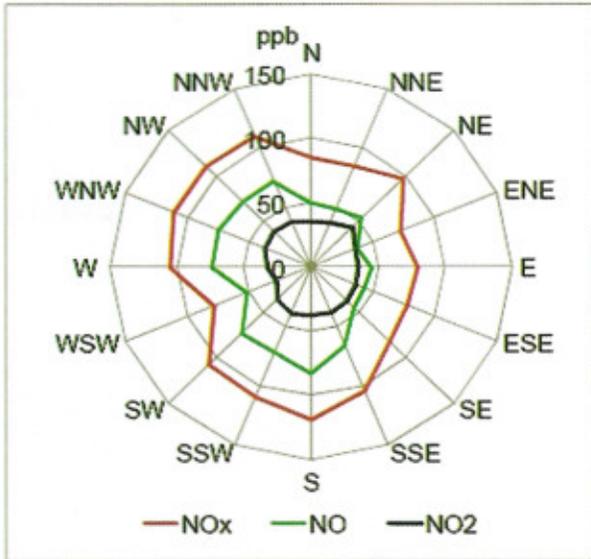


Figura 8. Rosa de contaminación para NO_x , NO y NO_2 . Estación Centenario

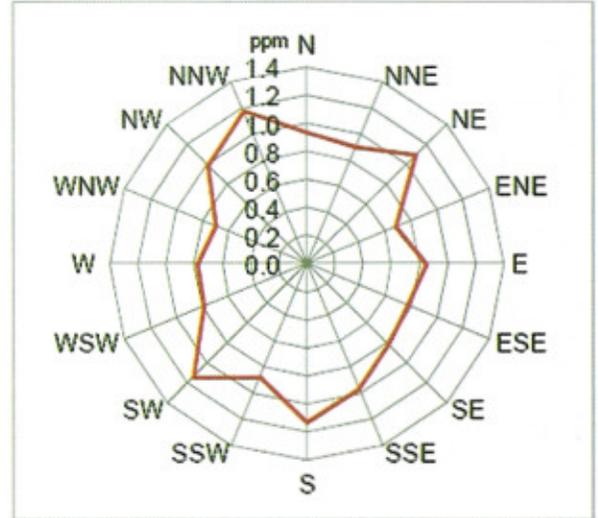


Figura 9. Rosa de contaminación para CO . Estación Centenario

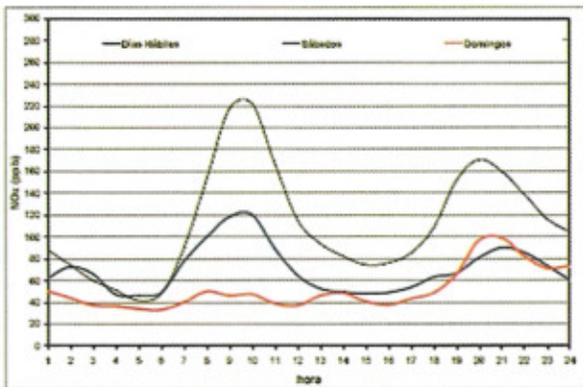


Figura 10a. Variación de las concentraciones medias horarias de NO_x en aire

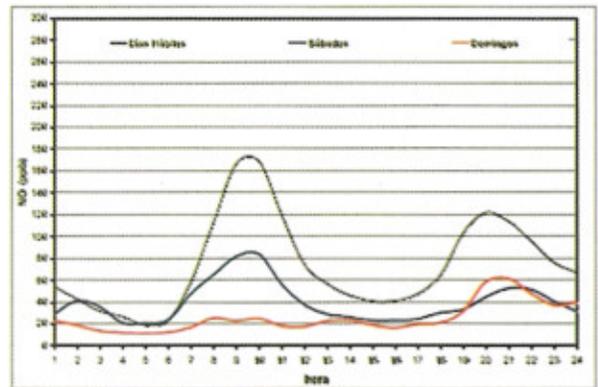


Figura 10b. Variación de las concentraciones medias horarias de NO en aire

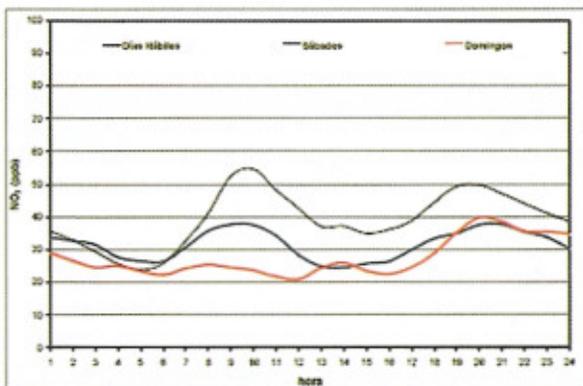


Figura 10c. Variación de las concentraciones medias horarias de NO_2 en aire

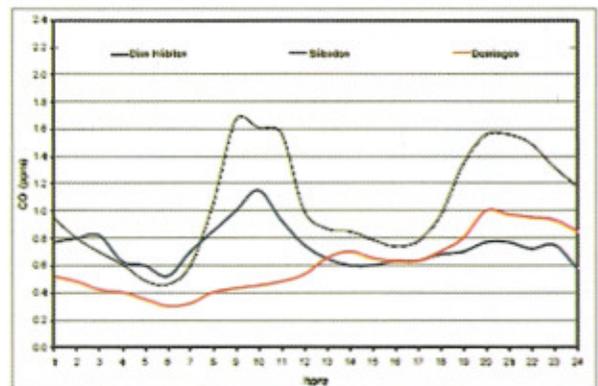


Figura 10d. Variación de las concentraciones medias horarias de CO en aire

hábiles manifiestan dos máximos entre las 09:00 y las 10:00 y entre las 20:00 y 21:00 y dos mínimos, uno principal entre las 05:00 y las 06:00 y otro menos pronunciado entre las 15:00 y las 16:00. Los días sábados se observan dos máximos, uno de mayor nivel a las 10:00 y otro (menos pronunciado) entre las 21:00 y las 22:00. Los domingos se caracterizan por dos valores máximos secundarios que ocurren entre las 08:00 y las 10:00 y alrededor de las 14:00 y un máximo absoluto entre las 20:00 y las 21:00.

La variación de las concentraciones medias horarias de NO_2 (Figura 10c) en aire presenta, en general, un diagrama similar a la variación de las concentraciones medias horarias de NO_x y de NO en aire, pero los valores son sensiblemente inferiores. Los días domingos se observan algunos máximos secundarios diurnos relativos y una meseta de altos valores entre las 20:00 y las 24:00. También, es válida la consideración realizada para las dos estaciones de muestreo anteriores de que las emisiones de NO_x procedentes de combustiones están constituidas mayoritariamente por NO y que, luego, en la atmósfera se transforman en dióxido de nitrógeno. Influyen en las concentraciones de NO_2 , en la atmósfera los diferentes factores y especies químicas que intervienen en las reacciones fotoquímicas.

La variación de las concentraciones medias horarias de CO (Figura 10d) en aire presenta, en general un bosquejo similar a la variación de las concentraciones medias horarias de NO_x y de NO en aire. Los días domingos se observa un máximo nocturno importante que se inicia luego de las 20:00. Similarmente a lo que ocurre en las Figuras 10a y 10b las concentraciones de este contaminante dependen de la intensidad del tránsito automotor.

Inter-comparación de las concentraciones medias observadas en las tres estaciones de monitoreo.

En la Figura 11 se encuentran graficados los valores medios de las concentraciones de NO_x , NO y NO_2 y CO en aire correspondientes a cada una de las estaciones de monitoreo.

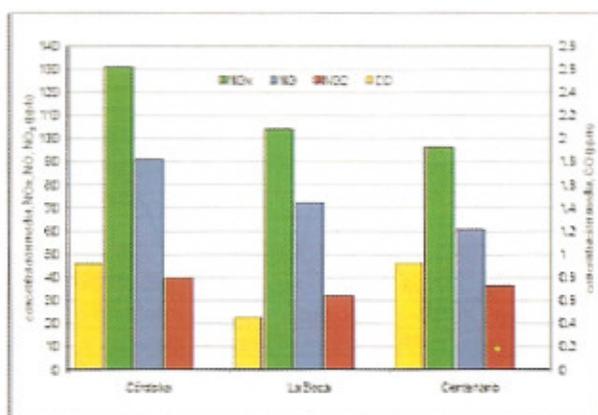


Figura 11. Valores medios de las concentraciones observadas en las tres estaciones de monitoreo

ntraciones de NO_x , NO y NO_2 y CO en aire correspondientes a cada una de las estaciones de monitoreo.

Se encuentra que las concentraciones medias de NO_x , NO y NO_2 en la estación de monitoreo Córdoba son significativamente (al nivel de significación de 0.01) mayores que las correspondientes a los valores medios de las concentraciones de las otras estaciones. Para el caso del CO , la concentración media en la estación de monitoreo Córdoba es significativamente (al nivel de significación de 0.01) mayor que la de La Boca e igual a la de Centenario. Las concentraciones medias de NO_x y de NO en la estación de monitoreo La Boca son significativamente (al nivel de significación de 0.01) mayores que las observadas en la estación Centenario. Las concentraciones medias de NO_2 y de CO obtenidas para la estación La Boca son significativamente menores que las obtenidas en la estación de monitoreo Centenario.

En la Tabla 4 se sintetizan las relaciones de comparación entre las concentraciones medias de NO_x , NO , NO_2 y CO obtenidas en las tres estaciones de monitoreo.

Tabla 4. Relaciones de comparación entre los valores medios de las concentraciones de NO_x , NO , NO_2 y CO obtenidas en las estaciones de monitoreo Córdoba (Co), La Boca (LB) y Centenario (Ce)

Contaminante	Relaciones de comparación
NO_x	Co > LB > Ce
NO	Co > LB > Ce
NO_2	Co > Ce > LB
CO	Co = Ce > LB

CONCLUSIONES

El análisis de las concentraciones horarias en aire de NO_x , NO , NO_2 y CO medidas en las estaciones de monitoreo Córdoba, La Boca y Centenario durante los meses de junio, julio y agosto de 2009 permite concluir lo siguiente: a) la rosa de contaminación de la estación de monitoreo Córdoba presenta características de un cañón urbano en la intersección con una calle, b) la rosa de contaminación de la estación de monitoreo La Boca señala la influencia de las emisiones de los vehículos que circulan por la Av. Brasil y por una zona cercana ubicada al noroeste de la estación, c) la rosa de contaminación en la estación de monitoreo Centenario presenta la influencia de las emisiones de los vehículos que circulan por la Av. Patricias Argentinas.

Los valores de las concentraciones horarias en aire de NO_x , NO , NO_2 y CO medidos en las tres estaciones de monitoreo son influenciados principalmente por las emisiones procedentes de la combustión de combustibles utilizados en los automotores que circulan en las

avenidas y calles adyacentes a los sensores de detección de esos contaminantes.

Las concentraciones obtenidas en la estación Córdoba son significativamente superiores a las registradas en las otras estaciones de monitoreo.

Las concentraciones horarias y medias (tiempo de promedio móvil: 8 horas) de CO y horarias de NO₂ determinadas en las tres estaciones durante este período de análisis no superaron los respectivos estándares de calidad de aire vigentes en la ciudad de Buenos Aires.

BIBLIOGRAFÍA

- Bocca B., Caimi S., Smichowski P., Gómez D. and Caroli S. 2006. Monitoring Pt and Rh in urban aerosols from Buenos Aires, Argentina. *Science of the Total Environment* 358, 255-264.
- Bogo, H., Negri, R.M. and San Román, E., 1999. Continuous measurement of gaseous pollutants in Buenos Aires city, *Atmospheric Environment*, 33, 2587-2598.
- Bogo, H., Gómez, D. R., Reich, S. L., Negri, R. M. and San Román, E. 2001. Traffic pollution in downtown of Buenos Aires City. *Atmospheric Environment*, 35, 1717-1727.
- Bogo, H., Otero, M., Castro, P., Ozafrán, M. J., Kreiner, A., Calvo, E. J. and Negri, R. M. 2003. Study of atmospheric particulate matter in Buenos Aires city. *Atmospheric Environment*, 37, 1135-1147.
- Martín S., Dawidowski L., Mandalunis P., Cereceda-Balic F. y Tasat D. R. 2007. Characterization and biological effect of Buenos Aires urban air particules on mice lungs. *Environmental Research*, 105, 340-349.
- Mazzeo N. A. and Venegas L.E. 2002. Estimation of cumulative frequency distribution for carbon monoxide concentration from wind-speed data, in Buenos Aires (Argentina). *Water, Air and Soil Pollution, Focus* 2, 419-432.
- Mazzeo N.A. and Venegas L.E. 2004. Some aspects of air pollution in Buenos Aires City (Argentina). *International Journal of Environment and Pollution*.22, 365-378.
- Mazzeo, N.A., Venegas, L.E. and Choren, H. 2005. Analysis of NO, NO₂, O₃ and NO_x concentrations measured at green area of Buenos Aires City during wintertime. *Atmospheric Environment* 39, 3055-3068.
- Venegas L.E. and Mazzeo N.A. 2000. Carbon monoxide concentration in a street canyon of Buenos Aires City (Argentina). *Environmental Monitoring and Assessment*, 65, 417-424.
- Venegas, L.E. and Mazzeo, N.A. 2003. Calidad del aire e un área de la Ciudad de Buenos Aires (Argentina). *Proceedings of the III Congreso Interamericano de Qualidade do Ar. Canoas. Brasil Associação Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Asoc. Brasileira de Engenharia Sanitaria e Ambiental. Seção Rio Grande do Sul. ABES. CDRom, #43.*
- Venegas, L.E. and Mazzeo, N.A. 2005. Application of atmospheric dispersion models to evaluate population exposure to NO_x concentration in Buenos Aires. *International Journal of Environment and Pollution* 25, 224-238
- Venegas, L.E. and Mazzeo, N.A. 2006. Modelling of urban background pollution in Buenos Aires City (Argentina). *J. Environ. Mod. & Software* 21, 577-586.
- WHO. 2006. Air Quality Guidelines. Global Update 2006. World Health Organization, Copenhagen, Denmark, p 394.

Nicolás A. Mazzeo y Laura E. Venegas son investigadores del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas Técnicas y se desempeñan en la Facultad Regional Avellaneda, Universidad Tecnológica Nacional, Provincia de Buenos Aires, Argentina
Pueden ser contactados en las direcciones electrónicas <nmazzeo@fra.utn.edu.ar> y <lvenegas@fra.utn.edu.ar> respectivamente.