

# Contaminación del aire revisitada

## Air pollution revisited

Dr. Andrei N. Tchernitchin<sup>1</sup>  
Sr. Nikolai A. Tchernitchin<sup>2</sup>

### Resumen

---

El daño a la salud y la mortalidad debida a contaminación del aire en Santiago es proporcional al material particulado respirable inhalado y retenido, el cual aumenta bajo actividad física intensa. Se muestran datos de los valores horarios en algunas comunas de Santiago en las que se observa que los *peaks* de alta contaminación ocurren a horas diferentes. Se muestran los valores de promedios móviles de 24 horas informados por las Autoridades de Salud, en las cuales dichos *peaks* no se observan claramente. Se reitera la proposición que Autoridades de Salud informen en línea de los valores horarios de la contaminación para que la población en riesgo tenga conocimiento del horario dentro del cual tendrá que protegerse evitando actividad física intensa.

---

*Palabras clave:* Contaminación del aire, promedios horarios de contaminación, daño a la salud, mortalidad, Santiago, prevención.

---

### Abstract

---

Health damage and mortality due to air pollution in Santiago is proportional to the inhaled and retained breathable particulate matter, which increases under heavy physical activity. Hourly information in a few Santiago locations is shown; it can be observed that high pollution peaks occur at different times at the various places of the city. Mobile 24 h averages informed by Chilean Health Authorities are also shown. These values do not clearly indicate air pollution peaks at the same Santiago locations. We insist on our proposition that Health Authorities should inform on line population hourly pollutant levels so that population at risk may protect themselves avoiding intense physical activity during peak hours.

---

*Key words:* Air Pollution, hourly contamination values, health damage, mortality, Santiago, prevention.

---

---

<sup>1</sup> Presidente, Departamento de Salud y Medio Ambiente del Consejo Regional Santiago, Colegio Médico de Chile y Profesor Titular, Instituto de Ciencias Biomédicas, Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Dirección postal: Casilla 21104, Correo 21, Santiago, Chile; direcciones electrónicas: [atcherni@med.uchile.cl](mailto:atcherni@med.uchile.cl), [atcherni@gmail.com](mailto:atcherni@gmail.com)

<sup>2</sup> Licenciado ingeniería civil eléctrica Universidad de Chile

Las últimas semanas hemos estado presenciando altos niveles de contaminación del aire y sus primeras manifestaciones en la salud de la población: aumento de enfermedades respiratorias altas y bajas, aumento de consultas en hospitales y servicios de urgencia, y con toda seguridad aumento de muertes que sólo podrán ser verificadas en estudios epidemiológicos en el futuro.

Los trabajos de Ostro y colaboradores (1) ya han demostrado para Santiago que la mortalidad comienza a aumentar desde la base de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (índice ICAP 33) a razón de un 1% por cada  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de aumento de material particulado PM10 por encima de ese valor. De tal manera que cuando el índice ICAP es 100, equivalente a  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , la mortalidad está aumentada en un 10%. De esta manera, si en ausencia de contaminación del aire fallecen diariamente alrededor de 50 personas, cuando el índice ICAP es 100, límite entre aire "bueno" y "regular", fallecen 5 personas en forma adicional. Cuando el índice ICAP es 500, equivalente a  $330 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , la mortalidad está aumentada en un 28%, es decir, fallecen 14 personas en forma adicional. La mayor parte de las personas que fallecen por la contaminación es por problemas cardiovasculares, y se ha demostrado que el material particulado respirable fino (PM2,5, que en Santiago es la mitad del PM10) induce contracción de las arterias coronarias, insuficiencia coronaria y luego infarto del miocardio frecuentemente mortal, al igual que otras enfermedades (2, 3). Además, este material es responsable de la generación de efectos diferidos, entre ellos el cáncer broncopulmonar (3, 4) y aquellos mediados por el mecanismo del *imprinting* (5).

Se conoce que la contaminación del aire en la cuenca de Santiago no es homogénea y que se presenta fundamentalmente como una masa principal de aire con altos niveles de contaminación que se desplaza a través de los diversos sectores de Santiago, causando en cada uno de ellos, a horas diferentes, alzas importantes y de corta duración del nivel de contaminantes, denominadas *peaks* de contaminación. Así, por ejemplo, es frecuente que un *peak* que puede durar una o dos horas en el sector centro-sur de la ciudad, se desplace hacia medianoche a Pudahuel, en donde persistirá durante 4 horas, debido a que en la noche prácticamente no hay brisa y el aire permanece inmóvil. Luego empieza a desplazarse hacia el centro de la ciudad por donde pasa alrededor de las 11 de la mañana y dura alrededor de

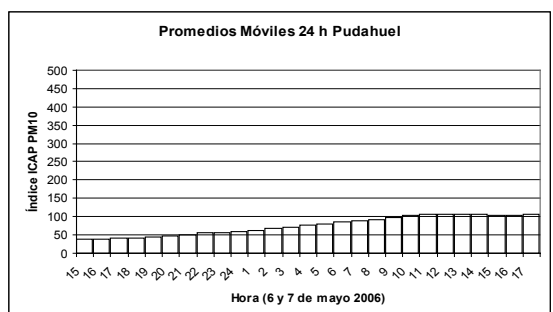
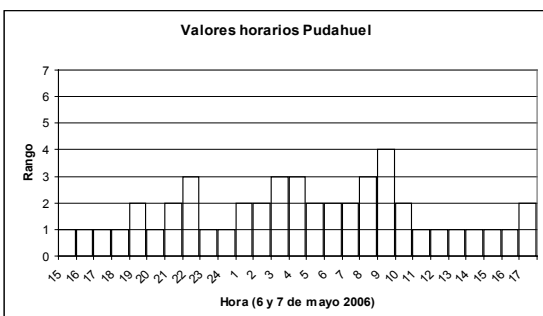
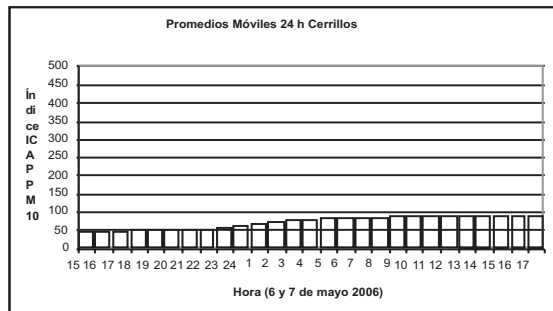
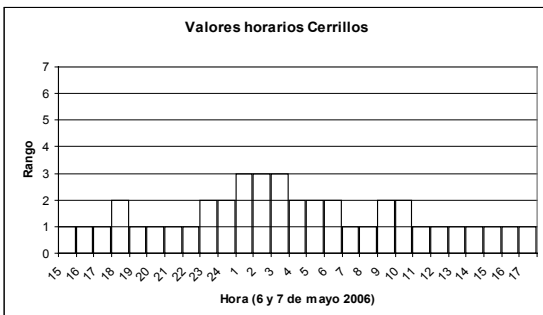
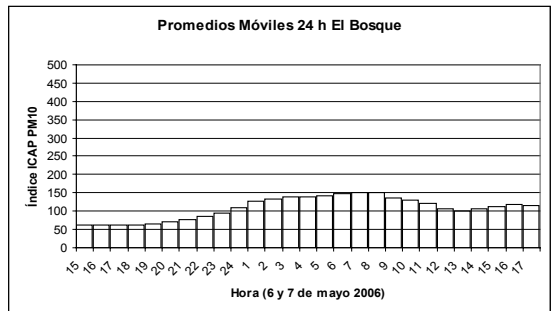
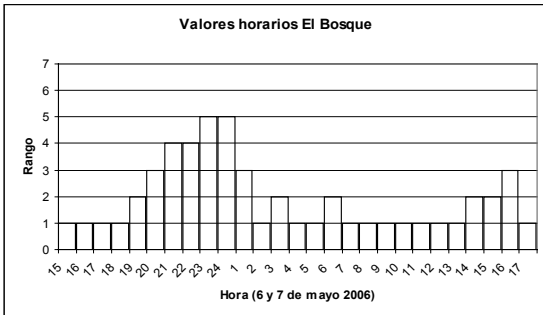
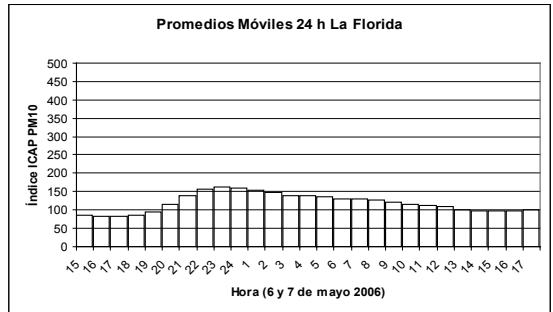
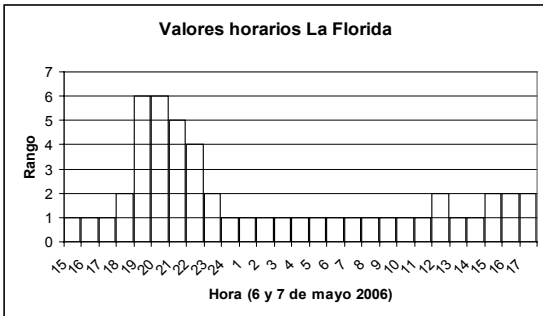
dos horas, luego pasa por Providencia y puede alcanzar Las Condes o bien se desplaza hacia el sur hacia Ñuñoa y pasa por La Florida alrededor de las 6 a 8 de la tarde, de allí puede dirigirse hacia El Bosque o bien, pasando nuevamente por el centro de Santiago y recogiendo nuevamente los contaminantes durante el período de congestión vehicular vespertino, llega a Pudahuel hacia medianoche. Mientras el *peak* se encuentra en Pudahuel o El Bosque, el aire en Providencia es de excelente calidad, y mientras que el *peak* se encuentra en Providencia, el aire de Pudahuel suele ser de excelente calidad. La Figura 1 muestra los *peaks* de valores horarios de contaminación del aire en algunas comunas de Santiago, y la Figura 2 demuestra que estos *peaks* no son claramente observables con los promedios móviles de 24 h que actualmente son informados por el Seremi RM de Salud o por Conama RM.

Tomando en consideración que lo que produce el daño a la salud no es la cantidad de material particulado que se encuentre en el aire, sino que el que ingresa y queda retenido por el organismo, se deduce que si una persona respirara poco durante el *peak*, el daño sería menor y si respirara mucho, el daño es mayor. Cuando las personas se encuentran en reposo, respiran poco, es decir, el volumen respiratorio minuto disminuye a la décima parte del volumen respiratorio en actividad física importante. Lo anterior significa que si una persona realiza actividad física intensa, el volumen respiratorio minuto aumenta 10 veces. En consecuencia, si durante un *peak* de contaminación con sólo  $330 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (PM10) se realiza actividad física por una hora, esto equivalente a estar en reposo con esa contaminación durante 10 horas. Y si la actividad física duran dos horas y media, es equivalente a estar en reposo durante 24 horas con esa contaminación, lo cual por decreto es equivalente al índice ICAP 500.

Por lo anterior es de extrema importancia que se den a conocer en línea los valores horarios de la contaminación en cada sector de Santiago (y no los promedios móviles de 24 horas que no muestran los *peaks* de contaminación), para que las personas de mayor riesgo (tercera edad – con riesgo cardiovascular, niños y jóvenes – riesgo de enfermedades broncopulmonares) no realicen actividad física y minimicen el riesgo (6).

**Figura 1. Valores horarios (rangos) de contaminación del aire por material particulado PM10 en La Florida, El Bosque, Cerrillos y Pudahuel. Rango 1: 0 a 149  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{hora}$ ; rango 2: 150 a 224  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{hora}$ ; rango 3: 225 a 299  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{hora}$ ; rango 4: 300 a 374  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{hora}$ ; rango 5: 375 a 449  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{hora}$ ; rango 6: 450  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{hora}$  o mayor.**

**Figura 2. Promedios móviles de 24 horas de contaminación del aire por material particulado PM10 en las mismas comunas de Santiago mostradas en la Figura 1, tal como se informa en la página web del Seremi RM de Salud.**



Si nuestra recomendación (6) es recogida por las Autoridades de Salud y se comienza informar en línea de los valores horarios de PM10 en los lugares en que se mide, estaríamos protegiendo la salud de los habitantes afectados, y contribuyendo a evitar muchas muertes y enfermedades agudas cardiovasculares y broncopulmonares. Esta medida, que también debe ser aplicada en otras ciudades con contaminación aérea, no tendría costo para el erario nacional, pero sí sería una gran contribución. Un aporte que la Historia sin duda reconocerá

## Referencias

1. Ostro B., Sanchez JM, Aranda C, Eskerland GS (1996) *Air pollution and mortality: results from a study of Santiago, Chile. J Exposure Anal Environ Epidemiol* 6:97-114.
2. Brook RD, Brook JR, Urch B, Vincent R, Rajagopalan S, Silverman F (2002) *Inhalation of fine particulate air pollution and ozone causes acute arterial vasoconstriction in healthy adults. Circulation* 105:1534-1536.
3. Pope CA 3<sup>rd</sup>, Burnett RT, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, Ito K, Thurston GD (2002) *Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long term exposure to fine particulate air pollution. JAMA* 287:1132-1141.
4. Rivara MI, Corey G (1995) *Tendencia del riesgo de morir por cánceres asociados a la exposición crónica al arsénico, II Región de Antofagasta, 1950-1993. Cuad Méd Soc* 36 (4):39-51.
5. Tchernitchin (2005) *Perinatal exposure to chemical agents: delayed effects by the mechanism of imprinting (cell programming). ARBS Ann Rev Biomed Sci* 7: 69-126.
6. Tchernitchin AN, Tchernitchin NA (2005) *Propuesta para reducir las muertes causadas por la contaminación del aire en Santiago. Cuad Med Soc (Chile)* 45: 77-80.