

Metales Pesados y Partículas Suspendidas

Dara Salcedo

Centro de Investigaciones Químicas
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Contaminantes de Aire Peligrosos (Hazardous Air Pollutants- HAPs)

Contaminantes tóxicos que se sabe o se sospecha que causan cáncer u otros efectos graves a la salud (como efectos reproductivos o defectos de nacimiento) o que tienen efectos negativos sobre el ambiente.

Metales incluidos los HAPs:

- **Antimonio**
- **Arsénico**
- Berilio
- Cadmio
- Cromo
- Cobalto
- **Plomo (contaminante criterio)**
- Manganeso
- Mercurio
- Níquel
- Selenio

Metales y partículas

- Debido a que los compuestos metálicos suelen ser poco volátiles ó semivolátiles, es común encontrarlos en las partículas atmosféricas.
- Los compuestos cuyo origen es la combustión suelen encontrarse en las partículas finas ($PM_{2.5}$ o menores).
- Los compuestos cuyo origen es mecánico (erosión ó desgaste) suelen encontrarse en las partículas más grandes.

Aerosoles atmosféricos y salud

■ Efectos a la salud humana:

- largo plazo por la exposición a altas concentraciones de PM
- daños a la salud cardiopulmonar y cáncer

■ Causas:

- **TAMAÑO:** las partículas más pequeñas ($< 1 \mu\text{m}$) pueden llegar a lo más profundo de los pulmones
- **COMPOSICIÓN: compuestos tóxicos como metales pesados y compuestos poliaromáticos**
- Estructura, concentración, área superficial, solubilidad

Efectos a la Salud del Plomo

- Neurotóxico que afecta en mayor medida a niños:
 - daños al cerebro y sistema nervioso
 - problemas de aprendizaje y comportamiento
 - disminución del crecimiento
 - problemas de oído
 - dolores de cabeza
- Otros efectos en adultos:
 - problemas en reproducción
 - hipertensión
 - problemas de memoria y concentración
 - dolores musculares y en articulaciones

Arsénico (As)

- Se usa principalmente como preservador de madera.
- La arsina (AsH_3) es usada en la industria microelectrónica para la manufactura de semiconductores.
- Fuentes de antimonio son volcanes, erosión de minerales y procesos comerciales e industriales.
- Inhalación de concentraciones altas de arsénico causan efectos gastrointestinales (nausea, diarrea, dolor abdominal); daños al sistema nervioso.
- Exposición crónica causa irritación a la piel y mucosas.
- Inhalación por humanos ha sido asociada con cáncer de pulmón.

Antimonio (Sb)

- Es usado en aleaciones para aumentar a dureza y resistencia de otros metales, por ejemplo de Pb.
- Los óxidos de antimonio se usan como retardante de fuego en plásticos, textiles, hule, adhesivos, pigmentos y papel.
- Exposición a antimonio por inhalación afecta la piel y los ojos.
- Exposición crónica tiene efectos respiratorios como inflamación de los pulmones, bronquitis crónica, y enfisema.
- No hay estudios concluyentes sobre el antimonio como causa de cáncer.
- Recientemente, la concentración de Sb en $PM_{2.5}$ ha sido propuesta como marcador de quema de basura (Christian, T. J. et al. *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 9, 10101–10152, 2009).

PLOMO (Pb)

Fuentes actuales plomo

- El uso de los aditivos de plomo se dejó a nivel mundial desde los años 70s y desde entonces la concentración de plomo en la atmósfera se ha reducido considerablemente.
- Fuentes industriales de plomo:
 - combustión de carbón, aceite y madera (**PbS, PbSe, PbCO₃**)
 - incineración de desechos sólidos (**PbCl₂ and PbO**)
 - industria metalúrgica (fundidoras de Pb y otros metales, producción de aleaciones de Pb, explotación minera de Pb) (**Pb, PbS, PbSO₄, PbO, PbCO₃**)
 - plantas de baterías
- Otras fuentes
 - turbosina
 - resuspensión de partículas y polvo de suelos contaminados

Normas para Plomo

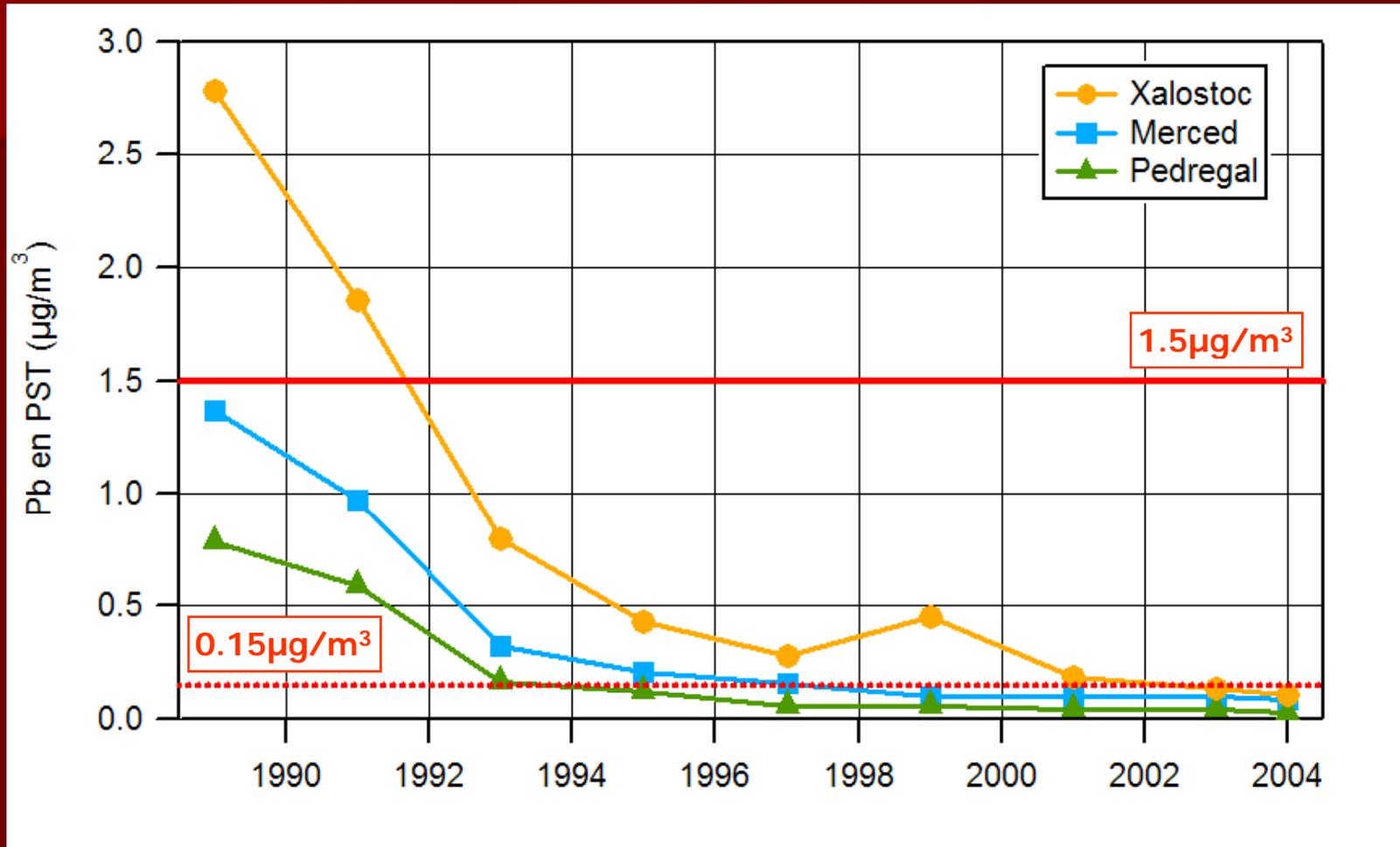
Norma mexicana:

"La concentración de plomo, como contaminante atmosférico, no debe rebasar el valor permisible de **1.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en un periodo de tres meses promedio aritmético**, como protección a la salud de la población susceptible."

Nueva norma en EU (octubre 15, 2008):

máximo 0.15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en PTS (promedio de 3 meses)

Plomo en la Ciudad de México



Mediciones Pb en IMP (MILAGRO)

Espectrómetro de Aerosoles de Alta resolución (HR-AMS)

- Determinación de composición de PM_1 en tiempo real.

Análisis PIXE de aerosoles

- Colección de aerosoles (0.07 - 1.15 μm) en filtros de Teflón, seguido de análisis por Proton-Induced X-ray Emission (PIXE)

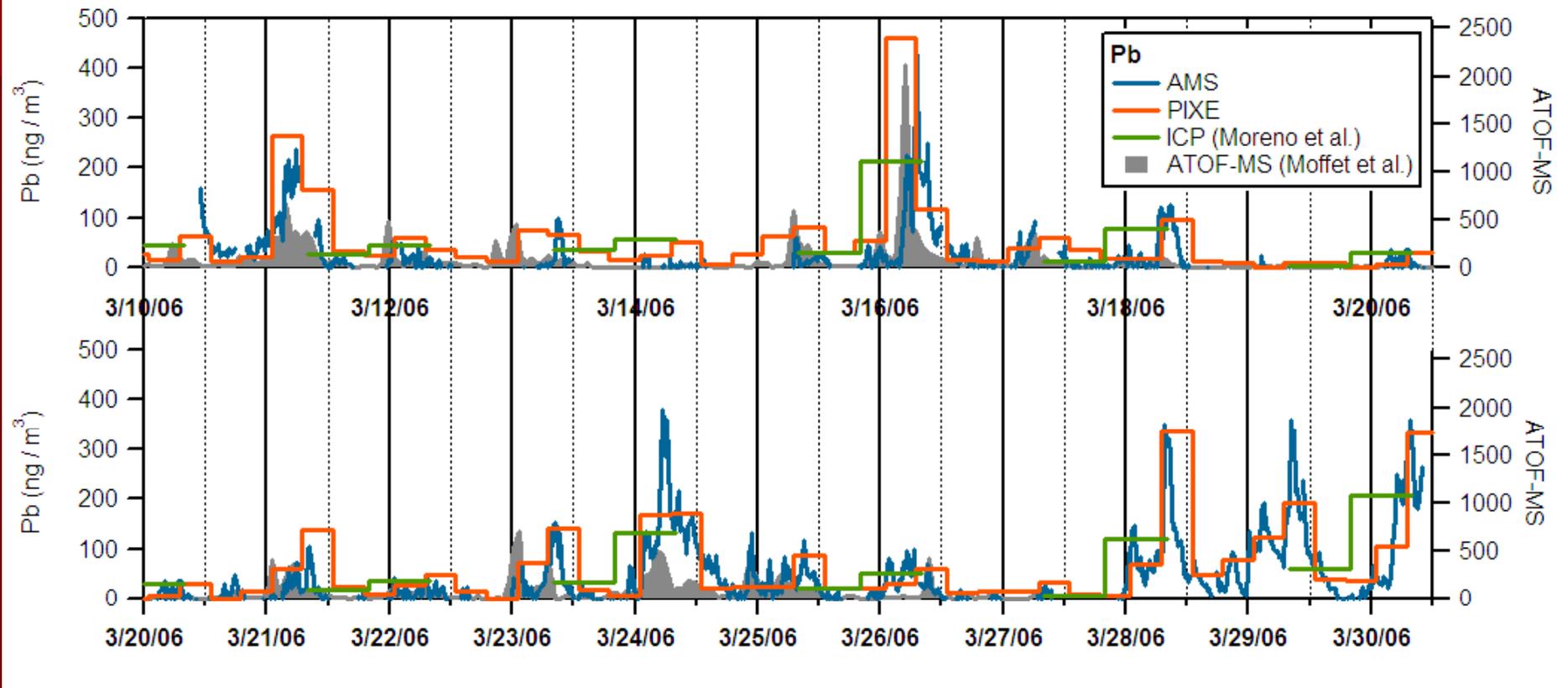
Espectroscopia de Masas Acoplada a Plasma (ICP-MS)

- Colección de $PM_{2.5}$ en filtros de Cuarzo en periodos de 12 horas y determinación de elementos traza por ICP-MS después de digestión ácida.
- Moreno, T., et al., *Journal of Environmental Monitoring*, 10, 370-378, 2008.

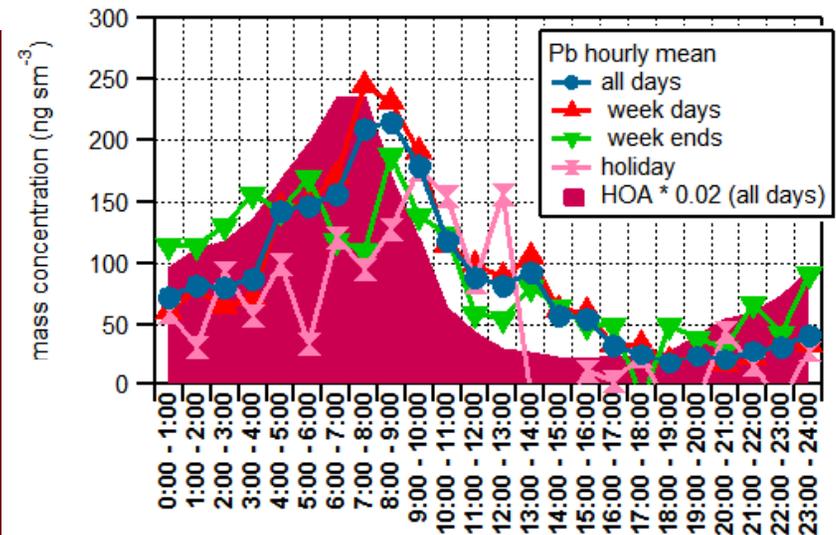
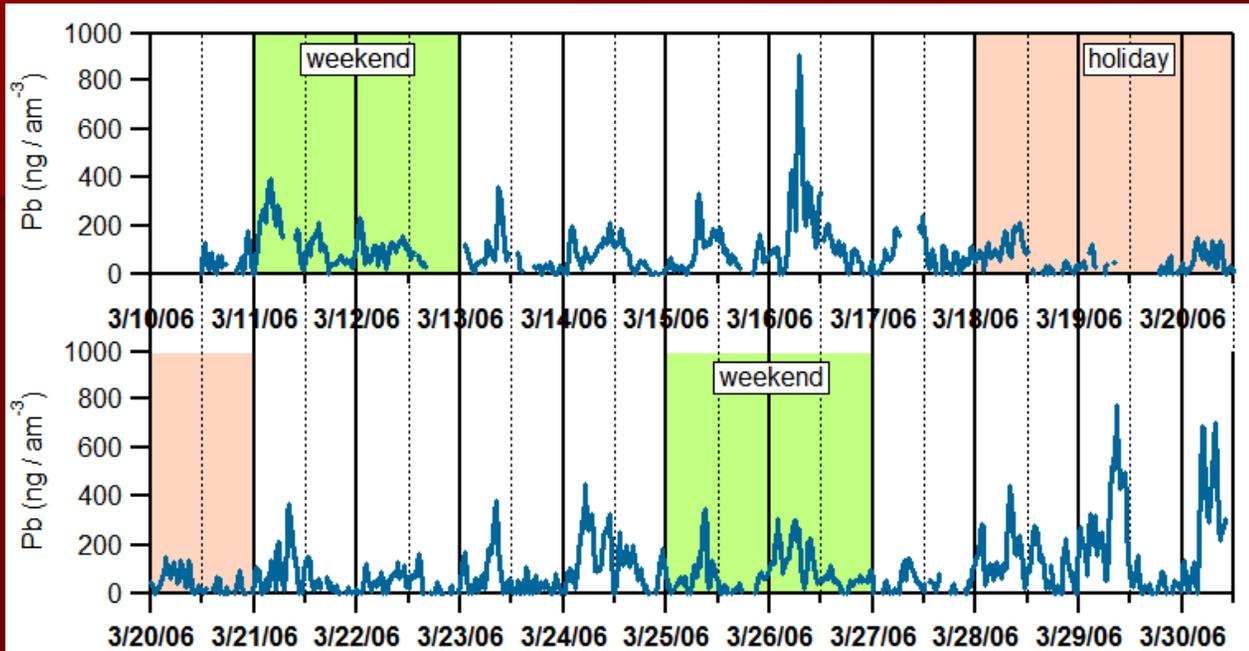
Espectroscopia de Masas de Aerosoles por tiempo de vuelo (ATOFMS)

- Determinación de la composición de partículas individuales.
- Moffet, R.C., et al., *Atmospheric Chemistry and Physics*, 8, 4499-4516, 2008.

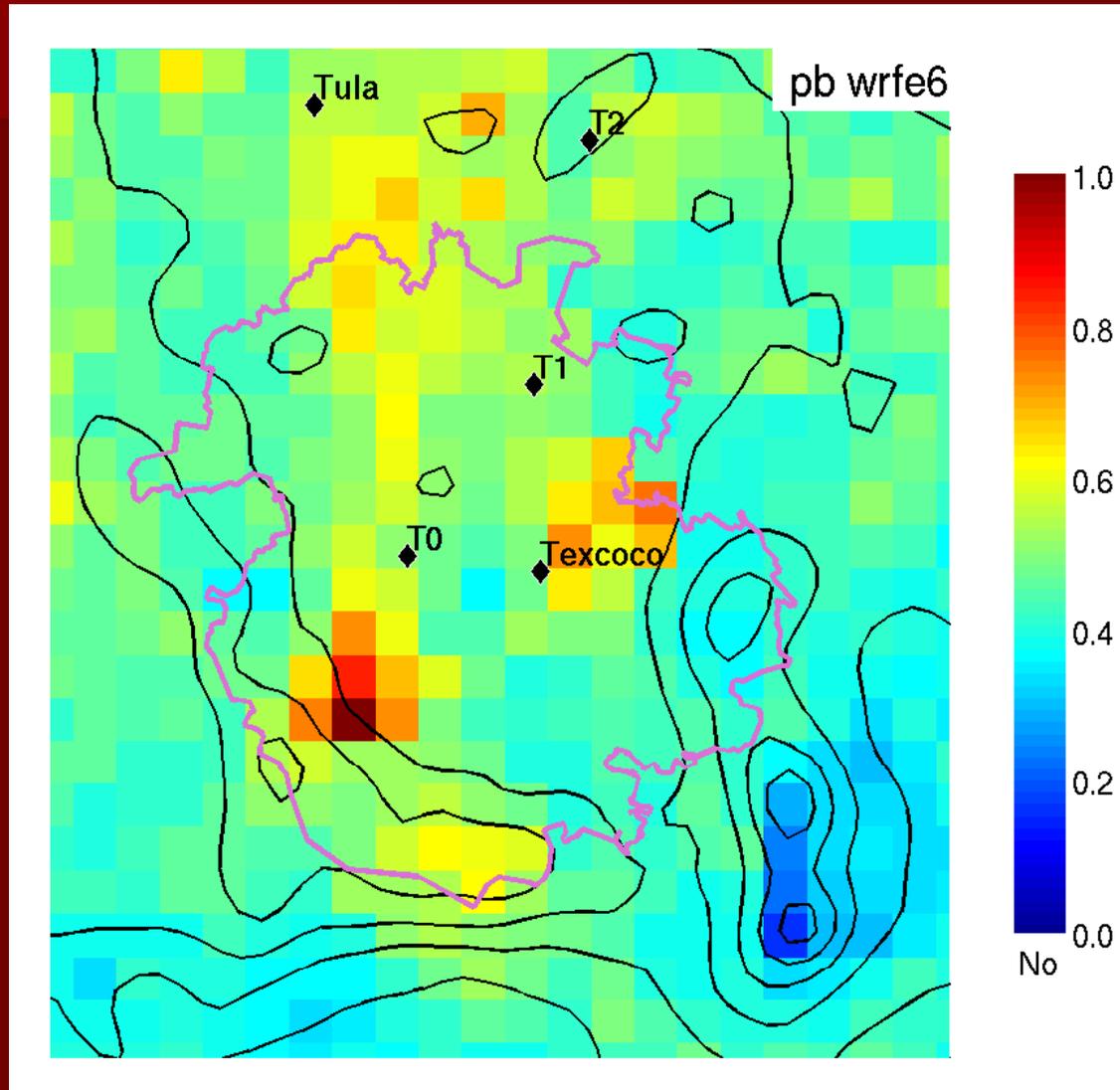
Pb en partículas @ Instituto Mexicano del Petróleo



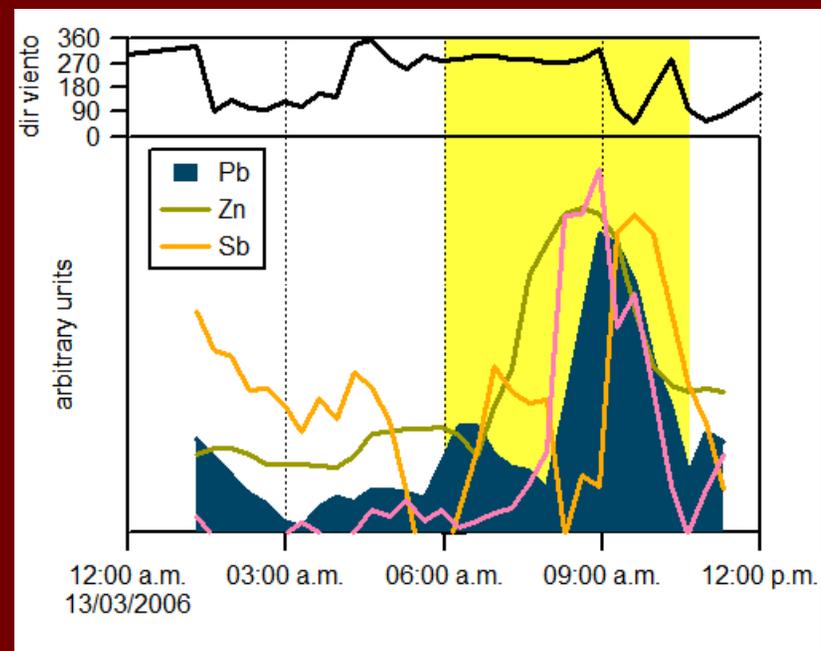
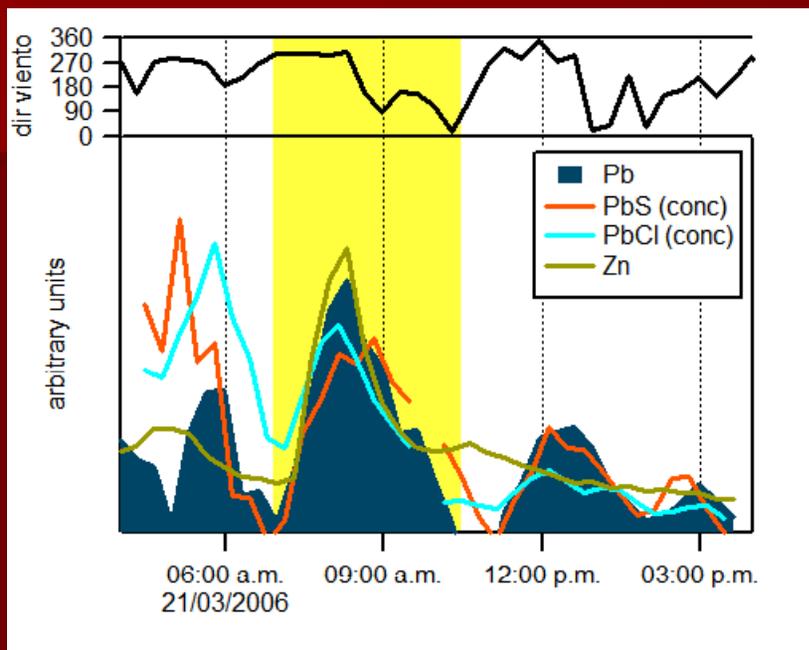
Concentraciones de Pb (AMS)



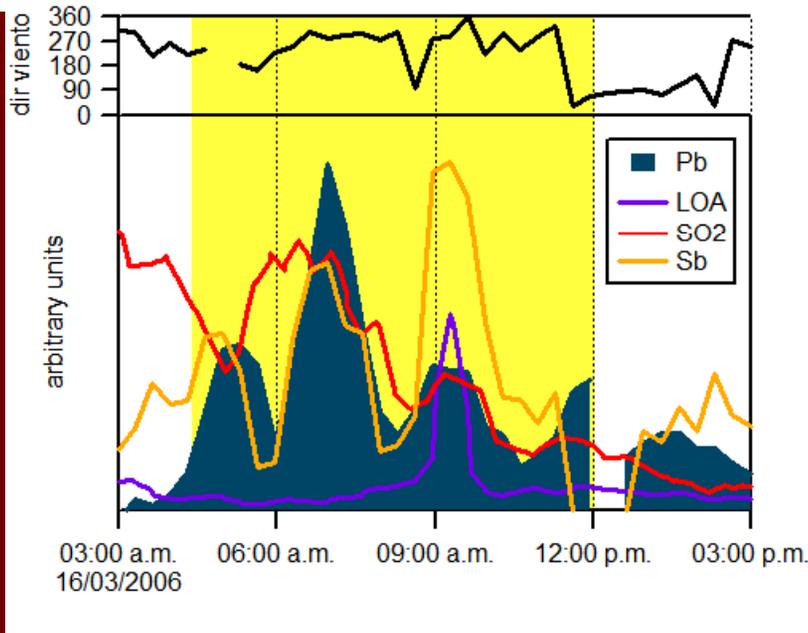
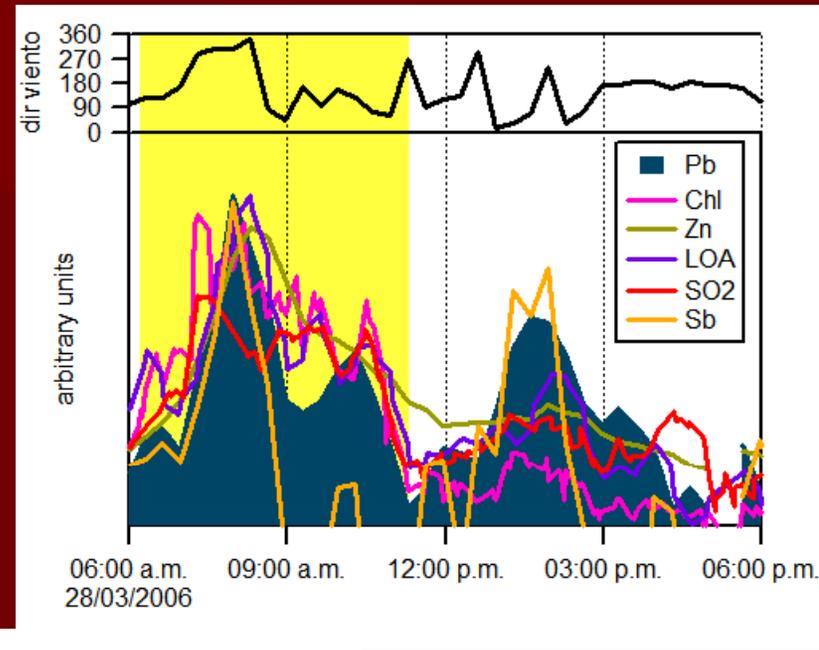
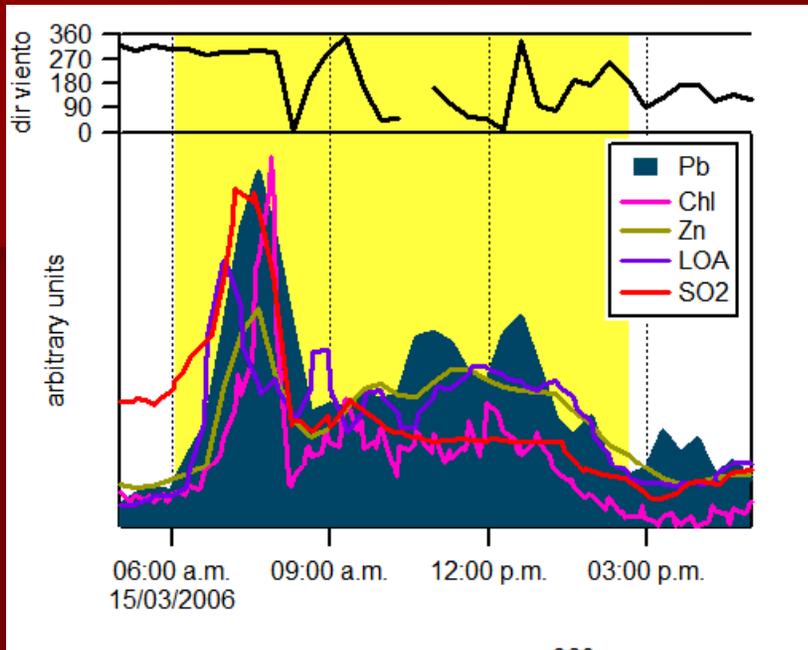
Fuentes de Pb



Plumas de Pb y otros metales



Plumas de Pb y especies de combustión



Conclusiones

- Se determinaron series de tiempo de Pb, Sn, As, Zn y otros componentes de partículas y gases en T0.
- Se observan plumas de Pb y otros metales principalmente en la mañana.
- La concentración de las plumas de Pb observadas es variable, lo cual indica la presencia de diversas fuentes locales de metales.
- De acuerdo a la composición de las plumas, posibles fuentes de metales son quema de combustibles industriales, industrias metalúrgicas, o quema de basura.

AGRADECIMIENTOS

- **Prof. José Luis Jiménez**
University of Colorado at Boulder
- **Dr. Doug Worsnop**
Aerodyne Research Inc.
- **Dr. Alex Laskin**
Pacific Northwest National Laboratory
- **Prof. Benjamin de Foy**
Saint Louis University
- **Dra. Luisa T. Molina**
Molina Center for Energy and Environment

Financiamiento: Comisión Ambiental Metropolitana