



La calidad del aire en los centros urbanos

Por José Luis Puliafito y S. Enrique Puliafito,
Instituto para el Estudio del Medio Ambiente (IEMA) de la Universidad de Mendoza

El presente trabajo es una síntesis del primero de una serie de informes que contienen resultados preliminares referidos a la contaminación atmosférica en el Gran Mendoza durante el período comprendido entre 1990-1994. La información ha sido obtenida por el Instituto para el Estudio del Medio Ambiente (IEMA) una vez procesados los datos del monitoreo sistemático en las estaciones fijas que posee el Gobierno de la Provincia, así como datos independientes obtenidos por el citado Instituto en cooperación con otras instituciones. En particular se presentan los resultados preliminares correspondientes a óxidos de nitrógeno (NOx), partículas en suspensión totales (PST), dióxido de azufre (SO₂) y plomo (Pb) medidos en las estaciones N° 9 y 11 de la mencionada red, así como de ozono, hidrocarburos y otros elementos obtenidos en campañas internacionales que durante 1994 condujo el IEMA con el Instituto UFZ de Leipzig, Alemania Federal. El presente estudio se ha realizado en el marco del Programa Regional de Calidad del Aire (PREMAIR) -SISTEMA DE ALERTA AMBIENTAL TEMPRANA,

La conferencia "La calidad del aire en los centros urbanos" que transcribimos fue pronunciada en el 1er. Encuentro Latinoamericano para la Calidad en la Industria Petrolera "Del aseguramiento hacia la Calidad Total" que tuvo lugar en Mendoza en septiembre del año pasado.

José Luis Puliafito es Ingeniero en Electrónica y Electricidad de la Universidad de Mendoza. Como científico, su carrera comenzó en 1980, trabajando en la Agencia Espacial Argentina y en 1984 en la Agencia Espacial Alemana. Ha sido Director del Instituto para Estudios del Medio Ambiente (IEMA) 1992-1995, de la citada Universidad. Actualmente es Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Mendoza. En enero de 1995 fue designado Presidente del Ente Regulador para el Agua y Saneamiento (EPAS), de esa Provincia.

Salvador Enrique Puliafito es Ingeniero en Electrónica y Electricidad de la Universidad de Mendoza. En 1987 obtuvo su especialización en Comunicaciones y en 1989 obtuvo el doctorado ambos en la Universidad de Braunschweig de Alemania. Fue investigador asociado en el Departamento de Meteorología y en el Laboratorio de Comunicaciones y Ciencias del Espacio de la Universidad Estatal de Pennsylvania. Es Investigador Independiente del CONICET y a partir de 1995 fue designado Director del Instituto para el Estudio del Medio Ambiente (IEMA) dependiente de la Universidad de Mendoza.

El PREMAIR (Programa de Monitoreo Regional de la Calidad del Aire) pertenece a una red de Programas Regionales conocida como Sistema de Alerta Ambiental Temprana (SAAT). El objetivo principal del SAAT apunta a mantener servicios de monitoreo e investigación de carácter sistemático, aplicada a la determinación de la evolución del medio ambiente y aprovechando al máximo posible la capacidad instalada local. Para ello el Ministerio de Medio Ambiente ha firmado convenios con instituciones académicas y de investigación que actúan en el medio distribuyendo tareas en forma cooperativa entre éstas y el Estado Provincial. Un caso específico es el Proyecto PREMAIR en donde se han concentrado todas las tareas relativas al seguimiento de la polución atmosférica metropolitana.

El PREMAIR es una herramienta básica dentro del proceso de toma de decisiones en la política ambiental provincial. Constituye un esfuerzo concreto y práctico destinado a obtener información ambiental imprescindible para el diseño de estrategias de control de la contaminación atmosférica en centros urbanos, así como para el relevamiento de los indicadores de avance de dichos controles o de detección

anticipada de episodios atmosféricos de alta polución que requieran la adopción de medidas de emergencia para la protección de la salud de la población.

El monitoreo sistemático de parámetros y contaminantes atmosféricos, concebido dentro de un proyecto científico-tecnológico adecuado, permite aportar datos, clasificarlos, calificarlos y finalmente interpretarlos, integrándolos al soporte técnico de toma de decisiones como un insumo básico tanto para la evaluación socioeconómica de los daños *por no actuar generando los controles adecuados*, como para la elección de la *alternativa de control óptima* entre un conjunto de ellas.

Es mundialmente reconocido que el fenómeno de la polución atmosférica está indisolublemente asociado a las grandes concentraciones poblacionales, sea por su tránsito y transporte o por su industria asociada y representa un serio limitante, no ya al desarrollo de los polos urbanos, sino lisa y llanamente al *mantenimiento mismo de la calidad de vida* en las ciudades. Mendoza no se aparta de ello y enfrenta sus propios problemas no sólo diseñando estrategias de control sino desarrollando herramientas que permitan su evaluación y corrección.

Red Metropolitana de Monitoreo de la Calidad del Aire PREMAIR - S.A.A.T

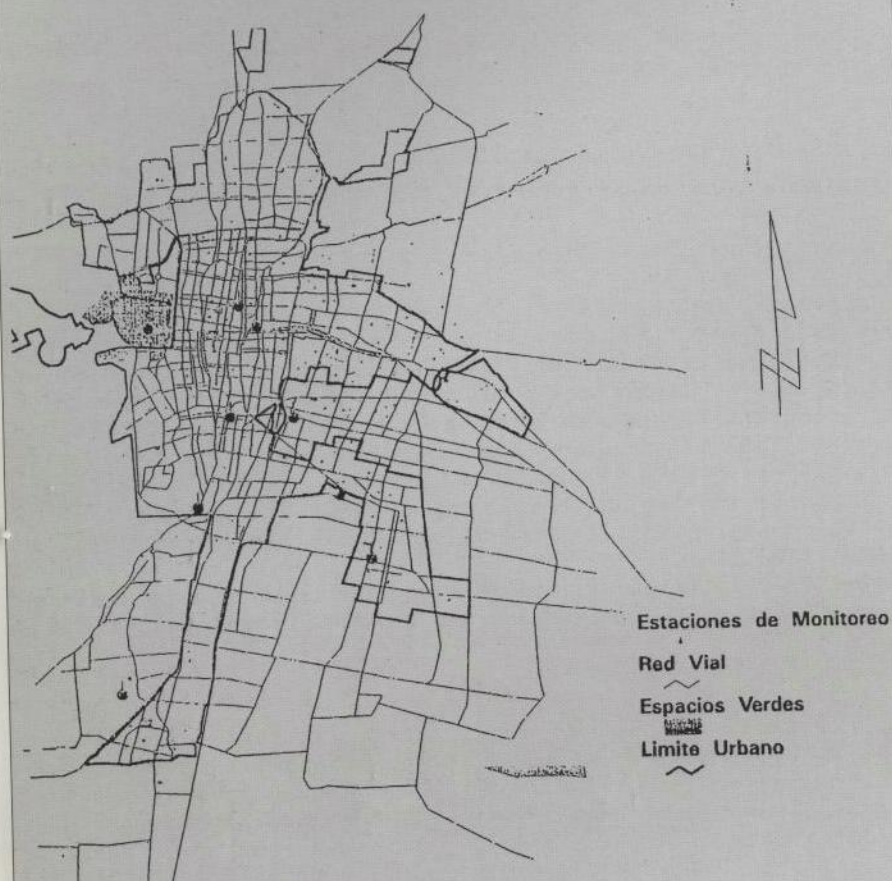


Fig. 1: Red de monitoreo en el Gran Mendoza

El Ministerio de Medio Ambiente, Urbanismo y Vivienda (MMAUV) desde su creación en 1990 (a partir de diciembre de 1995 se denomina Ministerio de Ambiente y Obras Públicas) ha intensificado el monitoreo atmosférico que se venía realizando desde hace aproximadamente 20 años —casi sin solución de continuidad— sobre la base de un sistema sencillo recomendado por la Organización Panamericana de la Salud (OPS), sin alterar esencialmente la metodología básica pero apuntando a mejorar en la medida de lo posible la calidad temporal y espacial de los datos. En efecto, hasta 1990 existía un programa sistemático de adquisición de datos reducido a dos plataformas fijas que operaban cada 24 horas 5 veces por semana, aunque en general sin interpretación de dicha infor-

mación. Con la creación del Ministerio de Medio Ambiente y de la Dirección de Saneamiento y Control Ambiental, se estableció una primera etapa de mejoramiento del monitoreo del aire apuntando a sistematizar la información ambiental en dichas áreas mediante la adaptación de la estructura administrativa del monitoreo y ampliando el volumen de datos recolectados. Hacia 1993 se había logrado aumentar la cantidad de muestras mediante la operación de un sistema de plataformas fijas y móviles ampliado con el objeto de obtener más parámetros y mejor resolución temporal y espacial, a pesar de los diversos problemas que, aparejados con dicho incremento, debieron superarse y entre los que se pueden citar: la adaptación de la estructura administrativa con el objeto de

cubrir los fines de semana, feriados y horarios vespertinos, la falta de movilidad adecuada; inconvenientes en la adquisición de material para instalación de equipamiento adicional; el aumento de la capacidad instalada de laboratorio y principalmente el déficit de capacidad científica de análisis de datos. La figura 1 muestra la red de monitoreo actual en el Gran Mendoza. Cabe citar que como consecuencia de dicho esfuerzo se aumentó la toma de muestras de 60 semanales a un equivalente de 315 semanales, incluyendo entre ellas, partículas en suspensión, NO_x, SO₂, y Pb, mediante la instalación de una estación fija más (Parque Gral. San Martín) y la operación de dos estaciones móviles (una semi-permanente y una de muestreo corto) cuyos datos se agregaban por correlación estadística, a los obtenidos regularmente por las fijas. Además de estos datos, se incorporaron sistemáticamente 36 muestras meteorológicas semanales (obtenidas del Servicio Meteorológico Nacional) totalizando entre éstas y las de contaminación, la suma de 570 muestras semanales, lo que representó un incremento relativo del 845% con respecto a la situación de 1990. A partir de fines de 1993, se estableció una segunda etapa de mejoramiento del monitoreo del aire, estructurándose alrededor del Programa PREMAIR-S.A.A.T y entrando en operaciones una red metropolitana extendida de monitoreo sistemático, consistente en 10 plataformas (8 propias y 2 por convenio), cinco de las cuales han sido equipadas con un sistema de recolección automática y telemétrica (en UHF) de parámetros micrometeorológicos desarrollado por el IEMA (Convenio PRIDEMA entre el Gob. de Mendoza y la Universidad de Mendoza) y que actualmente se encuentran bajo experimentación operativa. Este nuevo esfuerzo ha permitido aumentar la información de calidad del aire a un equivalente de 3020 muestras semanales sin considerar eventuales puntos de monitoreo por correlación estadística a partir de estaciones semifijas y de datos corrientemente obtenidos por programas independientes que conduce paralelamente el IEMA. Los parámetros de contaminación abarcan primariamente partículas, SO₂, NO_x y plomo, los cuales se muestrean durante períodos que van de 12 a 24 horas y que se analizan posteriormente en laboratorio según técnicas sugeridas por la OPS.

El PREMAIR —como se apuntó más arriba— es un programa en funcionamiento desde 1993, el cual fue acordado con la Universidad de Mendoza, a través de su

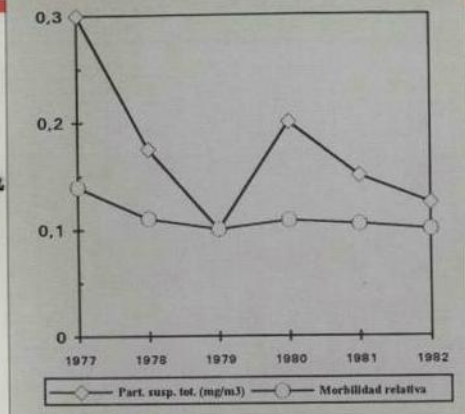


Fig. 2: Correlación observada por [Pithod, 1989] entre la concentración de partículas suspendidas y la morbilidad relativa por patologías respiratorias 1977/82

Instituto para el Estudio del Medio Ambiente (IEMA), aprovechando el convenio existente PRIDEMA entre dicha Universidad y el Gob. de Mendoza. Como resultado, se aporta no sólo capacidad científica para el análisis sistemático de datos sino nueva información que obtenida por otras vías en el IEMA a través de su intensa cooperación internacional, complementan y extienden el entendimiento de la situación de la contaminación atmosférica regional.

ANTECEDENTES GENERALES

Situación geográfica y climática del área metropolitana

Mendoza está ubicada en una latitud 32 grados 50 minutos sur, longitud 68 grados 50 segundos oeste de Greenwich. Tiene una altura media de 750 metros a nivel del mar y constituye una zona de configuración continental caracterizada

por la elevación y desviación de la humedad como consecuencia de una barrera geográfica de altura promedio de 5000 metros al oeste. Está dominada por el cinturón subtropical de anticiclones que aportan los flujos de aire a dominantes de la región. En general se producen descendimientos de masa de aire con inversiones de subsidencia.

Las precipitaciones pluviales tienen un promedio anual de 200 mm aproximadamente pero el potencial depurador de la contaminación atmosférica está contenida principalmente en los meses de verano. El principal aporte de agua está dado por las precipitaciones nivas en cordillera que alcanzan 500 mm anuales. La humedad relativa es muy variable con respecto a las estaciones, pudiendo alcanzar el umbral de máxima del 70% entre abril y junio con aparición de nieblas y el umbral de mínima en los meses de verano.

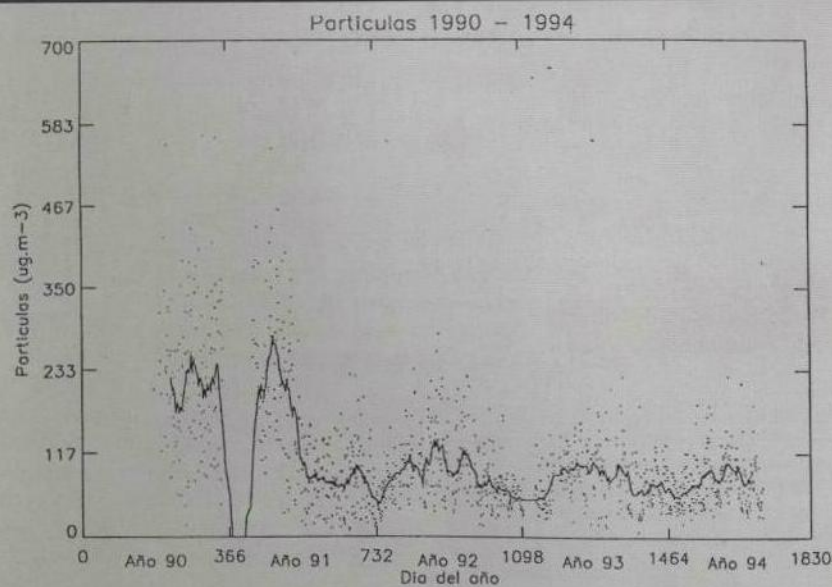
La aparición de nieblas aunque infrecuente y de presencia en los meses anticiclones combinada con una creciente contaminación atmosférica aumenta su riesgo asociado. Existen otros factores dentro de los potenciales de riesgos climáticos, como son las brumas y las heladas. Las temperaturas se caracterizan por su gran variación de promedio de invierno a verano y diaria de aproximadamente de 12 grados. Las inversiones de subsidencias alcanzan un pico notable en los meses de invierno, con alturas típicas estimadas entre los 100 m y los 200 m. Tales características provocan un aplastamiento atmosférico de alto potencial de riesgo con una

situación de contaminación atmosférica creciente. Las calmas atmosféricas, que se hacen cada vez mas notorias en el medio urbano, alcanzan un importante máximo entre mayo y agosto, generando un alto riesgo en los días en que se registran inversiones duraderas. Brisas diarias con direcciones provenientes de la montaña hacia el valle en horas diurnas y viceversa en horas nocturnas, actúan como débiles agentes de ventilación para la ciudad. Con poca frecuencia relativa y con un máximo de frecuencias en los meses de julio, agosto y septiembre se producen fuertes vientos con velocidades cercanas a los 60 km por hora denominados *zonda* que provocan un brusco descenso de humedad, brusco aumento de temperatura y una ionización positiva de la atmósfera. Potencialmente destructor de bienes materiales, puede comportarse como agente depurador y como agente contaminador bacteriano y físico. La radiación solar media es de 700 calorías por cm^2 en diciembre y de 250 calorías por cm^2 en junio con una heliofania relativa del orden del 63%. El albedo no está cuantificado pero la escasa nubosidad relativa provoca en general fuertes enfriamientos nocturnos. La vegetación natural es de característica de las zonas áridas, la montaña prácticamente con suelos desnudos o pastizales en altura alimentados por precipitaciones nivas, en tanto que el pedemonte y planicie con vegetación achaparrada, xerófitas, en general muy degradadas, que no alcanzan a moderar los efectos erosivos del viento sobre el suelo, factor que debe tenerse particularmente en cuenta en la concentración atmosférica de partículas. La productividad de la biomasa es bajísima, aproximadamente 50 calorías por metro cuadrado por año. La escasa actividad fotosintética no alcanza a producir los efectos atemperadores protectores y depuradores necesarios sobre la biósfera local. Esto último ha impulsado -desde principios de siglo- a mantener y en lo posible ampliar un importante sistema de arbolado público, bajo riego artificial, que está presente en casi todas las calles del Área Metropolitana -y que le imprimen una característica notable- pero bajo permanente riesgo de supervivencia debido al estrés a que se halla sometido por las condiciones urbanas.

Algunos antecedentes sobre la contaminación atmosférica metropolitana y su influencia sobre la salud hasta 1990

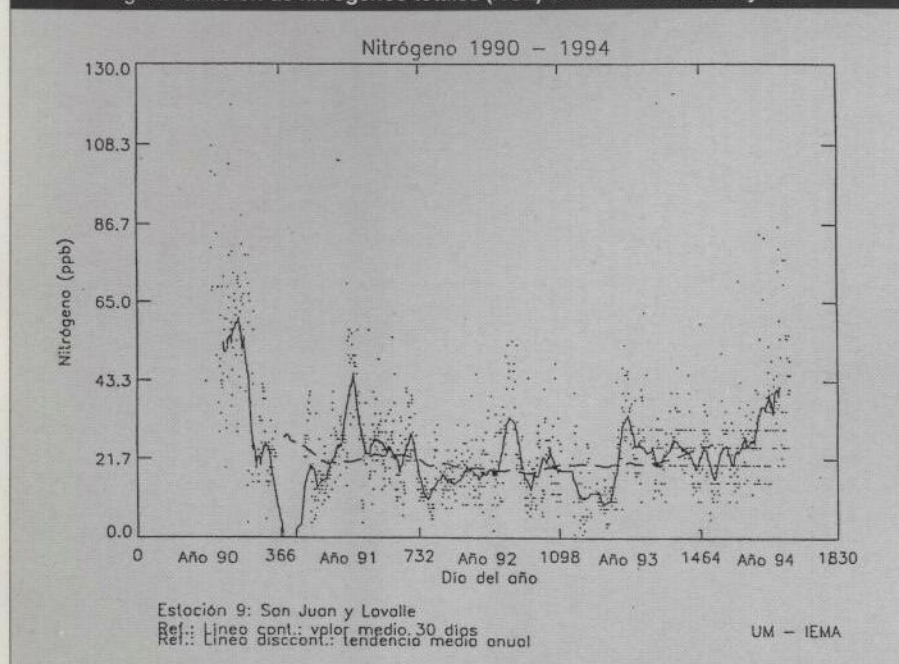
Existe una importante masa de datos

Fig. 3: Variación de partículas en suspensión (PST) entre los años 1990 y 1994



Estación 9: San Juan y Lavalle

Fig. 4: Variación de nitrógenos totales (NOx) entre los años 1990 y 1994



de contaminación atmosférica de aproximadamente 15 años de monitoreo, en donde se han caracterizado cuatro tipos de contaminantes, polvo en suspensión, óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre y plomo. La situación observada hasta 1990 puede resumirse en lo siguiente:

a) *Polvo total en suspensión*: (estación

Nro.9-Microcentro) De los 15 años en los que se tienen mediciones, sólo en 1979 y en 1983 se registraron valores por debajo de lo admitido por la legislación nacional (Ley Nac.20.284-150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) que a su vez duplica lo admitido por la legislación en USA (75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) para PM-10. Desde 1983 en

adelante se observa un incremento casi constante de aproximadamente 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ año, arribándose en 1987, a valores que superan los 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. En 1987 se observó una situación de pico (con promedios mensuales superando los 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) durante los meses que van de mayo a septiembre, período que coincide con el máximo de calmas atmosféricas. Se registraron valores máximos diarios, durante julio de 1987, que llegaron a superar los 700 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valores cercanos a los establecidos por la USA de daños graves para períodos cortos. Cabe destacar que los valores registrados no discriminan el diámetro de las partículas, aunque por las características del método de muestreo y la distribución típica de una muestra urbana, se estima que estos valores representan la concentración básica de hasta un 75% por debajo de 10 μm y de un 50% por debajo de 5 μm .

b) *Plomo* (antidetetonante): Muestreos cortos realizados durante los meses de febrero a julio de 1987, indican valores cercanos a los 0,001 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que permite la legislación nacional, los que se tornan de alto riesgo en los meses anticiclónicos.

c) *Oxidos de nitrógeno*: Durante los meses del invierno local de los últimos años, los valores máximos de óxidos de nitrógeno (aprox.180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) se han aproximado a los valores límites de USA admitidos para 24 hs. una vez al año. En la estadística de promedios anuales se observa un fuerte incremento con una marcada tendencia a superar los valores límites en los próximos cinco años (tasa de crecimiento desde 1983 hasta 1986 del orden de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -valor alcanzado en 1986: 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

d) *Dióxido de azufre*: los promedios anuales del período comprendido entre 1981 y 1985 registran un incremento importante que va desde 1,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta aproximadamente 3,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Estudios locales [Pithod, 1989] han observado una fuerte correlación entre la variación de polvos en suspensión y la morbilidad del aparato respiratorio durante el lustro que va desde el año 77 al 82, registrándose que para una reducción de 300 a 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, la morbilidad respiratoria se redujo aparentemente del 14 al 10%. Los mismos, al comparar las estadísticas de mortalidad entre Mendoza y Argentina, indican que la tercer causa en Mendoza —y que corresponde al aparato respiratorio— no aparece a nivel nacional entre las cinco primeras causas. Asimismo resalta que en

TABLA 1: RANGO DE LAS CONCENTRACIONES DE LOS ELEMENTOS EN LAS HOJAS DE PINOS [G/G PESO SECO (PPM)].

Elemento	Argentina 1994	sitios de refer.	Alemania 1992	sitios de refer.
	Gran Mendoza		Leipzig-Halle	
Al				
-tierra caliza	390 - 1070	103 - 289	—	70 - 123
-otros suelos	—	—	300 - 351	218 - 365
Ca	4695 - 12700	4275 - 12200	1637 - 4526	1791 - 4867
Cd	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cr	0.3 - 2.6	0.3	n.d. - 1.1	n.d.
Cu	3.4 - 8.9	2.4 - 3.4	1.9 - 3.5	1.6 - 2.5
Fe	252 - 962	105 - 329	58 - 360	36 - 185
K	3315 - 8060	2835 - 5810	3007 - 5736	3720 - 4877
Mg	963 - 1295	742 - 1903	424 - 861	438 - 787
Mn				
-tierra caliza	19.2 - 40.8	11.8 - 55.5	15.6 - 26.1	—
-otros suelos	—	—	378 - 1156	387 - 1241
Ni	0.5 - 1.2	0.3 - 0.7	0.6 - 1.5	0.5 - 0.7
Pb	3.5 - 37.1	0.3 - 2.8	0.9 - 3.4	0.7 - 1.1
V	0.8 - 2.5	0.3 - 0.8	0.4 - 3.2	0.6 - 1.0
Zn	16.6 - 41.5	11.2 - 19.0	29.9 - 51.7	17.4 - 40.2

Las muestras consisten en hojas de pinos de diferentes especies, de uno y dos años de vida (ver sección: TOMAS DE MUESTRAS y ANÁLISIS). El límite de detección fue de por lo menos 0.3 ppm, y los rangos de concentración por debajo de este nivel se anotaron como n.d.: no detectado. Para el aluminio y el manganeso, la información se da separadamente para suelos de piedra caliza y de otros tipos. Los sitios de referencia en Mendoza son: Potrerillos, Uspallata, Polvaredas y Puente del Inca.

el hospital Emilio Civit en el año 1982 el 20% de las camas estaban ocupadas por enfermos del aparato respiratorio y que al comparar las estadísticas correspondientes a 1982/83 de Bs. As. con las de Mendoza, surge que en tanto en Bs. As. la morbilidad y enfermedades del aparato respiratorio representaban el 7,5% de los casos, en Mendoza, para igual fecha, oscilaba entre el 10 y el 13% (alcanzando el 21% en hospitales pediátricos).

PRESENTACION PRELIMINAR DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL PERIODO 1990-1994

Situación meteorológica (Fuente: Servicio Meteorológico Nacional)

Los datos provistos diariamente por el SMN contienen información respecto a visibilidad, dirección de vientos, velocidad, temperatura, presión atmosférica y humedad relativa, medidas puntualmente en la Estación Plumerillo en seis momentos del día (0700, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800). Estos datos se vuelcan semanalmente al informe atmosférico de Dirección de Control Ambiental. Los datos del período 90-94 han sido volcados por el IEMA a una base de datos, y posteriormente procesados. Ver informe completo en [Ref 2., Puliafito, 1995]. Los valores obtenidos para los casos de temperatura, presión atmosférica y humedad relativa, surgen de promediar diariamente los seis datos con igual peso relativo. Se ha obtenido, además, para todos los casos citados, el valor promedio móvil de treinta días, y se ha computado con igual criterio la variación típica anual basada sobre la mediana de los valores promedio diarios correspondientes a cada uno de los cinco

TABLA 2: RANGO DE LAS CONCENTRACIONES DE CONTAMINANTES ORGANICOS EN HOJAS DE PINO G/G PESO SECO (PPM). [TOMADO DE WENZEL ET. AL, 1995.]

Analito	Argentina 1994		Alemania 1992	
	Gran Mendoza	Referencia	Lepzig - Halle	Referencia
α HCH	27 - 987	11 - 18	9.5 - 17	13
β HCH	44 - 1041	17 - 21	3.3 - 7.2	3.0
γ HCH	19 - 482	6.0 - 28	6.0 - 12	8.4
p,p' - DDT	5.0 - 482	1.0 - 3.0	2.0 - 7.8	2.1
p,p' - DDE	2.0 - 26	3.0 - 19	2.9 - 6.8	2.4
p,p' - DDD	0.3 - 7.0	0.6 - 0.7	0.5 - 2.8	1.2
4- clorobenceno	0.3 - 0.9	0.5 - 0.6	0.6 - 2.4	2.1
6- clorobenceno	0.6 - 1.7	0.9 - 1.3	3.5 - 6.1	4.1
PCB - 28	0.2 - 0.7	0.8 - 1.5	0.4 - 0.9	0.5
PCB - 52	0.3 - 1.2	n.d. - 0.2	0.3 - 0.5	0.4
PCB - 101	0.8 - 2.7	0.3 - 0.9	0.4 - 0.9	0.6
PCB - 138	n.d. - 5.9	n.d. - 0.3	0.7 - 1.3	0.8
PCB - 153	0.5 - 2.0	n.d. - 0.1	0.3 - 0.5	0.4
phenanthrene	114 - 2593	81 - 86	117 - 570	181
anthracene	2.5 - 158	4.5 - 8.2	3.7 - 34	5.7
fluoranthrene	25 - 654	18 - 35	44 - 390	31
pyrene	65 - 992	8.6 - 198	31 - 263	22
benzo(a)pyrene	0.6 - 2.1	0.7 - 5.5	0.5 - 4.9	5.0

Los sitios de referencia en Mendoza son: Potrerillos, Uspallata, Polvaredas y Puente del Inca.

años de datos. Similar procedimiento se ha seguido con la velocidad de vientos y dirección, con la diferencia de que los promedios diarios realizados son vectoriales, y que se le ha asignado mayor peso a los horarios extremos (700 y 1800), a fin de compensar la incertidumbre en los horarios nocturnos. Se ha computado adicionalmente la rosa de vientos, indicando la velocidad mediana de los cuatro años, y su dirección correspondiente y la frecuencia de aparición de la misma.

Partículas en suspensión totales (PST), óxidos de nitrógeno totales (NOx), dióxido de azufre (SO₂) y plomo (Pb) (Fuente: Dirección de Saneamiento y Control Ambiental- Ministerio de Medio Ambiente, Urbanismo y Vivienda)

Los datos provistos diariamente por la DCA contienen información respec-

to a partículas en suspensión totales (PST), óxidos de nitrógeno totales (NOx), dióxido de azufre (SO₂) y plomo (Pb) en tiempos de muestreo de 12 y 24 hs., para los dos primeros casos y 48 a una semana en los siguientes. Los métodos utilizados son:

- a) PST: captura por filtro y reflectometría (sensible a partículas carbonosas)
- b) NOx: Griess-Saltzman
- c) SO₂: West y Gacke, modificado por Pate

Estos datos se vuelcan semanalmente al informe atmosférico de la Dirección de Control Ambiental. Los datos del período 90-94 han sido volcados por el IEMA a una base de datos donde se procesa posteriormente. Ver informe completo en [Ref 2, Puliafito, 1995]. Los valores obtenidos para los casos de PST y NOx, surgen de promediar diariamente los datos de 12 hs con igual peso relativo o de incorporar directamente los de 24 hs. según correspon-

CERTIFICACION DE CALIDAD EN CARTELERIA INSTITUCIONAL

- HOMOLOGACIÓN DE MARCAS, INSUMOS, PRODUCTOS E INSTALACIONES
- NORMALIZACIÓN DE PROCESOS, TRANSPORTE E INSTALACIONES
- PLANES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, ACCIDENTE O CATÁSTROFE



大
君

TAIKUN S.A.

CONTROL DE CALIDAD EN VIA PUBLICA

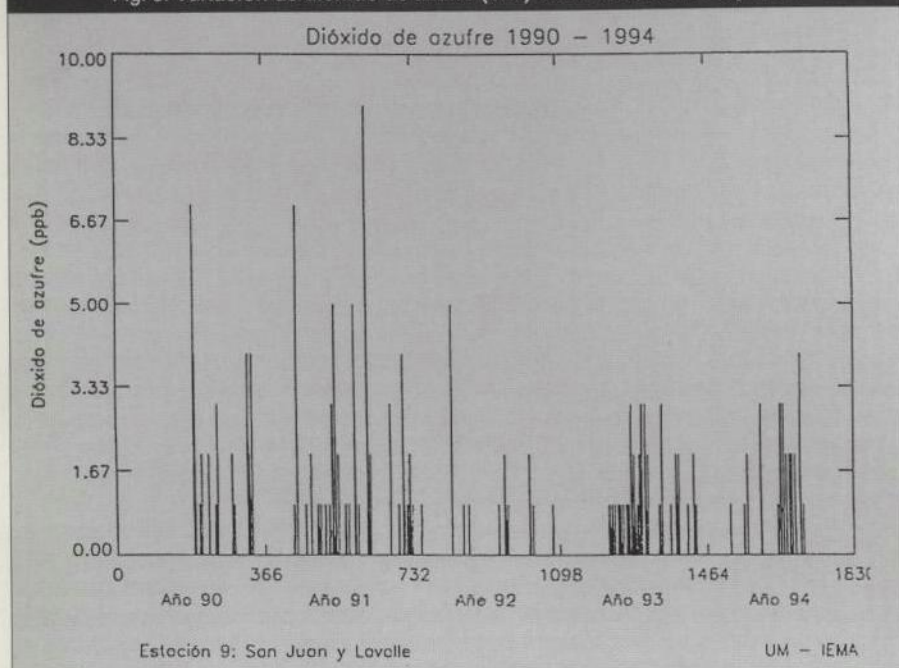
Conde 1147

(1426) Buenos Aires

Argentina

Tel./Fax: 552-6361 / 788-9186

Fig. 5: Variación de dióxido de azufre (SO₂) entre los años 1990 y 1994



da. Se ha obtenido para todos los casos citados el histograma de probabilidad de aparición, el valor promedio móvil de treinta días, y se computado con igual criterio la variación típica anual basada sobre la mediana de los valores promedio diarios correspondientes a cada uno de los cinco años de datos. Similar procedimiento se ha seguido con el SO₂ y Pb con la diferencia de que los promedios de muestreo abarcan períodos mayores y no se han computado histogramas. Se presentan datos preliminares correspondientes a las estaciones 9 y 11 ubicadas en el área central metropolitana. La ausencia de datos se debe a discontinuidades operativas o a batches sujetos a revisión en la base de datos. La disminución sustancial de PST observada a mediados de 1991 fue producida por la transformación del transporte público organizada por el Gob. de Mendoza. Las figuras 3, 4, 5 y 6 representan la variación de partículas en suspensión (PST), nitrógenos totales (NO_x), dióxido de azufre (SO₂) y plomo (Pb) respectivamente entre los años 1990 y 1994.

Otros contaminantes (Fuente: IE-MA-UFZ)

El IEMA en colaboración con el Instituto Umwelforschungszentrum Leipzig-Halle (UFZ) de la República Federal de Alemania viene realizando en el marco de la Cooperación Bilateral Científico-Tecnológica Germano Argentina varios proyectos relacionados con el Programa Pre-mair. Dos de estos proyectos son: a) ARG ENV 15: Airborne Pollutants; y b) ARG-

ENV 14: Summersmog. Ambos proyectos son estudios comparativos entre la ciudad de Mendoza y la ciudad de Leipzig.

- a) *Proyecto ARG ENV 15: Airborne Pollutants*; Exposición y biodisponibilidad de xenobióticas en coníferas. Su objetivo es el estudio de contaminantes aéreos a través del análisis de la biodisponibilidad de xenobióticas en las agujas de coníferas situadas en distintas áreas de la subregión metropolitana y alrededores. A cargo de Dr. Ludwig Weissflog (UFZ) e Ing. Miguel A. Gantuz (IEMA). Los resultados de estos estudios están publicados en las Referencias 3 y 4, [Weissflog, et. al., 1994 y Wenzel et. al., 1995] y se resumen en las tablas 1 y 2. Los valores de estas tablas nos indican la presencia de contaminantes antrópicos en Mendoza con valores hasta 10 veces superiores a los de la ciudad alemana de Leipzig.
- b) *Proyecto ARG-ENV 14: Summersmog*; Investigación en el campo de la exposición humana al Smog Fotoquímico y sus efectos sobre las enfermedades respiratorias y cuyo objeto es el estudio de epidemiología ambiental referida a la exposición humana a los efectos del smog fotoquímico (ozono) sobre las vías respiratorias, en grupos de escolares de 7,8 y 9 años tanto normales como con afecciones graves. Incluye estudios de capacidad respiratoria y tests alérgicos a diversos agentes. A cargo del Dr. Olf Herbarth (UFZ) y

Dr. Juan Carlos Behler (IEMA). Ver también las referencias 5, 6, y 7 [Puliafito et. al., 1995, Schlink et al., Herbarth et. al.]. Este estudio comparativo busca demostrar lo siguiente:

- 1) No sólo las predisposiciones familiares dominantes están influenciadas por el medio ambiente sino también la aparición tanto de enfermedades respiratorias como de alergias.
- 2) La exposición personal es el parámetro importante y no la exposición ambiental promedio.
- 3) Los factores de riesgo pueden ser catalogados según la importancia relativa en la aparición de patrones de enfermedad.

CONCLUSIONES

El presente trabajo contiene resultados preliminares referidos a la contaminación atmosférica en el Gran Mendoza durante el período comprendido entre 1990-1994. Esta información ha sido obtenida por el Instituto para el Estudio del Medio Ambiente (IEMA) una vez procesados los datos del monitoreo sistemático en las estaciones fijas que posee el Gobierno de la Provincia, así como datos independientes obtenidos por el citado Instituto en cooperación con otras instituciones. En particular se han presentado los resultados preliminares correspondientes a óxidos de nitrógeno (NO_x), partículas en suspensión totales (PST), dióxido de azufre (SO₂) y plomo (Pb) medidos en las estaciones N° 9 y 11 de la mencionada red, así como de otros elementos obtenidos en campañas internacionales que durante 1994 condujo el IEMA con el Instituto UFZ de Leipzig, Alemania Federal. El presente estudio se ha realizado en el marco del Programa Regional de Calidad del Aire (PREMAIR) -SISTEMA DE ALERTA AMBIENTAL TEMPRANA, que conduce conjuntamente el Ministerio de Medio Ambiente y la Universidad de Mendoza, y a través del convenio de cooperación científica y tecnológica entre ambas organizaciones establecida por el PRIDEMA.

Este conjunto de mediciones dan una primera impresión de los niveles de contaminación y el riesgo a la que la población urbana está expuesta. El estudio simultáneo de las emisiones, como los efectos sobre las vías respiratorias y la deposiciones sobre las plantas nos permitirán completar la evaluación del impacto de las fuentes antrópicas sobre la calidad de vida en las urbes.

Referencias

1. Pablo Pithod, María Teresa Bistué, Alicia Ahuali, "El aire en la biosfera urbana mendocina" *Tesis de grado*, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Mendoza. 1988.
2. José Luis Puliafito, "Informe Preliminar N°1 sobre contaminación atmosférica en el área metropolitana del Gran Mendoza correspondiente a 1990-1994". *Programa Regional de Calidad de Aire (Premair)*. Editorial Idearium UM 02-01-06-0706-0495. Abril de 1995.
3. Weißflog L., Paladini E., Gantuz M., Puliafito J., Puliafito S., Wenzel K-D, Schüürmann G., (1994) "Immision patterns of airborne pollutants in Argentina and Germany. I. First results of a heavy metal biomonitoring". *Fresenius Environm. Bullett.* 3:728-7233., 1994
4. Wenzel K-D, Paladini E., Gantuz M., Puliafito J., Puliafito E., Puliafito C., Weißflog L., Schüürmann G. "Immision patterns of airborne pollutants in Argentina and Germany. II. Biomonitoring of semi-volatile organic xenobiotics". Remitida *Chemosphere* para su publicación, 1995.
5. Puliafito, José Luis, Juan Carlos Behler, S. Enrique Puliafito: "Estudio del episodio de contaminación atmosférica ocurrido en el Gran Mendoza el 18 de mayo de 1995", *Editorial Edium* - Universidad de Mendoza UM 02-03-06-0708-0795. 1995.
6. Schlink, O. Herbarth, M. Richter, J.L. Puliafito, M. Rehwagen, C. Puliafito, J.C.Behler, E. Puliafito: "Ozone-Monitoring in Mendoza, Argentina-first case studies" en preparación.
7. Herbarth, O., J.C.Behler, G.J. Fritz, J.L.

Puliafito, M. Richter, U. Schling, M. Rehwagen, E. Puliafito, C. Puliafito: "Comparison analysis of environmental pollution effects on respiratory illnesses and allergies in children", en preparación.

Agradecimiento

Los autores agradecen a las autoridades de la Universidad de Mendoza, en la persona de su Rector, Prof. Dr. Juan Carlos Menghini, el apoyo brindado a la investigación en especial a través de su Instituto para el Estudio del Medio Ambiente (IEMA) y a los colegas del IEMA que han contribuido a la toma de datos y confección de las bases de datos.

Se agradece también a la Dirección de Control y Saneamiento Ambiental del Gobierno de la Provincia de Mendoza, en

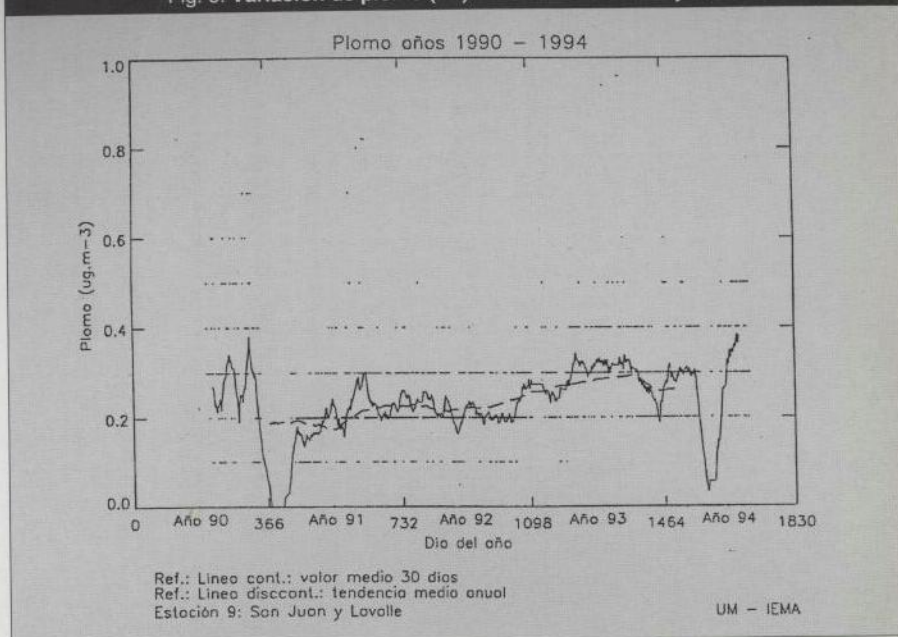
su Director, Ing. Pablo Alonso, y al Servicio Meteorológico Nacional, por la disponibilidad de los datos y por la permanente colaboración con el IEMA.

Finalmente vaya el agradecimiento a los colegas alemanes que contribuyeron al análisis de datos, en especial, al Instituto Umweltforschungszentrum (UFZ) de la ciudad de Leipzig, en la persona de su Director Prof. Dr. Peter Fritz.

Los autores

Los autores pueden contactarse en el Instituto para el Estudio del Medio Ambiente, Universidad de Mendoza, Av. A. Villanueva 773, 5500 Mendoza, Argentina. Tel. (061)-200740, Fax: (061) 392939, e-mail: epuliafi@umdz.edu.ar.

Fig. 6: Variación de plomo (Pb) entre los años 1990 y 1994



LIDER MUNDIAL EN LA INSPECCION DE PESO Y CALIDAD

MORENO 2038
(1094) BUENOS AIRES
REPUBLICA ARGENTINA

TELÉFONOS: 54 (1) 951-8085/952-6728
FAX: 951-2660