

# EVOLUCIÓN DE LOS NIVELES DE INMISIÓN DE CONTAMINACIÓN ATMOSFERICA EN UNA CIUDAD INDUSTRIAL (ALCOY) DESDE 1989 A 2000

## *EVOLUTION ON THE EMISSION LEVELS OF ATMOSPHERIC POLLUTION IN AN INDUSTRIAL CITY (ALCOY, SPAIN) FROM 1989 TO 2000*

P. Varó Galvañ y A. Carratalá Giménez

Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Alicante

### RESUMEN

Este trabajo presenta la evolución de los niveles de contaminantes atmosféricos medidos en la ciudad de Alcoy en las estaciones de la red manual (SO<sub>2</sub> y Humos negros) desde el año 1989 al año 2000 y de las estaciones de la red automática (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y partículas en suspensión totales) desde el año 1995 al año 2000. El análisis de las series de datos permiten detectar el paralelismo de los dos sistemas de medida y la mejora de la calidad del aire, acusado descenso de los niveles de SO<sub>2</sub> y humos negros, registrada por el cambio de combustible a gas natural a partir de 1997. Así mismo, el análisis de los patrones de evolución diaria en las series de las estaciones automáticas junto con las características topográficas permiten interpretar las variaciones de las diferencias espaciales encontradas.

**PALABRAS CLAVE:** calidad del aire, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, Humos negros, partículas en suspensión totales, redes de medida, series temporales.

### INTRODUCCIÓN

El conocimiento de los valores de inmisión en el aire ambiente nos acerca a los de la dosis a la que está expuesta la población posibilitando el estudio de sus efectos en salud. Este hecho ha justificado históricamente el control y la vigilancia de los niveles de inmisión de contaminación atmosférica <sup>1</sup>.

Los efectos relacionados con la exposición a la contaminación atmosférica son diversos. Los más estudiados son aquellos que se producen a corto plazo, es decir, en el periodo de unos pocos días, habitualmente menos de una semana, después de la exposición <sup>2,3</sup>.

### ABSTRACT

This work presents the evolution of the levels of atmospheric contaminants measured in the city of Alcoy (Spain) in the stations of the manual network (SO<sub>2</sub> and Black smokes) from the year 1989 till 2000; as well as in the stations of the automatic network (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> and suspended particles) between the years 1995 and 2000. The analysis of these data series allow to detect the parallel existing between the two measuring systems and the improvement of the air quality: a significant decrease in the levels of SO<sub>2</sub> and Black smokes coinciding with the change from Diesel to natural gas in the heating systems of the region in 1997. At the same time, the analysis of the patterns of daily evolution in the series obtained in the automatic network, together with the topographic characteristics, has allowed to interpret the spatial variations found.

**KEYWORDS:** Air quality, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, Black smokes, total suspended particles, measuring networks, time series.

Aunque los niveles actuales de contaminantes atmosféricos en los países del mundo occidental pueden, en general considerarse moderados, la preocupación acerca de sus posibles efectos en la salud de las personas persiste <sup>4,5</sup>. Por un lado, en los últimos años un número importante de estudios realizados en distintas ciudades ha encontrado que, aunque por debajo de los niveles de calidad del aire considerados como seguros, los incrementos de los niveles de la contaminación atmosférica se asocian con efectos nocivos sobre la salud <sup>6,7</sup>. Por otro lado, aumenta la preocupación sobre los posibles riesgos de agentes para los que no existe una evaluación satisfactoria <sup>8</sup>.

La protección eficaz de los riesgos contra la salud relacionados con la contaminación del aire, es uno de los objetivos fijados por la OMS para el siglo XXI<sup>9</sup>. La contaminación del aire es objeto de atención en el VI Programa de Medio Ambiente de las Comunidades Europeas, destacando como objetivo el conseguir una calidad medioambiental tal que los niveles de contaminación artificiales no den lugar a impactos ni riesgos importantes para la salud humana<sup>10</sup>.

Desde el punto de vista de protección ambiental, sería muy importante desarrollar estrategias intersectoriales con los organismos que planifican y ordenan el territorio, así como los servicios de seguimientos y control de la contaminación atmosférica para el fin de reducir las concentraciones de inmisión de los contaminantes atmosféricos, y proteger de esta forma la salud<sup>11</sup>.

El interés y la preocupación por la calidad del aire parece haber despertado en los países de nuestro entorno socioeconómico y ha llevado a la promulgación de nuevas leyes y a la definición de políticas de salud pública<sup>12</sup> para mejorar la calidad del aire. Así el desarrollo de la directiva 1999/30/CE<sup>13</sup> estable los valores límite para el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, partículas y plomo en el aire ambiente, que se deben cumplir en los Estados miembros de la Unión Europea a partir del 19 de julio de 2001, si bien para ciertos contaminantes se han ampliado los plazos de cumplimiento hasta el año 2005 y 2010.

El objetivo de este estudio es presentar la evolución de los principales contaminantes como son el SO<sub>2</sub> y las partículas en suspensión en la ciudad de Alcoy durante los últimos doce años, así como, poner de manifiesto la utilidad del seguimiento sistemático mediante redes de vigilancia, ya sea manuales o automáticas, a la hora de detectar problemas de contaminación y de reflejar la efectividad las medidas de reducción de emisiones.

### Antecedentes

La vigilancia y control de la contaminación atmosférica comienza a realizarse en la ciudad de Alcoy en 1989, si bien los datos no fueron considerados por la Red Nacional de Vigilancia y Prevención de la Contaminación Atmosférica (RNVPCA) hasta enero de 1990<sup>14</sup>. Las primeras ciudades de la provincia donde se instalaron estaciones de vigilancia para la medida de contaminantes atmosféricos fueron Alcoy y Alicante<sup>15</sup>.

### Características generales

La ciudad de Alcoy se encuentra encajada en el fondo de una hoya que lleva su nombre, rodeada por las sierras de Mariola (1053 m), Barrancones (1255 m) y La Serreta (1051 m). Y atravesada por los ríos Riquel y Molinar. Esta realidad topográfica unida a la meteorología de la zona, es decisiva para las posibilidades de difusión de los contaminantes atmosféricos en el valle de Alcoy.

La extensión del municipio de Alcoy es de 130,6 Km<sup>2</sup>, con una población de 66.244 habitantes lo que la sitúa en el tercera población de la provincia. La población activa según actividades económicas se distribuye 1,6% agricultura, 0,6% energía y agua, 47,9% industria, 6,2% construcción y 43,5% servicios. La actividad industrial se caracteriza por la existencia de industria textil, metalúrgica y papelera.

La ciudad de Alcoy es paso obligado para la comunicación de los municipios que la rodean, algunos de ellos de gran actividad industrial, con la provincia de Valencia y Alicante, por su casco urbano discurre la Nacional 340 que une Alicante y Valencia.

La ordenación urbana actual de Alcoy<sup>16</sup> posibilita la existencia de actividad industrial, principalmente en dos polígonos industriales situados uno al sur (polígono de la Beniata) y otro al norte (polígono Cotes Baixes), si bien todavía persiste actividad industrial en el centro de la ciudad junto al cauce del río Riquel a su paso por el casco urbano. Por todo ello las posibles emisiones de contaminantes debido a actividades industriales, podría decirse que sigue el eje de la Nacional 320 que cruza el casco urbano de sur a norte.

### MATERIALES Y MÉTODOS

La red de control esta compuesta por tres estaciones, una manual y dos automáticas, las características de las mismas están reflejadas en la Tabla 1. Los sensores que componen la red manual son un captador de pequeño volumen, modelo CPV 8D/A de la marca MCV y un captador de partículas, que constituyen una estación clasificada de cuarta categoría, según la RNVPCA<sup>17</sup>. Las dos estaciones automáticas pueden clasificarse como estaciones de segunda categoría, ya que no disponen de parámetros de microclima, utilizando datos meteorológicos promedio de otras estaciones meteorológicas.

#### Ubicación de las estaciones

La red de estaciones de vigilancia se diseñó de forma estratégica<sup>18</sup> atendiendo a criterios sanitarios situando las estaciones en el eje SW-NE de la ciudad, que abarca todo el núcleo urbano de Alcoy. La ubicación de las mismas sobre el plano a escala de la ciudad de Alcoy se representa en la Figura 1.

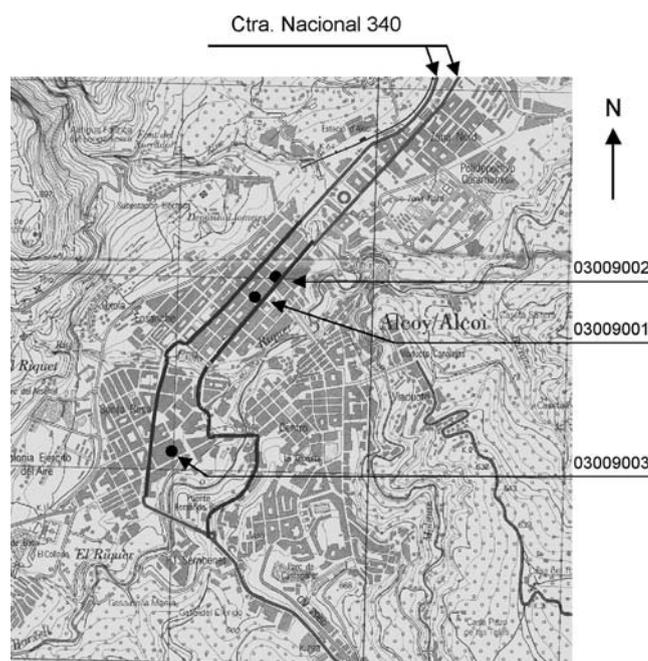


Figura 1. Ubicación de las estaciones de la red de vigilancia de la calidad del aire en la ciudad de Alcoy.

## Periodo de estudio

El periodo de estudio para los datos de calidad del aire que se presentan en este trabajo ha sido de once años tropicales 1989-2000 (de 1 de abril a 31 de marzo) para la estación manual (código 03009001), y de seis años civiles 1995-2000 (de 1 de enero a 31 de diciembre) para las estaciones automáticas. La estación de Rosaleda (código 03009002) se encuentra en una plaza adyacente a la carretera N-340, abierta al polígono industrial localizado a lo largo en el río Riquer a su paso por la ciudad, mientras que la estación de Oliver (código 03009003) se encuentra en una zona ajardinada dentro de las instalaciones del hospital geriátrico Dr. Oliver adyacente a la carretera C-3313 a unos 1100 m de distancia y a una cota 4 m superior a la estación de Rosaleda.

## Métodos de captación y análisis

La metodología seguida en cuanto a la toma de muestras para la estación manual ha sido la establecida en la legislación en vigor<sup>19,20</sup>. Las determinaciones analíticas de humos y SO<sub>2</sub> se realizaron utilizando para ello la técnica del humo normalizado y de la thorina. Las estaciones automáticas proporcionan información sobre los niveles de contaminantes que monitorizan a escala horaria o menor, por lo que de ellas, dependiendo del periodo de integración, se podrá obtener información análoga a las estaciones manuales (evolución diaria, mensual, anual) o de las evoluciones a lo largo del día. Las estaciones automáticas monitorizan dióxido de azufre, partículas totales en suspensión, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, ozono y plomo, las técnicas analíticas utilizadas para estos parámetros aparecen reflejadas en la Tabla 1.

## RESULTADOS

### Estación manual

Los registros disponibles de la estación manual muestran en el periodo 1989 a 2000 una clara tendencia a la disminución para los contaminantes humos negros y SO<sub>2</sub>, en la figura 2 se representa la evolución del percentil 98 (P98), la media aritmética y la mediana (P50) para el parámetro humos negros. Los valores anuales de P98 y P50 no superan los valores límites que establece la normativa actual en vigor<sup>21</sup> para este contaminante. La evolución de los valores anuales P98, P50 y media aritmética para el contaminante SO<sub>2</sub> (Figura 3), muestra que en a principios de los años 90 estos contaminantes estaban comprendidos en el rango de 40 y 60 µg/m<sup>3</sup>N y en los últimos años han pasado a estar en el rango de 0 a 20 µg/m<sup>3</sup>N, no superándose en el periodo de estudio los valores límite de la normativa actual<sup>21</sup>.

### Estaciones automáticas

En la tabla 2 se presentan los niveles de SO<sub>2</sub> (valor medio y percentil 98) en el periodo enero a diciembre registrados en las estaciones automáticas. Dichos valores han sido calculados a partir de los valores medios diarios de forma análoga a la estación manual.

En ella puede verse la evolución desde 1995 al año 2000 en las dos estaciones. En ambas estaciones los tres primeros años presentan valores muy superiores a los de los tres últimos tanto de los valores medios como del P98. El año 1998 presenta valores bajos aunque no tanto como los dos siguientes.

**Tabla 1. Características de las estaciones que componen la red de vigilancia de la calidad del aire de Alcoy**

CARACTERÍSTICAS DE UBICACIÓN			
PARAMETRO	Valor	Valor	Valor
Estación	Manual	Automática	Automática
Código	03009001	03009002	03009003
Nombre	Alcoy	Rosaleda	Hospital Geriátrico
Dirección	Av. Alameda, 41	Pl. de la Constitución, s/n	Av. Dr. Oliver, s/n
Longitud	0° 28' 33" W	0° 28' 32" W	0° 28' 48" W
Latitud	38° 42' 16" N	38° 42' 17" N	38° 41' 45" N
Altitud (m)	562	562	566
Zona	Urbana	Urbana	Urbana
Tipo	Residencial-comercial	Residencial-comercial	Residencial
Tráfico	Moderado	Intenso	Ligero
Distancia a obstáculos (m)	1	2	5
Distancia a vías de tráfico (m)	2	5	10
Fecha de instalación	1990	1992	1992
Altura instalación sensores (m)	3	3.5	3.5
CARACTERÍSTICAS ANALÍTICAS			
SENSORES	Técnica analítica	Técnica analítica	Técnica analítica
SO <sub>2</sub>	Thorina (laboratorio)	Fluorescencia Ultravioleta	Fluorescencia Ultravioleta
HN, PST	HN Reflectometría (lab)	PST Atenuación a la radiación β	PST Atenuación a la radiación β
NO <sub>x</sub>	-	Quimiluminiscencia	Quimiluminiscencia
CO	-	Absorción Infrarroja	Absorción Infrarroja
O <sub>3</sub>	-	Absorción Ultravioleta	Absorción Ultravioleta
Pb	-	Absorción Atómica (labo)	Absorción Atómica (labo)

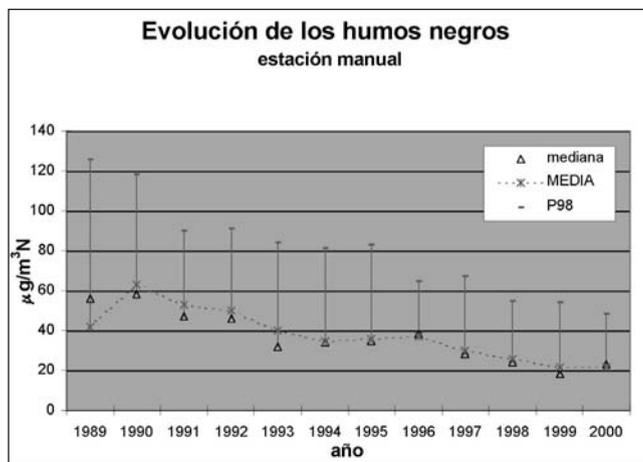


Figura 2: Evolución Humos Negros de la estación manual (periodo 1989-2000).

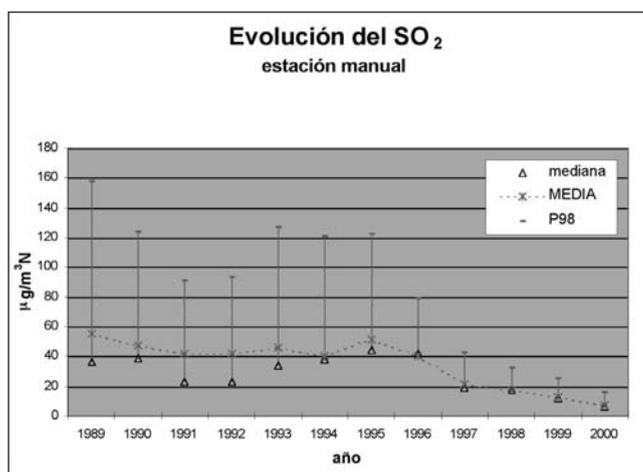
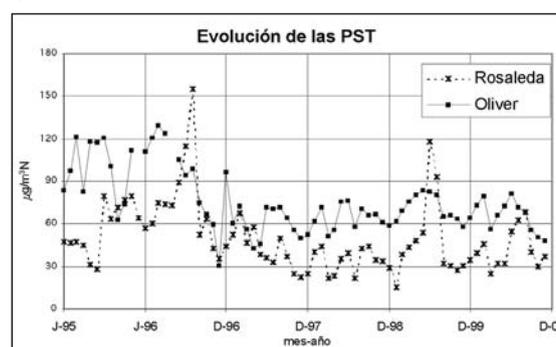
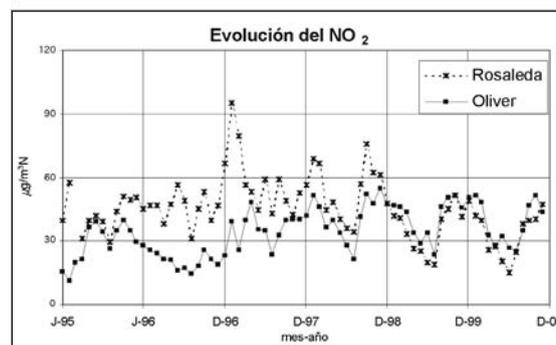
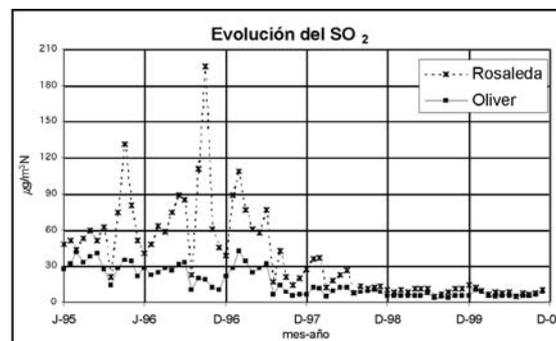


Figura 3: Evolución SO<sub>2</sub> de la estación manual (periodo 1989-2000).

Figura 4: Evolución de los valores mensuales de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y PST desde el año 1995 al 2000.

Tabla 2. Niveles de SO<sub>2</sub> (µg SO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>N) registrados en las estaciones automáticas de Alcoy desde 1995 al año 2000.

ESTACIÓN	ROSALEDA				OLIVER				
	AÑO	N.º días	Valor medio	Mediana	P98	N.º días	Valor medio	Mediana	P98
	1995	254	60.5	48.1	225	318	30.6	26.0	70
	1996	343	73.9	48.4	306	361	22.7	17.3	67
	1997	319	52.1	34.3	171	341	21.4	12.4	73
	1998	356	19.9	13.9	74	356	9.6	8.3	23
	1999	364	9.5	7.6	30	357	5.6	4.5	14
	2000	323	8.7	7.6	21	359	6.5	5.7	17

Existe una diferencia notable entre los valores de las dos estaciones. La estación de Rosaleda es la que presenta los niveles más altos, estando próximo a superar en el año 1996 el valor límite para el P98 (350 µg/m<sup>3</sup>N). Mientras que los niveles registrados en la estación de Oliver son prácticamente la mitad.

En la figura 4, se presenta la evolución anual de los valores mensuales para el SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y Partículas en suspen-

sión totales (PST) desde 1995 al 2000. En el caso del SO<sub>2</sub> se observan los mayores niveles durante los tres primeros años. La evolución paralela de ambas estaciones refuerza la validez de los resultados pese a la diferencia en los niveles entre ambas estaciones. En el caso de NO<sub>2</sub> y PST, se mantiene el mismo patrón en cuanto a los niveles (más elevados durante los tres primeros años) y con respecto al paralelismo entre estaciones la concordancia es más evidente durante los años 1997 a 2000 que en los anteriores.

Durante los años 1995 y 1996, la evolución a lo largo del año se caracteriza por no seguir una pauta clara salvo por los menores niveles registrados durante el mes de Agosto, mes en el que se realiza una parada generalizada de la actividad industrial por las vacaciones de verano. Igualmente resultan curioso la subida de los niveles promedio desde Agosto a Octubre durante estos dos años, lo que podría atribuirse a ritmos de producción.

La evolución a lo largo del año en los años 1998,1999 y 2000 sigue una pauta muy paralela en ambas estaciones y mucho mas definida repitiéndose en los tres periodos. El ciclo, en el caso de  $\text{NO}_2$ , presenta los mayores valores en los meses invernales produciéndose un descenso gradual hasta el mínimo en agosto. Para el  $\text{SO}_2$ , la evolución es similar aunque con menores diferencias entre invierno y verano. En el caso de las partículas no existe un ciclo definido produciéndose además algunos de los valores más elevados durante el verano.

La evolución de los valores horarios de  $\text{SO}_2$  a lo largo del día en el año 1995 y 2000 de las estaciones automáticas (Rosaleda y Oliver) se representa en la figura 5. Si nos

La estación de Oliver, con valores sensiblemente más bajos que Rosaleda, durante 1995, tiene localizados los mayores niveles de  $\text{SO}_2$  en las horas centrales del día. Estos son simultáneos y del mismo orden que los valores mínimos que la estación de Rosaleda. La estación de Oliver que durante el año 1995 presenta un ciclo diario para el  $\text{SO}_2$  muy distinto de la de Rosaleda pasa en el año 2000 a tener un ciclo diario similar al de Rosaleda y con unos niveles menos diferenciados.

### Comparación entre estaciones

La comparación de los datos de las estaciones manuales y automáticas en el periodo de 1995 a 2000 para el  $\text{SO}_2$  (Figura 6a) muestran una disminución considerable en los registros de todas la estaciones, lo que por una parte confirma la tendencia que se venía registrando en los datos de la estación manual, y por otra manifiesta la bondad de los registros de la estación manual.

Las concentraciones media anuales de  $\text{SO}_2$  registrados en las estaciones de Alcoy indican que los niveles en el año 2000 para este contaminante se han reducido a la

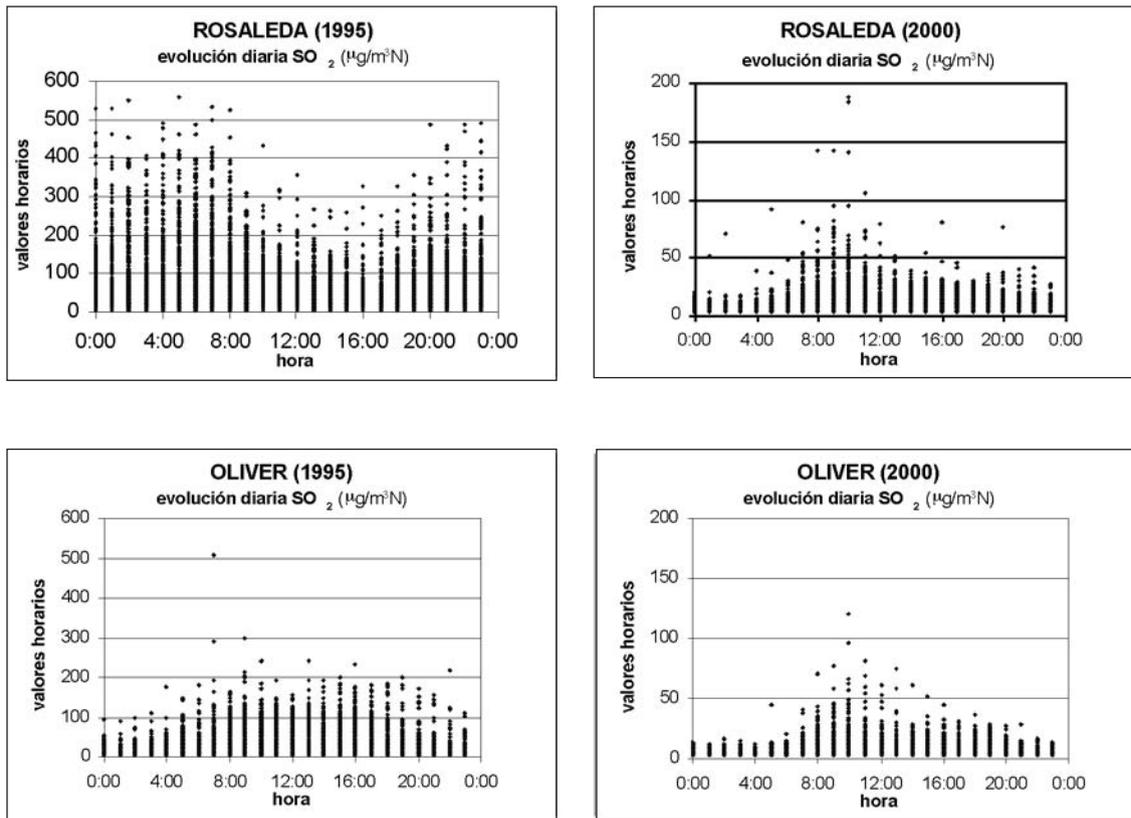


Figura 5: Evolución diaria de los niveles horarios de  $\text{SO}_2$  durante el año 1995 y el año 2000.

fijamos en la estación de Rosaleda, durante 1995 presentaba los mayores valores durante las horas nocturnas con un máximo a las primeras horas de actividad 8-9 mañana (7-8 hora solar) para descender y tomar los valores mínimos en las horas centrales del día. Durante el año 2000 los niveles descienden considerablemente (los nocturnos a más de la quinta parte), sigue habiendo un pico al inicio de la actividad diurna manteniéndose los mayores niveles durante el día y los menores durante la noche.

sexta parte de los registrados en 1995 en las mismas estaciones.

En la Figura 6b se representa la evolución de la media aritmética anual de los humos negros (estación manual) y PST (estaciones automáticas) para las estaciones de la red de la ciudad. Aunque los niveles de HN y PST no son comparables ya que miden distintas fracciones, algunos autores<sup>22</sup> dan la equivalencia de que los HN se correspon-

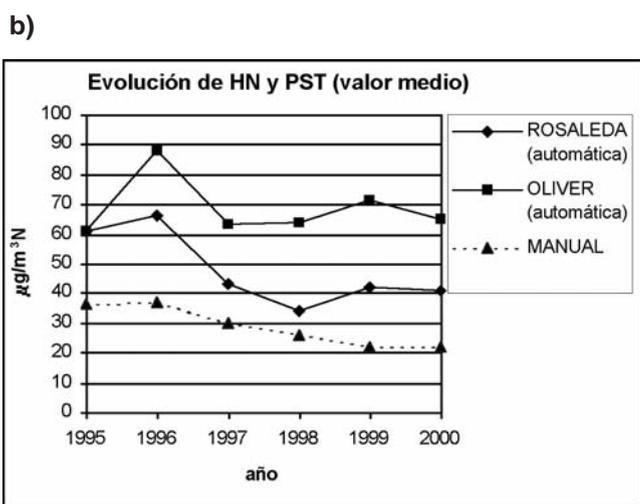
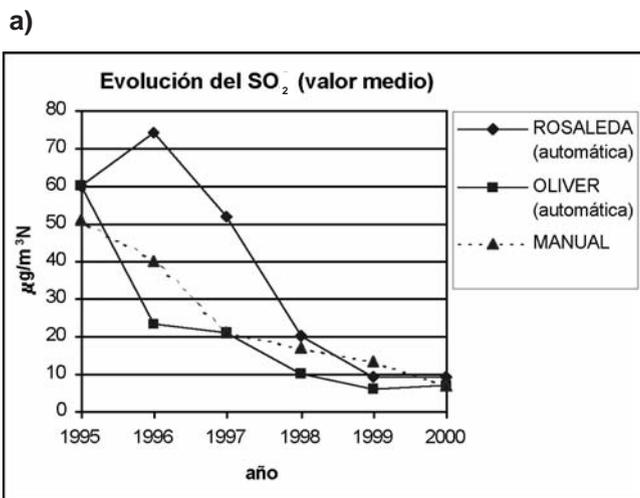


Figura 6: Comparación de las evoluciones de los valores medios anuales para las estaciones manual y automáticas. a) SO<sub>2</sub> b) humos negros (manual) PST (automática).

den con el 55% de las PST. En este trabajo se ha encontrado que los humos negros en la estación manual son el 56% de las PST de la estación automática de Rosaleda que es la que se encuentra más próxima. Comparando únicamente las tendencias se puede observar que para las partículas (HN o PST) no existe una reducción tan acusada como en el SO<sub>2</sub>, y que hay diferencias considerables de unas estaciones a otras. Así la estación manual es la que presenta una tendencia a la reducción de los niveles humos negros más clara, evolucionando desde unos 40 µg/m<sup>3</sup>N a 20 µg/m<sup>3</sup>N en los seis años. La evolución de los niveles de PST de las estaciones de Oliver y Rosaleda (lógicamente superiores a los de HN) no es tan clara como la que presentan los HN en la estación manual. La estación de Rosaleda es la única que realmente registra una reducción apreciable para PST, pasando en 60 µg/m<sup>3</sup>N en el año 1995 a 40 µg/m<sup>3</sup>N en el año 2000.

### DISCUSIÓN

Entre 1989 y 2000, los dos contaminantes para los que se dispone de datos de toda la serie (humos negros y SO<sub>2</sub>) muestran en la estación manual una clara disminución en sus concentraciones (alrededor de un 65%). El

descenso comienza en 1997 y de forma más acusado se observa a partir de la puesta en funcionamiento de la red de gas natural en las industrias en el año 1998, con la reducción de emisiones debido a la actividad industrial.

Los niveles de humos negros y SO<sub>2</sub> han disminuido considerablemente respecto a la situación de partida, así en 1991<sup>23</sup>, los valores estadísticos más elevados de la contaminación de SO<sub>2</sub> y humos negros en la provincia de Alicante correspondían a Alcoy.

Los niveles de SO<sub>2</sub> registrados en las estaciones automáticas de Alcoy comparadas con otras estaciones de la Comunidad Valenciana<sup>24</sup> en el año 1996 (Tabla 3) mues-

Tabla 3. Valores promedios y del P98 en estaciones con valores altos de la red de la Comunidad Valenciana para el año 1996.

ESTACIÓN	PROVINCIA	TIPO	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> N)	
			valor medio	P98
Corachar	Castellón	Rural	19	80
Linares	Valencia	Urbana	29	51
Gran Vía	Valencia	Urbana	21	44
Renfe	Alicante	Urbana	19	57

tran que los niveles de SO<sub>2</sub> de la estación de Oliver son los típicos de una estación en una zona de contaminación fuertemente urbana como son los de Linares y Gran Vía (Valencia) o Renfe (Alicante). La estación de Rosaleda presenta durante el año 1996 los valores más altos de la Comunidad Valenciana tanto del valor medio como de P98 muy superiores a los de las estaciones del norte de Castellón (Corachar) que se encuentran intermitentemente afectadas por una potente fuente de SO<sub>2</sub> (Central Térmica). En Corachar aunque el P98 alcanzado es alto los valores medios anuales son muy bajos indicando los niveles altos no se mantienen durante mucho tiempo mientras que en Rosaleda los valores altos son persistentes conduciendo a un promedio anual alto.

La evolución de los valores medios mensuales de SO<sub>2</sub> y PST en las estaciones automáticas pone de manifiesto un cambio claro en el tipo de fuente desde 1995 y 1996 a 1998-2000, siendo el año 1997 un año de tránsito donde por la evolución de los niveles de SO<sub>2</sub> podría decirse que a partir de Agosto gran parte de las emisiones de las industrias han sido reducidas y al siguiente año (Agosto 1998) han quedado reducidas las propias de la actividad urbana, fundamentalmente transporte. En el caso de las PST el número de fuentes es más amplio que el correspondiente a los humos negros. Las primeras incluyen a las fuentes naturales y éstas pueden ser tanto de ámbito local como de transporte a larga distancia, mientras que los humos negros incluyen partículas procedentes de combustión. Por ello la evolución típica de las PST de una estación del área Mediterránea se invierte encontrándose los mayores niveles en verano coincidiendo con la mayor frecuencia de intrusiones saharianas y mayor aridez del suelo<sup>25</sup>. La relevancia de las partículas naturales en las PST podría ser también la causa de que no se aprecie tan claramente en ellas como en el caso de los HN la disminución de los niveles entre 1995 a 2000 con la reducción de las emisiones.

Otra forma en la que se pone de manifiesto el cambio en las emisiones, así como la relevancia que la topografía y meteorología tienen en la variabilidad espacial de las inmisiones se muestra en la evolución de los niveles diarios de  $\text{SO}_2$  (Figura 5). La evolución de los niveles a lo largo del día es debida a variaciones en las emisiones y a las variaciones en las condiciones dispersivas. La estación de Rosaleda es la que se encuentra más próxima al polígono industrial y más encajada en el cauce del río Riquer mientras que la estación de Oliver se encuentra en una cota más elevada aguas arriba del mismo. Así mismo entre ambas estaciones se encuentra el cauce del río Uxola. La diferencia entre los ciclos diarios y los niveles en el año 1995 se explicaría por la mayor proximidad al polígono industrial y mayor encajonamiento de la estación de Rosaleda que registra los mayores niveles durante las horas de mayor estabilidad atmosférica. Durante estas horas el transporte de contaminantes desde en sentido ascendente del río está inhibido y no llega a alcanzar a la estación de Oliver. Con el calentamiento diurno inicia el movimiento de la masa de aire y el transporte y dilución de los contaminantes en sentido ascendente del cauce de los ríos quedando registrado el incremento de los niveles de inmisión en la estación de Oliver. El inicio de flujo de drenaje, en sentido descendente del cauce del río (durante la noche) produce la limpieza en las cotas más altas y su acumulación en las bajas.

Estos procesos dispersivos (estancamiento / transporte de contaminantes) continúan ocurriendo en el año 2000, sin embargo la desaparición de la fuente local de fuertes emisiones hace que los ciclos diarios de ambas estaciones se igualen quedando dominados por las emisiones dispersas propias del tráfico y la actividad urbana.

Los datos disponibles presenta la posibilidad de poder servir de base para estudios que permitan valorar el impacto real en la salud de la contaminación atmosférica<sup>6,26,27</sup>.

Respecto a la ubicación de las estaciones existentes, y dado que las estaciones automáticas y manual reflejan la misma tendencia en cuanto a los contaminantes que se han podido comparar, como son humos negros y  $\text{SO}_2$ , no parece tener actualmente sentido la ubicación de la estación manual en la Av. Alameda (03009001) a escasos 200 metros de la estación automática de La Rosaleda (03009002). En base a disponer de una red que permita la mayor cobertura poblacional de la ciudad, sería aconsejable el disponer de una estación de medida en la zona norte de la ciudad, con lo que se podría disponer de datos sobre la contaminación debidos por una parte el tráfico motivado por la N-320, así como a las emisiones de polígono industrial Cotes Baixes existente en la inmediaciones de esta zona.

La orografía de la ciudad parece aconsejar el disponer de al menos de alguna estación de primera categoría, por lo resultaría de utilidad la dotación de alguna de las estaciones automáticas existentes con los dispositivos para la medida de los parámetros meteorológicos necesarios.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores manifiestan su agradecimiento a la Generalitat Valenciana por el mantenimiento y la gestión de las redes de Calidad del aire manual y automática de la Gene-

ralitat Valenciana, al Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo por su labor de validación de los datos de las estaciones automáticas y asesoramiento en la presentación e interpretación de resultados. Así como al Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Alicante, donde ha sido elaborado este trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Aránguez, A.; Ordóñez, J.; Serano, J.; Aragonés, N.; Fernández-Patié, R.; Gandarillas, A., et al. *Rev Esp Salud Pub* 1999; 73:123-132.
2. Katsouyanni, K.; Schwartz, J.; Spix, C.; Touloumi, G.; Zmirou, D.; Zanobetti, A.; Wojtyniak, B.; Vonk, J.; Tobias, A.; Ponka, A., et al. Short term effects of air pollution health: a European approach using epidemiologic time series data: the APEA protocol. *J Epidemiol Commun Health* 1996;50 Suppl 1:12-18.
3. Roemer, W.; Hoek, G.; Brunekreef, B.; Schouten, J.; Baldani, G.; Clench-Ass, K.; Englert, N.; Fischer, P.; Forsberg, B.; Halusszka, J., et al. Effect of short-term changes in urban air pollution on the respiratory health of children with chronic respiratory symptoms – The PEACE project: Introduction. *Eur Respir Rev* 1998;8(52)4-11.
4. Pope, C.; Kaner, R. Acute Effects of PM10 Pollution on Pulmonary Function of Smokers with Mild to Moderate Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Am Rev Respir Dis* 1993; 147:1336-40.
5. Touloumi, G.; Samoli, E.; Katsouyanni, K. Daily mortality and "winter type" air pollution in Athens, Greece: a time series analysis within the APHEA project. *J Epidemiol Community Health* 1996;50 Suppl 1:47-51.
6. Ballester, F.; Corella, D.; Pérez-Hoyos, S.; Hervás, A. Air pollution and mortality in Valencia, Spain: a study the APEA methodology. *J Epidemiol Community Health* 1996; 50:527-33.
7. Ballester, F.; Sáez, M.; Alonso, M.; Taracido, M.; Ordóñez, J.; Aguinaga, I., et al. El proyecto EMECAM: Estudio multicéntrico sobre la relación entre la contaminación atmosférica y la mortalidad. *Rev Esp Salud Pub* 1999;73:165-175.
8. A Committee of the Environmental and Occupational Health Assembly of the American Thoracic Society. Health effects of outdoor air pollution (Part 1). *Am J Respir Crit Care Med* 1996;153:3-50.
9. World Health Organization. Health 21. The Health for all policy for the WHO Europea Region-21 Targets for the 21<sup>st</sup> Century. Copenhagen: WHO, 1998.
10. Comunidades Europeas. Medio ambiente 2010: El futuro está en nuestras manos. Programa de Acción Comunitaria Europea en materia de Medio Ambiente. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas; 2001.
11. Ministerio de Sanidad y Consumo. Carta europea sobre medio ambiente y salud. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo; 1990.
12. Programa de acción comunitaria sobre vigilancia de la salud en el marco de la acción en el ámbito de la salud pública (1997-2001). DO. número L193, de 22 de julio de 1997.
13. Directiva 1999/30/CE, de 22 de abril de 1999, relativa a los valores límite de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, partículas y plomo en el aire ambiente. DO. número L163, de 29 de junio de 1999.
14. Ministerio de Obras Públicas Transporte y Medio Ambiente. Estaciones y redes de vigilancia de la contaminación atmosférica en España. Descripción técnica y gráfica. Madrid: MOPTMA; 1993.
15. Varó P, Gutiérrez A, Campos F, Espí M. Niveles de inmisión de dióxido de azufre, humos negros y partículas sedimentables en la ciudad de Alcoy (1989-95). *Técnicas de Laboratorio* 1995; 207:762-769.
16. Plan General de Ordenación Urbana de Alcoy. Boletín Oficial Provincia de Alicante núm. 212, de 14 de septiembre de 1989.
17. Ministerio de Sanidad y Consumo. Red de vigilancia y prevención de la contaminación atmosférica. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo; 1988.

18. Meliá, J.; Segura, D. Diseño de una red automática de control y vigilancia de la contaminación atmosférica en la provincia de Alicante. Valencia: Consellería de Medio Ambiente y Universidad de Valencia; 1991.
19. Ministerio de Sanidad y Consumo. Contaminación atmosférica. Métodos analíticos. Volumen I. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo; 1988.
20. Orden Ministerial de 22 de marzo de 1990, por la que se modifica la Orden de 10 de agosto de 1976, respecto al método de referencia para humo normalizado. BOE núm. 79, de 29 de marzo de 1990.
21. Real Decreto 1321/1992, de 30 de octubre, por el que se modifica parcialmente el RD 1613/1992, de 1 de agosto, y se establecen nuevas normas de calidad del aire en lo referente a contaminación por dióxido de azufre y partículas. BOE núm. 289, de 2 de diciembre de 1992.
22. DocKery, D.; Pope, C. Acute respiratory effects of particulate air pollution. *Annu Rev Public Health* 1994; 15:107-32.
23. Ministerio de Obras Públicas Transporte y Medio Ambiente. Calidad del aire en España 1991. Madrid: MOPTMA; 1995.
24. Carratalá, A.; Mantilla, M.; Dieguez, J.J., y Millán, M. La calidad del aire en la Comunidad Valenciana. Informe anual 1996, CEAM 97/10. Valencia: Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo; 1997.
25. Querol, X.; Alastuey, A.; López-Soler, A.; Plana, F.; Puigercus, J. A.; Ruiz, C. R.; Mantilla, E., y Juan R. Seasonal evolution of atmospheric suspended particles around a coal-fired power station: Chemical Characterization. *Atmospheric Environment*, 1998; 32, 4, 719-731.
26. Sunyer, J.; Castellsagué, J.; Tobías, A.; Antó, J. M. Air pollution and mortality in Barcelona. *L Epidemiol Community Health* 1996; 50(Sup I):76-80.
27. Guillén, J.; Guillen, F.; Medrano, J.; García-Marcos, L.; Alguinaga, I.; Ñiguez, J. Afluencia inusual por asma y enfermedad pulmonar crónica en urgencias hospitalarias y contaminación por SO<sub>2</sub> en Cartagena. *Rev Esp Salud Pública* 1995; 69:305-14.