

# Evaluación de episodios de alta contaminación por particulado en el clúster cerámico de Castellón. Propuesta de índices de calidad de PM10, AS, Cd, Ni y Pb

Vicente A.B., Sanfeliu T, Pardo P., Jordán M.M., Blanco D.  
Unidad de Mineralogía Aplicada y Ambiental. Universitat Jaume I. Email: avicente@camn.uji.es

## INTRODUCCIÓN

El control del material particulado atmosférico es un desafío al cual se enfrenta la Unión Europea (UE) y dentro de ella España. En este trabajo se describe la evaluación de la calidad del aire en cuanto a los niveles de partículas atmosféricas en suspensión (PM10) y de los elementos que contiene (Pb, As, Cd y Ni), de acuerdo a la legislación de la UE durante un periodo de 5 años. Se ha escogido como área de estudio una zona de la costa Este española fuertemente industrializada en la provincia de Castellón. Esta provincia es una zona estratégica dentro de la UE en el control de la contaminación ambiental. Aproximadamente el 80% de la fabricación europea de azulejos cerámicos y de las materias primas necesarias para dicha fabricación, están concentradas en dos áreas, formando el llamado "Clúster Cerámico", una está en Módena (Italia) y la otra en Castellón. En este tipo de zonas industrializadas hay una gran cantidad de contaminantes en el aire procedentes de este sector industrial. Este hecho lleva a que sea difícil el cumplimiento de los límites establecidos por la UE. Así se ve necesario la caracterización y el control de la calidad del aire en estas zonas.

Concretamente la estación de muestreo se situó al Sureste del Municipio de Vila-real, a 46m sobre el nivel del mar. El área de estudio presenta un medioambiente complejo, con pocas precipitaciones, suelos con poca cobertura vegetal y frecuentes intrusiones de material particulado del Sahara (Rodríguez et al., 2002). Existe en la zona un sistema de local de brisas dadas las características geográficas y la proximidad al mar. Estos vientos periódicos tierra-mar que han sido estudiados ampliamente por varios autores (Martín et al., 1991; Boix et al., 1995; Millán et al., 2001; Sanfeliu et al., 2002), gobiernan el microclima de esta área y tiene como resultado un efecto suavizante de las temperaturas. Debido a este sistema de brisas, la concentración de los contaminantes en el aire pueden verse afectados por las emisiones de fuentes ubicada fuera (central térmica, refinería y empresas químicas al NE) del municipio de Vila-real siguiendo un patrón diario (Fig. 1).



Figura 1: Mapa de situación de los focos de emisión

## METODOLOGÍA

### Condiciones de muestreo

- Localización:UTM X746,543 Y4,424,906
- Norma:EN-UNE 2341:1999
- 24 horas a 2.3 m<sup>3</sup>/h



Figura 2: Equipo de muestreo de particulado PM10

### Análisis Gravimétrico: Norma EN-UNE 12341:1999



Figura 3: Cámara de pesada

Figura 4: Filtros dentro de la cámara

Figura 5: Balanza analítica dentro de la cámara

### Análisis Químico: Técnica:ICP-MS. Equipo: Agilent Modelo 7500CX Preparación de la muestra digestión ácida según Kubilay y Saydam, 1995 y Querol et al., 2000.

## RESULTADOS

### Evaluación de la calidad del aire

#### PM10

Valor límite PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	2001	2002	2003	2004	2005	
30 no debe ser excedido más de 35 veces en un año	87	70	70	77	94	
24 horas	superaciones	superaciones	superaciones	superaciones	superaciones	
Valor límite anual	40,0	52,0	51,0	47,2	46,3	52,3

Porcentaje superación límite PM10 (µg/m <sup>3</sup> ) n=365 días	2001 n=184	2002 n=150	2003 n=178	2004 n=194	2005 n=181	
	9,6%	47,3%	46,7%	39,9%	39,7%	51,9%

#### Pb, As, Cd, Ni

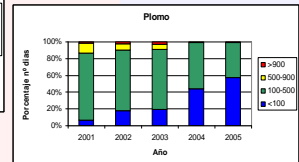
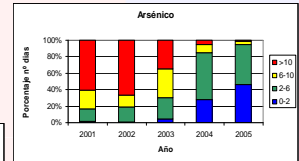
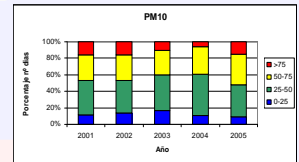
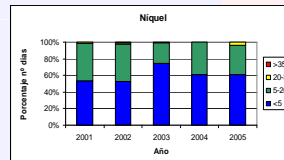
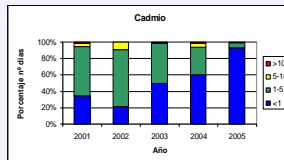
Contaminante	Valor límite <sup>(1)</sup> (ng/m <sup>3</sup> )	2001	2002	2003	2004	2005
Plomo	500	300	300	200	100	100
Arsénico	6,0	16,0	15,0	9,8	4,0	2,5
Cadmio	5,0	1,8	2,4	2,2	2,0	0,4
Níquel	20,0	6,1	5,6	3,9	4,9	5,3

#### PM10

Rango PM10 µg/m <sup>3</sup>	Calidad	Contaminación	Color asociado
0-25	Excelente	Muy Baja	Verde
25-50	Buena	Baja	Amarillo
50-75	Mejorable	Elevada	Naranja
>75	Deficiente	Muy elevada	Rojo

#### Pb, As, Cd, Ni

As ng/m <sup>3</sup>	Cd ng/m <sup>3</sup>	Ni ng/m <sup>3</sup>	Pb µg/m <sup>3</sup>	Calidad	Contaminación	Color
0-2	0-1	0-5	0,0-0,1	Excelente	Muy Baja	Verde
2-6	1-5	5-20	0,1-0,5	Buena	Baja	Amarillo
6-10	5-10	20-35	0,5-0,9	Mejorable	Elevada	Naranja
>10	>10	>35	>0,9	Deficiente	Muy elevada	Rojo



## Plan de saneamiento atmosférico

### Medidas correctoras fuentes móviles

De carácter general	De carácter específico	De carácter territorial
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Restringir la utilización del vehículo privado y utilización de servicios públicos.</li> <li>- Restringir la utilización del vehículo privado e incentivar la utilización de servicios públicos.</li> <li>- Limitar el número de vehículos en tránsito por el área.</li> <li>- Recomendaciones de inicio de viajes en determinadas horas.</li> <li>- Recomendaciones o imposición de un número mínimo de viajeros por vehículo.</li> <li>- Medidas tendentes a la reducción en un 50% del número de vehículos privados (matrículas pares - impares, etc.).</li> <li>- Modificación de horarios de oficina o de la actividad laboral.</li> <li>- Informar respecto a la situación atmosférica y medidas adoptadas que afecten a la movilidad ciudadana.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control de las emisiones de vehículos y actuación sobre los especialmente contaminantes.</li> <li>- Establecimiento de convenios y acuerdos con empresas de transporte de mercancías.</li> <li>- Establecimiento de convenios y acuerdos con empresas de transporte público y empresas concesionarias de aparcamientos.</li> <li>- Inmovilización y retirada de vehículos.</li> <li>- Control estricto de prohibiciones de estacionamiento y ciertos casos de indisciplina vial.</li> <li>- Prohibición de estacionamiento en zonas no autorizadas.</li> <li>- Limitación de plazas de aparcamiento.</li> <li>- Limitación o incremento de velocidades de plazas de aparcamiento.</li> <li>- Limitación o incremento de velocidad de determinados viales.</li> <li>- Restricción a ciertos tipos de vehículos.</li> <li>- Fomentar la inspección técnica de vehículos (ITV) de carácter medioambiental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desviación tipológica de vehículos para no acceder a ciertas zonas especialmente contaminadas.</li> <li>- Aplicación de planes semaforicos específicos para modificar el acceso y la salida de vehículos de ciertas zonas contaminadas.</li> <li>- Redistribución de líneas de transporte público.</li> <li>- Subvención de servicios públicos de transporte fomentando su uso.</li> <li>- Reducción de la capacidad de algunos cruces viales.</li> <li>- Aumentar las zonas peatonales y fomentar la marcha a pie por el interior de las ciudades.</li> </ul>

### Medidas correctoras fuentes fijas

De carácter general	De carácter específico: Manipulación materias primas	De carácter específico: fabricación productos cerámicos
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Limitación en la utilización de ciertos combustibles, eliminación de combustibles no contaminantes.</li> <li>-Modificación de la actividad de ciertos procesos de producción buscando la viabilidad de aquellos que deriven en procesos más limpios.</li> <li>-Establecer protocolos y convenios con los sectores industriales con focos potencialmente contaminantes, para que adopten las medidas correctoras pertinentes en cada caso.</li> <li>-Introducción de instrumentos fiscales que graven tanto la contaminación producida por las empresas como el uso intensivo de la energía, con un sistema que revierta en la mejora de la eficacia ambiental y energética.</li> <li>-Regular la concentración territorial de actividades potencialmente contaminantes, teniendo en cuenta la capacidad de acogida de polígonos industriales. Favorecer el crecimiento de las zonas industriales en dirección contraria al crecimiento del área urbana. Así se aconseja un crecimiento del área industrial de Vila-real hacia el W respecto al núcleo de población.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Limitación, modificación y/o alternancia de horarios de carga y descarga en toda el área.</li> <li>-Riego de las materias primas arcillosas en los camiones cuba donde son transportadas, o de cualquier material granular.</li> <li>-Limpiar ruedas de camiones y bajos de los camiones una vez han finalizado las operaciones de carga y descarga de las materias primas.</li> <li>-Riego de las eras de las arcillas almacenadas al aire libre sobre todo durante las horas de radiación diurna de 8:00 a 19:00 de la tarde cuando se producen los vientos de mayor intensidad.</li> <li>-Humectar las zonas de tránsito de los acopios de material al aire libre.</li> <li>-Limitar la altura de los acopios con el fin de poder controlar de una manera más fácil las emisiones de polvo.</li> <li>-Creación de vallas de vegetación arbórea al aire libre en los lugares de trasiego materias primas con la orientación adecuada en función de las direcciones de viento predominantes de la localidad. En general la dirección de viento con mayor concurrencia durante el ciclo diurno de radiación de 7:00 a 18:00 es de S.E.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Utilización de sistemas neumáticos para el transporte de las materias primas en los diferentes procesos que lo requieran.</li> <li>-Instalación de tomas de aspiración en aquellos puntos de los diferentes procesos donde se puedan generar emisiones de polvo al ambiente.</li> <li>-Mantener limpio el suelo de la planta para evitar el levantamiento de polvo ambiental.</li> <li>-Asegurar, en la etapa de secado de la pieza, un buen capillado de la misma con el fin de evitar el arrastre y posterior emisión de partículas por chimenea.</li> <li>-Asegurar una buena aspiración de las piezas a la entrada del horno con el fin de reducir las partículas vertidas por chimenea.</li> <li>-Depuración de los gases a la salida de chimenea.</li> <li>-Medidas en continuo de los niveles de emisión de los diferentes contaminantes vertidos a la atmósfera en cada foco.</li> <li>-Favorecer y fomentar el uso de combustibles limpios y materia prima exentas de compuestos tóxicos.</li> </ul>

## CONCLUSIONES

En este trabajo se ha realizado una evaluación de la calidad del aire según el contaminante PM10 y su contenido en As, Cd, Ni y Pb en área fuertemente industrializada de acuerdo a la legislación europea.

Se han establecido índices diarios de calidad del aire según cada contaminante estudiado que tienen como base poder establecer un criterio que sirva como herramienta útil para comprender de una manera más fácil y clara la calidad del aire que se respira en el área de control. Además, también sirven como un método directo para que la población sepa si los niveles de concentración de los contaminantes son perjudiciales o no para su salud.

Se propone un Plan de calidad del aire con el fin de mejorar la contaminación en el área de estudio. Dentro de este Plan se han establecido medidas correctoras de carácter general y específico para las principales fuentes de contaminación.

La metodología que se ha llevado a cabo en este trabajo es una herramienta útil para desarrollar futuros Planes de calidad del aire en otras zonas fuertemente industrializadas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Boix A., Company V., Jordán M.M., Sanfeliu T., 1995. Vectorial model to study the local breeze regimen and its relationship with SO2 and particle matter concentrations in the urban area of Castellón, Spain. The Science of the Total Environment 172:1-15.
- Martín M.; Plazas J.; Andrés M.D.; Bezares J.C.; Millán M.M., 1991. Comparative study of seasonal air pollutant behaviour in a Mediterranean coastal site: Castellón (Spain) Atmospheric Environment 25A, 1523-1535.
- Millán M.M.; Artiñano B.; Alonso L.; Navazo M.; Castro M., 2001. The effect of meso-scale flows on regional and long-range atmospheric transport in the western Mediterranean area Atmospheric Environment 25A(5/6), 946-963.
- Querol, X., Alastuey, A., López-Soler, A., Plana, F., 2000. Levels and chemistry of atmospheric particulates induced by spill of heavy metal mining wastes in the Doñana area Southwest, Spain. Atmospheric Environment 34, 239-253.
- Sanfeliu T., Jordán M.M., Gómez E.T., Álvarez C., Montero M.A., 2002. Distribution of the atmospheric emissions of Spanish ceramics industries. Environmental Geology 41, 601-607.

## AGRADECIMIENTOS

El proyecto de investigación que ha dado lugar a este trabajo ha sido financiado por la Concejalía de Medio Ambiente del Excmo. Ayuntamiento de Vila-real. Además, los autores quieren dar las gracias de los Servicios Centrales de Instrumentación Científica de la Universidad Jaume I de Castellón por su colaboración.