

Plan de Mejora de la Calidad del Aire de la Zona ES1003: Mijares-Penyagolosa (A. Costera) y Aglomeración ES1015: Castelló

Zona cerámica de Castellón



“PLAN DE MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE DE LA ZONA ES 1003: MIJARES – PENYAGOLOSA (A. COSTERA) Y AGLOMERACIÓN ES 1015: CASTELLÓ”

Zona cerámica de Castellón.

**Instituto de Ciencias de la Tierra ‘Jaume Almera’, CSIC
Instituto de Tecnología Cerámica, Universitat Jaume I
Fundación Centro de Estudios Ambientales del
Mediterráneo
Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i
Habitatge, Generalitat Valenciana**



Diciembre de 2008

COMISIÓN DE ELABORACIÓN

- D. Andrés Alastuey Urós. Doctor en C^{cas}. Geológicas (esp. en Geoquímica).⁴
- D. Carlos Felis Daudi. Licenciado en Medicina y Cirugía (esp. en Salud Comunitaria)¹
- D. Fco. Javier Gonzalez Vidal. Ingeniero Industrial. ¹
- D. Enrique Mantilla Iglesias. Licenciado en C^{cas} Físicas. (esp. En Física del Aire)²
- D. Millán Millán Muñoz. Doctor Ingeniero Industrial. ²
- D^a. M^a Cruz Minguillón Bengochea. Doctor Ingeniero Químico.^{3 4}
- D. José V. Miró Bayarri. Licenciado en C^{cas}. Químicas.(esp. en Química Industrial)¹
- D. Eliseo Monfort Gimeno. Doctor en C^{cas}. Químicas. (esp. en Química Industrial)³
- D. Xavier Querol Carceller. Doctor en C^{cas}. Geológicas (esp. en Geoquímica).⁴
- D^a. Rosa Salvador Polo. Doctor en C^{cas} Físicas. (esp. En Física del Aire)²
- D^a. M^a Mercedes Tomás Tomás. Licenciada en C^{cas}. Biológicas.⁵

COORDINACIÓN Y SUPERVISIÓN:

- D. José V. Miró Bayarri. Jefe de Servicio de Protección del Ambiente Atmosférico ¹

DIRECCIÓN:

- D. Jorge Lamparero Lázaro. Director General para el Cambio Climático ¹

1. Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda. Generalitat Valenciana.

2. Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo.

3. Instituto de Tecnología Cerámica de la Universitat Jaume I.

4. Instituto de Ciencias de la Tierra Jaume Almera (CSIC).

5. Valenciana de Aprovechamiento Energético de Residuos S.A.

ÍNDICE

1. CONTEXTO DE LA PROPUESTA.....	5
2. LA ZONA CERÁMICA.....	8
2.1 OROGRAFÍA Y POBLACIÓN.....	8
2.2 ACTIVIDADES POTENCIALMENTE CONTAMINANTES	10
3. DINÁMICA ATMOSFÉRICA	12
3.1. INTRODUCCIÓN	12
3.1.1. Contexto general. Dinámica atmosférica en la cuenca mediterránea.....	12
3.1.2. Factores meteorológicos que condicionan la dinámica de los contaminantes	13
3.1.3. Distribución de contaminantes en la Comunidad Valenciana	16
3.1.4. Modelo conceptual de la dinámica de contaminantes en la Comunidad Valenciana	18
3.1.5. Consideraciones para la modelización de la dinámica de contaminantes.....	22
3.2. BASE EXPERIMENTAL.....	23
3.2.1. Medidas en superficie. Ciclos estacionales.....	27
3.2.2. Medidas en superficie. Ciclos diarios	29
3.2.3. Estructura tridimensional de los ciclos diarios	38
3.2.4. Procesos de subsidencia.....	42
3.3. CONCLUSIONES	43
4. LAS EMISIONES ATMOSFÉRICAS.....	45
4.1. PROCESO CERÁMICO Y EMISIONES ASOCIADAS	45
4.1.1. Fabricación de baldosas.....	45
4.1.2. Fabricación de fritas, esmaltes y pigmentos cerámicos.....	47
4.1.3. Emisiones generadas en la fabricación de baldosas y productos afines.....	49
4.1.4. Cuantificación y características de las emisiones cerámicas.....	50
4.2. ACTIVIDADES NO CERÁMICAS POTENCIALMENTE CONTAMINANTES	55
4.2.1. Tráfico rodado.....	55
4.2.2. Generación eléctrica térmica	57
4.2.3. Refinería	58
4.2.4. Planta química (producción de caprolactama)	59
4.2.5. Actividades agrícolas.....	60
4.2.6. Otras actividades	62
4.3. RESUMEN DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO	63
5. MARCO NORMATIVO.....	65
5.1. INTRODUCCIÓN AL MARCO NORMATIVO	65
5.2. MARCO NORMATIVO DE PROTECCIÓN DEL AMBIENTE ATMOSFÉRICO	73
5.3. MARCO NORMATIVO RELATIVO A LA GESTIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE	77
5.4. MARCO NORMATIVO RELATIVO A LAS EMISIONES INDUSTRIALES.....	84
5.5. ACUERDOS VOLUNTARIOS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES.....	91
5.6. MARCO NORMATIVO EN EMISIONES DEBIDAS AL TRANSPORTE	92
6. CALIDAD DEL AIRE EN LA ZONA CERÁMICA.....	95
6.1. REVISIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AIRE	96
6.1.1. Dióxido de azufre (SO ₂).....	96
6.1.2. Óxidos de nitrógeno (NO _x).....	98
6.1.3. Monóxido de carbono (CO)	99
6.1.4. Partículas en suspensión de diámetro inferior a 10 y 2.5 micras (PM ₁₀ y PM _{2.5})	100

6.1.5.	Arsénico, Cadmio, Níquel y Plomo (As, Cd, Ni y Pb)	102
6.1.6.	Ozono (O ₃)	103
6.2.	PARÁMETROS CRÍTICOS	105
6.2.1.	PM ₁₀ y PM _{2.5}	109
6.2.2.	Metales	130
6.2.3.	NO _x	147
6.2.4.	O ₃	150
7.	PROGRAMA DE ACCIÓN	156
7.1.	INTRODUCCIÓN A LAS MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES	156
7.2.	MEDIDAS EN ACTIVIDADES DE FABRICACIÓN DE GRÁNULO ATOMIZADO Y BALDOSAS CERÁMICAS (B)	157
7.2.1.	Actuación B.1: emisiones difusas de partículas en el sector de baldosas cerámicas	158
7.2.2.	Actuación B.2: emisiones canalizadas de focos fríos en el sector de baldosas cerámicas	164
7.2.3.	Actuación B.3: emisiones canalizadas de focos de combustión en el sector de baldosas cerámicas	168
7.3.	MEDIDAS EN ACTIVIDADES DE FABRICACIÓN DE FRITAS, ESMALTES Y PIGMENTOS CERÁMICOS (F)	175
7.3.1.	Actuación F.1: emisiones de focos canalizados a temperatura ambiente en el sector de fritas, esmaltes y pigmentos	176
7.3.2.	Actuación F.2: emisiones de focos canalizados de combustión o calientes en el sector de fritas, esmaltes y pigmentos	179
7.4.	MEDIDAS EN ACTIVIDADES NO CERÁMICAS (N)	185
7.4.1.	Central térmica	185
7.4.2.	Refinería	186
7.4.3.	Planta de fabricación de caprolactama y sulfato amónico	189
7.4.4.	Tráfico rodado	191
7.4.5.	Actividades de gestión de materias primas pulverulentas (incluido su transporte por carretera), minería de arcillas, extracción y procesamiento de áridos, construcción y demolición	193
7.4.6.	Agricultura. Quema de biomasa	197
7.4.7.	Sector residencial y servicios	198
7.4.8.	Sector transporte	198
7.4.9.	Resumen de medidas propuestas, reducción de emisión prevista e inversiones pendientes	204
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	207
8.1	SOBRE EL CONTROL DE LA CALIDAD DEL AIRE Y CARACTERIZACIÓN METEOROLÓGICA	207
8.2	SOBRE EL CONTROL DE LAS EMISIONES INDUSTRIALES	208
8.3	SOBRE LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE, METAS PROPUESTAS Y MEDIDAS PARA ALCANZARLAS	210
8.4	SOBRE LOS INDICADORES DE SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AIRE	215
9.	PLAN DE INSPECCIÓN	220
10.	COMISIÓN DE SEGUIMIENTO PARA EL PLAN DE MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA ZONA DE CASTELLÓN	220
	ANEXO 1. INSTRUCCIONES Y OBJETIVOS EN MATERIA DE PROTECCIÓN DEL AMBIENTE ATMOSFÉRICO PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA	223
	ANEXO 2. PROPUESTA DE NORMATIVA PARA EL CONTROL DE EMISIONES DIFUSAS DE PARTÍCULAS	238
	BIBLIOGRAFÍA	261

1. CONTEXTO DE LA PROPUESTA

La zona cerámica de Castellón es uno de los clusters cerámicos más importantes del mundo en cuanto a producción de material cerámico se refiere. En esta zona se fabrica aproximadamente el 43% de la producción cerámica de la Unión Europea (U.E.). Esta actividad constituye uno de los pilares básicos de la economía de la provincia (36% del Producto Interior Bruto (PIB)¹ provincial y sobre el 5% del PIB de la Comunidad Valenciana), y genera gran cantidad de puestos de trabajo tanto directos (unos 26.000 aproximadamente) como indirectos.

La producción de materiales cerámicos y actividades relacionadas (minería, transporte,...) puede llevar asociadas emisiones importantes de material particulado atmosférico, metales y otros contaminantes gaseosos, como los óxidos de nitrógeno (NO_x) y el dióxido de carbono (CO₂). Por otra parte, la emisión directa de contaminantes influye en la formación, a través de reacciones en el seno de la atmósfera, de otros contaminantes secundarios. En este caso, las distintas emisiones de la zona objeto de este estudio, influyen sobre los niveles de ozono troposférico (O₃) registrado en la zona de las comarcas de Els Ports – Maestrat, en el interior de la Comunidad Valenciana.

Estas emisiones se producen en unas cuencas atmosféricas que tienen unas peculiaridades típicas de las regiones circum-mediterráneas occidentales, con largos periodos sin renovación de masas de aire, que favorecen el desarrollo de episodios de contaminación regional (entre ellos, como se ha mencionado con anterioridad, episodios de ozono troposférico en zonas limítrofes). Los resultados obtenidos en numerosos proyectos de investigación nacionales e internacionales han documentado dichos episodios regionales. En este sentido la cuenca del Mijares es una de las más documentadas del mundo, a través de los numerosos estudios realizados.

El sector cerámico se ha desarrollado mucho a lo largo de las dos últimas décadas, gracias a las nuevas tecnologías de producción, así como de prevención y corrección de la contaminación aplicadas, han impedido que el crecimiento de las emisiones haya sido proporcional al de la producción. Sin embargo, estudios realizados por diversos organismos, principalmente aquellos llevados a cabo por la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda, detectaron niveles relativamente altos de algunos contaminantes atmosféricos. En este sentido, y fruto de diversas iniciativas, como Convenios voluntarios entre la Administración y sectores empresariales, los niveles de diversos contaminantes han ido descendiendo progresivamente, mientras que otros contaminantes no muestran, por el momento, tendencias definidas. Así merecen ser destacados los descensos de niveles de material particulado a lo largo del final de los 90 (en 1996 se comienza a controlar la calidad del aire de forma sistemática en Onda) y el ligero incremento de Partículas en

¹ Valor total de los bienes y servicios producidos en el territorio de un país en un periodo determinado, generalmente un año.

suspensión de diámetro inferior a 10 micras (PM_{10}) desde 2002 a 2005 (este último no esta todavía suficientemente claro si se debe a causas climáticas o de emisiones), o la drástica reducción de niveles de metales desde finales de 2003.

A pesar de que los requisitos de la normativa vigente de calidad del aire se cumplen para la mayor parte de los parámetros registrados en las estaciones de la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica dentro de la zona cerámica, estudios recientes desarrollados por la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda muestran que hay aún un margen de mejora de dicha calidad que es posible alcanzar. Con este fin se desarrolla este Plan de Mejora de la Calidad del Aire en la Zona ES 1003: Mijares – Penyagolosa (A. Costera) y la Aglomeración ES 1015: Castelló.

La estrategia para el desarrollo de este plan comienza con un diagnóstico ambiental inicial, que consiste en la evaluación de la calidad del aire teniendo en cuenta la dinámica atmosférica y el análisis de las actividades potencialmente contaminantes en la zona. Con ello se identifican los parámetros críticos propios de la zona, bien los que presentan dificultades para cumplir la legislación, bien los que se encuentran en niveles muy elevados en comparación con otras zonas no industrializadas. Con la puesta en marcha del presente plan se pretende garantizar el cumplimiento de la legislación relativa a calidad de aire, mejorar ésta tanto como sea posible (viable técnica y económicamente) y fijar metas concretas para los parámetros críticos, que permitan, a la vez que obtener mejoras ambientales, ser utilizadas para la planificación del desarrollo urbano e industrial de la zona de estudio. Para lograr los objetivos expuestos se propone una serie de medidas a aplicar en las distintas actividades contaminantes. La eficacia de dichas medidas se valorará mediante la evaluación en continuo de la calidad de aire en función de unos indicadores fijados para los parámetros críticos y en caso de ser necesario se proponen medidas adicionales a adoptar. Llegados a este punto y posteriormente de forma periódica se llevará a cabo una revisión del plan de mejora de la calidad de aire (Figura 1.1).

ESTRATEGIA PROPUESTA EN EL PLAN DE MEJORA DE CALIDAD DE AIRE

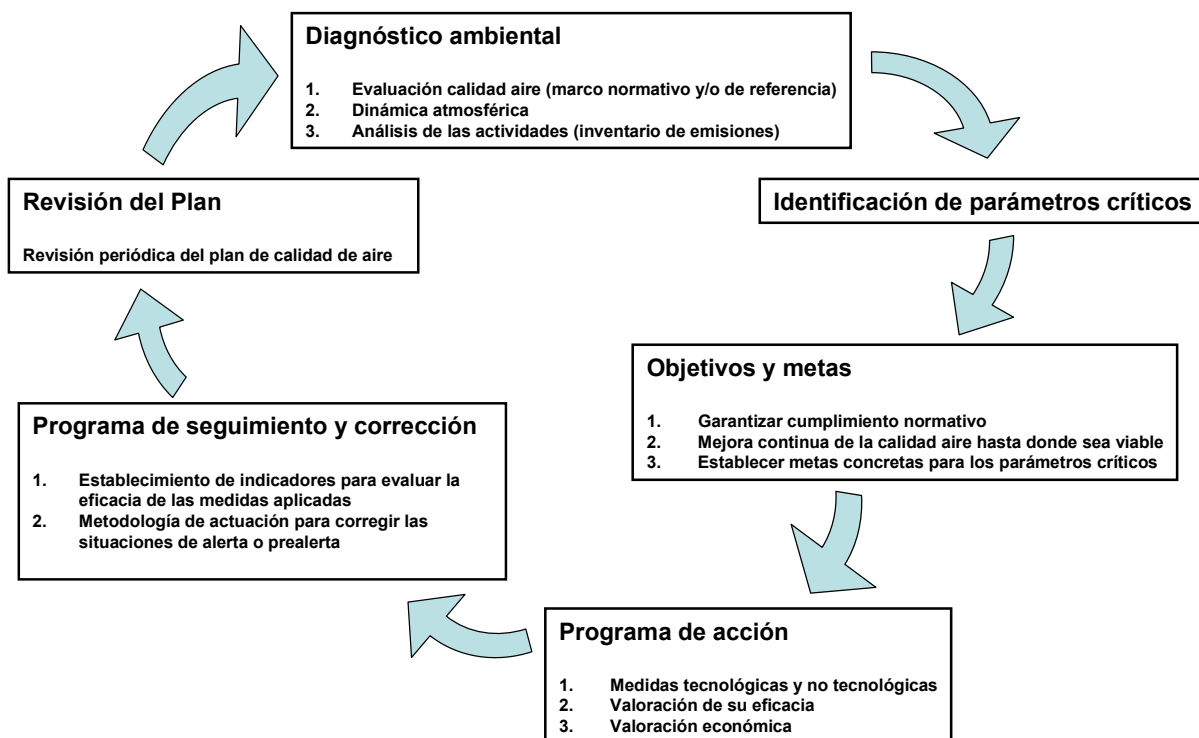


Figura 1.1. Estrategia del plan de mejora de la calidad de aire.

2. LA ZONA CERÁMICA

El área sujeta al plan de mejora de calidad de aire se ha denominado *zona cerámica* por abarcar los principales núcleos industriales cerámicos de la provincia de Castellón. Dentro de los criterios de zonificación establecidos en base a las exigencias de la normativa vigente relativa a la gestión y evaluación de la calidad del aire ambiente por la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda este área incluiría la Zona ES1003: Mijares-Penyagolosa (A. Costera), así como la Aglomeración ES1015: Castelló. En la Figura 2.1 se muestra la zona de estudio específica del presente plan de mejora de calidad de aire, pues es en esa zona en la que se sitúan la mayoría de las estaciones de muestreo utilizadas en este estudio.

2.1 Orografía y población

La zona objeto de estudio se sitúa al Este de la Península Ibérica, en la costa mediterránea de la provincia de Castellón. Se extiende desde unos kilómetros al Norte de la población de L'Alcora hasta Nules (al Sur) y desde Onda (al Oeste) hasta la costa mediterránea; lo cual equivale a un área de 30x30 km (Figura 2.1).

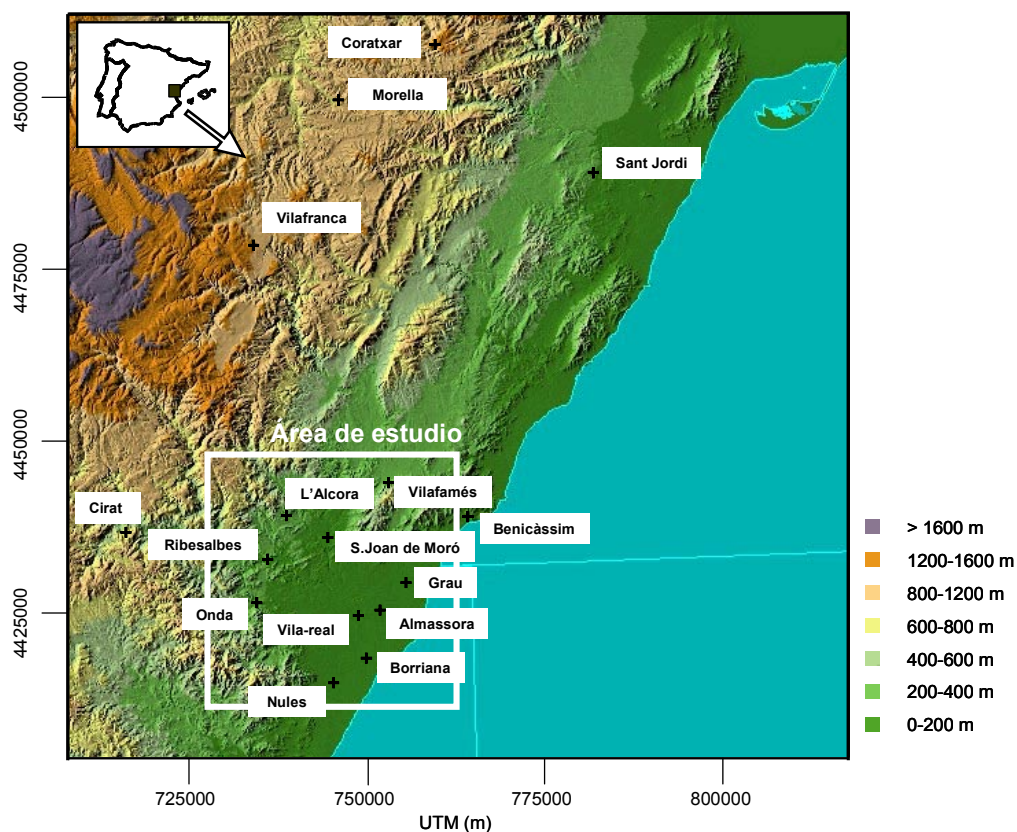


Figura 2.1. Mapa con la localización del área de estudio.

La zona del plan de mejora incluye la Plana de Castelló y cordilleras litorales paralelas a la costa. Al Norte, y a sólo 6 - 7 km de la costa, se sitúa una cadena montañosa que tiene su altura más elevada en el monte Bartolo (780m). El final de la

Sierra de Gúdar (Sierra de la Cruz) alcanza también la llanura de Castelló. Hacia el interior, la Plana de Castelló se extiende 20-30 km, distancia a la que arrancan varios valles, como el valle del Mijares, con una dirección NW-SE, la Rambla de la Viuda, situada al Norte de la Plana de Castelló con una dirección NE-SW marcada por las sierras de Esparraguera y Galcerán, y el Río Lucena, que converge con el anterior en las proximidades de la localidad de L'Alcora, desembocando el flujo resultante en el río Mijares a la altura de Almassora. Más al Sur se encuentra el Riu Sec o Anna, que pasa por las proximidades de la localidad de Onda y desemboca en Borriana. Por tanto, a pesar de las reducidas dimensiones del área de estudio, ésta presenta variada topografía, muy influyente a la hora de caracterizar la dinámica atmosférica propia de la zona, con gran influencia en la contaminación atmosférica.

Las ciudades más importantes, en cuanto a tamaño y población, en el área estudiada (Zona ES1003: Mijares-Penyagolosa (A. Costera) y Aglomeración ES1015: Castelló) son Castelló de la Plana, Vila-real, Borriana, Onda, Almassora y L'Alcora, entre otras. La población de la zona y la aglomeración a 1 de enero de 2005 es de 365.760 habitantes (Tabla 2.1).

Tabla 2.1. Ciudades y población en la Zona ES1003 y la Agl ES1015. Cifras referidas al censo de 1 de enero de 2005, según Instituto Nacional de Estadística.

Ciudad	Población (nº habitantes)	%
Castelló de la Plana	167 455	46
Vila-real	46 696	13
Borriana	31 281	9
Onda	22 281	6
Almassora	19 688	5
Benicàssim	16 200	4
Nules	12 418	3
L'Alcora	10 297	3
Orpesa	7 208	2
Betxí	5 551	2
Borriol	4 288	1.2
Alquerías del Niño Perdido	3 805	1.0
La Vilavella	3 363	0.9
Cabanes	2 659	0.7
Sant Joan de Moró	2 157	0.6
Vall d'Alba	2 103	0.6
Artana	1 803	0.5
Vilafamés	1 730	0.5
Ribesalbes	1 336	0.4
Eslida	861	0.2
Tales	796	0.2

La Pobla Tornesa	790	0.2
Suera	640	0.2
Alcudia de Veo	205	0.1
Aín	149	<0.1
POBLACIÓN TOTAL	365 760	

De acuerdo con estos datos la zona estudiada incluye a una gran parte de la población de la provincia de Castelló, en la Figura 2.1 se ha marcado la zona central de dicha área en la que se concentra la mayor población, con una densidad media elevada, concretamente en torno a unos 400 habitantes/km².

2.2 Actividades potencialmente contaminantes

Industria

La principal actividad industrial en el área de estudio es la **fabricación de baldosas cerámicas y actividades afines** como son la extracción de materias primas, fabricación de materias primas elaboradas (gránulo atomizado, fritas, esmaltes y pigmentos cerámicos) y fabricación de piezas y decoraciones especiales (denominadas en el argot industrial *fábricas de tercer fuego*).

Alrededor del 90% de la producción europea de fritas y baldosas cerámicas está concentrada en dos áreas: los clusters de Modena (Italia) y Castelló (España). En este último se concentra la mayor parte de la producción, fabricando aproximadamente $6'4 \cdot 10^8$ m²/año de baldosas cerámicas y $9 \cdot 10^5$ Tm/año de fritas, esmaltes y pigmentos cerámicos (Criado et al., 2004).

Esta industria consume una gran cantidad de arcilla (alrededor de $12 \cdot 10^6$ Tm/año) procedente de distintos sitios, tanto de zonas de España como del extranjero. Así, existe una actividad significativa de transporte por carretera de material pulverulento asociada a la industria cerámica, pues incluso la arcilla importada del extranjero en barco se transporta por carretera desde el puerto hasta su destino final. Ello incrementa las emisiones de contaminantes de la zona propias de motores de vehículos pesados, pero sobre todo las de material mineral por emisiones difusas de la carga. Además, existen dos zonas mineras con actividades a cielo abierto en el área de estudio (el Mollet en Sant Joan de Moró y Mas Vell en l'Alcora). También se utilizan como materia prima para la industria cerámica otros productos naturales o sintéticos, tales como feldespatos, zircón o componentes borácicos (Criado et al., 2004).

Otras instalaciones relevantes situadas en un polígono industrial del Grao de Castelló son: una **refinería de petróleo**; una **central térmica**, que dispone de dos grupos de gas natural y un grupo auxiliar de fuel; y una **industria química** de fabricación de productos orgánicos, fertilizantes y productos inorgánicos a partir de subproductos del petróleo.

Agricultura

Entre las actividades agrícolas, se puede destacar el cultivo intensivo de cítricos, muy importante en la economía de la zona de estudio. Entre las emisiones atmosféricas procedentes de esta fuente de emisión destacan la quema de biomasa no controlada (quema de residuos de poda), la emisión de polvo mineral del suelo y la emisión de motores de vehículos agrícolas y de transporte.

Emisiones urbanas

Las principales emisiones atmosféricas propias de áreas urbanas incluyen: tráfico rodado, emisiones domésticas (calefacciones, cocinas, calentadores,...) construcción, demolición. El área de estudio presenta las emisiones propias de una zona con una población considerable con fuerte tendencia a desplazamientos diarios a segunda residencia durante el periodo estival y con intenso desarrollo urbanístico (construcción-demolición). Además el número de habitantes en la zona costera se ve ampliamente incrementado por la afluencia del turismo, lo cual supone un incremento estacional de las emisiones de tráfico rodado y de la generación eléctrica.

Otras fuentes

Otra fuente de emisiones es el tráfico rodado que atraviesa la zona de estudio a través de la autopista A-7, la mayor vía de comunicación entre el Sur y Sureste de España con el resto de Europa, con el consiguiente flujo elevado de vehículos de todo tipo, tanto turismos como vehículos pesados.

Además, el puerto de Castelló puede aportar emisiones atmosféricas de contaminantes tanto a través de las actividades de descarga de materiales pulverulentos a granel, como de los motores de los buques y de los vehículos pesados que distribuyen o aportan mercancías.

Existe también una planta de gasificación de residuos en Ribesalbes, con una potencia de 8.4 MW, aunque funciona de forma intermitente.

3. DINÁMICA ATMOSFÉRICA

3.1. Introducción

3.1.1. Contexto general. Dinámica atmosférica en la cuenca mediterránea

La presencia de contaminantes atmosféricos a escala regional tiene su origen en el conjunto de las emisiones vertidas en la propia región, fundamentalmente desde los grandes núcleos urbanos e industriales y las grandes vías de comunicación con alta densidad de tráfico, y en mayor o menor medida (dependiendo del contexto geográfico y meteorológico de cada región en particular), de las procedentes de otras regiones debido al transporte a larga distancia. En general, cualquier emisión de un gas desde un foco puntual acaba afectando a áreas circundantes a causa de la dispersión que el gas sufre en la atmósfera. En la dimensión vertical el agente dispersivo más importante es la turbulencia, ya sea de origen mecánico o térmico (convección), y en la dimensión horizontal es el transporte ejercido por las circulaciones de viento (advección).

Por otro lado, durante estos procesos de dispersión tienen lugar reacciones químicas, en muchas de las cuales interviene la radiación solar como agente activador (hablamos entonces de reacciones fotoquímicas), que transforman la composición de una masa aérea originalmente rica en especies primarias (las que son directamente emitidas como NO_x, SO₂, CO...), en niveles de concentración, lejos de las fuentes, con predominio de especies secundarias (los productos de dichas reacciones químicas como gran parte de las partículas sedimentables, O₃, PAN...).

Los procesos físicos que determinan la calidad del aire en la Comunidad Valenciana, como parte de la dinámica más amplia característica de la cuenca mediterránea occidental, vienen siendo documentados desde finales de los años 80 a partir de las campañas del proyecto europeo MECAPIP (Meso-meteorological Cycles of Air Pollution in the Iberian Península), dedicado al estudio de la dinámica atmosférica y de contaminantes en el litoral mediterráneo peninsular, y posteriormente los proyectos RECAPMA (Regional Cycles of Air Pollution in the Western Mediterranean Area) y SECAP (South European Cycles of Air Pollution), donde se extiende el estudio a la cuenca mediterránea occidental (desde Italia hasta la costa atlántica de Portugal), y a la cuenca mediterránea entera respectivamente (Millán et al. 1996, 1997, 2000).

En la Comunidad Valenciana (C.V.) la combinación de una dinámica atmosférica muy influida por la situación geográfica y por la orografía, que favorecen el desarrollo de circulaciones de mesoescala (brisas de mar y de montaña), con una distribución eminentemente costera de las emisiones, propicia la presencia, durante gran parte del año, de niveles de contaminantes en todo su territorio. Bajo el predominio de

circulaciones de mesoescala, lo cual es habitual al menos en los meses de primavera y verano, las emisiones de las principales áreas urbanas e industriales, mayoritariamente costeras, son transportadas por las brisas hacia el interior. El transporte se canaliza a través de los valles perpendiculares a la costa como Mijares, Palancia, Turia, Vall d'Albaida, Vinalopó, etc., hacia las comarcas interiores hasta distancias que con frecuencia abarcan la totalidad del territorio de la comunidad.

Durante este recorrido los contaminantes sufren transformaciones fotoquímicas que provocan el cambio en la composición de la masa aérea, inicialmente rica en especies primarias y progresivamente cargada de especies secundarias. Como consecuencia de esta dinámica, en realidad mucho más compleja, resulta una importante variabilidad espacio-temporal en el comportamiento de los contaminantes entre diferentes puntos del territorio de la C.V., influyendo de forma decisiva la posición relativa dentro de este "circuito" entre la costa y el interior. La descripción de la dinámica atmosférica en la zona de estudio debe abordarse desde el análisis de la serie de datos de la red de calidad del aire, campañas experimentales y modelos.

3.1.2. Factores meteorológicos que condicionan la dinámica de los contaminantes

Desde el punto de vista de la calidad del aire en una zona determinada, los factores meteorológicos que condicionan los niveles de inmisión registrados tienen que ver con la capacidad de dilución de las emisiones locales, la estimulación de formación a partir de transformaciones químicas y la ocasión de aporte desde zonas alejadas. La contaminación local, asociada a emisiones próximas, suele presentar gradientes espaciales importantes, así como una evolución marcada temporal, derivada tanto de la actividad antropogénica como de la oscilación diurna de las circulaciones regionales; por el contrario, la contaminación procedente de fuentes alejadas se encuentra normalmente ya muy mezclada, por lo que suele manifestarse como una característica más de la propia masa de aire, que en ocasiones se pueden interpretar como valores de fondo, presentando en general una mayor homogeneidad espacial y persistencia temporal.

En áreas urbanas los niveles de contaminación están relacionados preferentemente con contaminantes primarios, originados principalmente por la actividad industrial próxima y por el tráfico, con una pauta estacional que suele mostrar niveles más elevados en otoño e invierno, debido a la disminución de la difusión consecuencia del menor calentamiento atmosférico, mientras que en entornos más rurales, alejados de los grandes centros de actividad, aumenta la proporción de contaminantes secundarios, resultado de las transformaciones químicas de los compuestos en el transcurso de su desplazamiento desde los focos de emisión. Inversamente, la presencia de contaminantes secundarios se incrementa durante las estaciones de primavera y verano debido a la importancia de los procesos

fotoquímicos en las reacciones atmosféricas, transformaciones que se ven estimuladas durante los periodos de mayor intensidad solar.

Otro comportamiento radicalmente diferente entre ambos tipos de contaminantes (primarios y secundarios) de origen local reside en las pautas de distribución espacial a que dan lugar: los contaminantes primarios, sometidos a procesos de dispersión desde el momento de liberación a la atmósfera, experimentan en general una disminución de las concentraciones desde las áreas de emisión, solamente limitada por condiciones muy particulares de fuerte estabilidad atmosférica o condiciones de atrapamiento; por contra, las especies secundarias originadas por transformaciones físico-químicas de las anteriores, se generan progresivamente durante el transporte atmosférico por lo que, sometidas a diferentes condicionantes que varían su tasa de producción, pueden dar lugar a máximos de concentración a distancias considerables del punto de emisión.

De los comentarios anteriores se deduce claramente que el nivel de contaminación atmosférica en una zona vendrá determinado por los procesos meteorológicos y físico-químicos a que se verán sometidas las distintas especies en el proceso de transporte desde los focos de emisión. En el caso concreto de la presente zona de interés (área de influencia del complejo cerámico de Castellón), son las circulaciones mesoescalares desarrolladas en el entorno de la cuenca del río Mijares las que determinan en gran medida el impacto de las emisiones locales en el entorno. La proximidad de la costa determina la ocurrencia de brisas de mar con una elevada frecuencia estacional, que se acoplan ventajosamente con las circulaciones de montaña, canalizadas a lo largo de la cuenca del río, alcanzando un importante desarrollo y penetración espacial bajo condiciones de fuerte insolación, que en estas latitudes resulta habitual durante la estación estival y buena parte de los periodos equinocciales. La presencia de sistemas montañosos próximos a la costa favorece este acoplamiento de las células costeras con los vientos de montaña, amplificando el desarrollo de las circulaciones, cuyo borde frontal, apoyado sobre las laderas orográficas, da lugar a fuertes inyecciones verticales (chimeneas orográficas) que pueden alcanzar la troposfera media. Por otra parte, la orografía compleja impone ciertas limitaciones al movimiento del aire en los niveles más superficiales, lo cual favorece la ocurrencia de canalizaciones en los flujos, desacoplamientos, etc con influencia en el impacto final de las emisiones.

La influencia de las emisiones locales vendrá por lo tanto condicionada principalmente por las características de estas circulaciones de escala intermedia, mientras que el posible impacto de contaminación a larga distancia dependerá de la ocurrencia de configuraciones atmosféricas a mayor escala susceptibles de aportar concentraciones significativas de alguna especie contaminante. Desde la perspectiva de los movimientos locales, dos características generales determinan una primera diferenciación en el comportamiento de las inmisiones:

- ✓ **el desarrollo de una circulación en altura opuesta al flujo en superficie.**
- ✓ **la radical alternancia día-noche del movimiento del aire.**

En lo que sigue se revisan brevemente estos aspectos meteorológicos que condicionan fuertemente la dinámica de los contaminantes locales, determinando patrones de inmisión característicos. Su influencia resultará más o menos relevante en el caso de la contaminación primaria o secundaria.

✓ **Inversión del sentido de la circulación en superficie entre el día y la noche.**

Esta circunstancia determina en primer lugar un patrón claramente caracterizado por una onda diurna, con un comportamiento diferenciado en aquellas áreas situadas a sotavento o barlovento de los focos emisores, que invierten su posición relativa al producirse esta alternancia del flujo. Mientras que la circulación diurna alcanza cierta intensidad, con una eficaz mezcla turbulenta, el movimiento nocturno suele ser mucho más débil, caracterizándose por una elevada estabilidad atmosférica, que en ocasiones se ve reforzada por la presencia de fuertes inversiones que limitan drásticamente la difusión vertical de los contaminantes. Este reflujo diario produce también una recirculación de la masa aérea en niveles superficiales que, en ausencia de una componente sinóptica importante y cuando la circulación de brisa no llega a alcanzar un gran desarrollo, reduce la renovación de la masa de aire favoreciendo el envejecimiento de la misma. Por otra parte, los periodos transitorios entre el establecimiento de ambos regímenes (diurno y nocturno), suelen ir acompañados de episodios de estancamiento, con muy escasa ventilación y elevadas concentraciones en suelo, especialmente coincidiendo con el inicio de los procesos de mezcla vertical.

✓ **Recirculación en altura.**

Cuando las circulaciones mesoescalares alcanzan un cierto grado de dimensión espacial, desarrollan una circulación en altura inversa a la que se registra en superficie, produciéndose la inyección de las emisiones superficiales en niveles medios de la troposfera (este efecto alcanza una intensidad especial cuando las circulaciones de brisa se apoyan sobre las laderas de las montañas, dando lugar a chimeneas orográficas (que en la vertiente levantina se han documentado hasta más de 3000 m). Estos procesos permiten situar contaminantes superficiales en niveles altos, generándose estratos de reserva, frecuentemente desacoplados entre sí por la propia dinámica del proceso, que pueden alcanzar de nuevo la superficie como parte del hundimiento de la propia circulación local, regresando al punto de origen, o bien ser transportado con la circulación general hacia regiones más o menos alejadas de aquel.

✓ **Desarrollo de procesos de fumigación en la capa de mezcla.**

Con el calentamiento diurno se ponen en marcha los mecanismos que dan lugar a la circulación regida por el calentamiento solar (brisa de mar y de ladera), a la vez que se intensifica la mezcla vertical debido al aumento de la turbulencia térmica. Esta mezcla da lugar a una capa límite (capa de mezcla) que juega un papel decisivo (con diferentes tendencias) en la secuencia de los niveles de inmisión registrados. Así, contribuye a la propagación horizontal de los compuestos, a la vez que los difunde y hace que aquellos presentes en niveles altos, desacoplados del suelo, alcancen eficazmente la superficie. La estructura de esta capa, en continuo equilibrio dinámico

con los propios mecanismos físicos que la genera, presenta un comportamiento muy variable tanto en el espacio como en el tiempo, que además es específico de cada lugar, lo cual es especialmente relevante en el caso de un entorno con topografía compleja.

✓ **Formación de estratos estables.**

Las circulaciones mesoescalares contribuyen al transporte vertical de los estratos superficiales, con los que se inyecta en altura a través de estas circulaciones organizadas, especies químicas emitidas y calor (latente y sensible) adquirido por la atmósfera en su movimiento horizontal próximo a la superficie. A través de los procesos de hundimiento asociados a estas mismas circulaciones, o la intensificación de la subsidencia a mayor escala, se favorece la formación de intensos gradientes a cierta altura, que determinan estratos estables de mayor o menor espesor y desacoplados entre sí, que pueden mantener compuestos emitidos en superficie en días anteriores, y que constituyen auténticos estratos de reserva.

✓ **Atrapamiento superficial.**

Durante la noche el enfriamiento nocturno da lugar a la generación de un estrato superficial estable, que en ocasiones puede llegar a dar lugar incluso a gradientes verticales de temperatura positivos (inversión térmica; en ocasiones se toma conceptualmente aquella como la capa de mezcla nocturna). En este estrato la difusión está muy amortiguada, por lo que son situaciones propicias a la ocurrencia de episodios de intensa contaminación. En el caso de tratarse de un valle estas inversiones pueden ser especialmente intensas, produciéndose frecuentemente el desacoplamiento entre la atmósfera dentro y fuera del mismo, que pueden incluso fluir bajo regímenes diferentes y en ocasiones opuestos.

✓ **Condiciones de transporte a larga distancia.**

Los resultados experimentales de los proyectos de investigación desarrollados en todo el sur de Europa ponen de manifiesto que las circulaciones a mesoescala generadas en estas latitudes, favorecidas tanto por procesos térmicos y/o orográficos, pueden jugar un papel importante en el balance de contaminantes y fotooxidantes sobre el área Mediterránea, en la troposfera media sobre el territorio europeo y probablemente también a más larga distancia sobre el océano Atlántico. Estas circulaciones de menor escala, desarrolladas al amparo de las peculiaridades orográficas y climáticas de la cuenca mediterránea, muestran una cierta coherencia global, que proporciona mecanismos, aún no siempre suficientemente descritos, de importación y exportación de contaminantes desde regiones alejadas de la misma, con relevancia en la dinámica atmosférica hemisférica.

3.1.3. Distribución de contaminantes en la Comunidad Valenciana

Para el control de la calidad del aire, la C.V. cuenta desde el año 1994 con la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica (R.V.V.C.C.A), que realiza la medida en continuo de los principales contaminantes y

de algunas variables meteorológicas en distintos puntos del territorio. Esta red ha permitido disponer de una importante base de datos, cuyo mayor valor desde el punto de vista científico es precisamente el contar con medidas en continuo, aunque sólo a nivel de superficie, permitiendo de esta manera registrar el comportamiento de los contaminantes bajo todas las condiciones atmosféricas y de emisión que se suceden en las diferentes escalas temporales (diaria, semanal, estacional, e interanual), y que tienen su reflejo en el comportamiento de las concentraciones de contaminantes. La zona cerámica de interés cuenta en la actualidad con un número considerable de cabinas automáticas (Cirat, Alcora, Onda, Almassora, Borriana, Ermita y Grau), cubriendo un amplio territorio en torno a la misma, y que permiten una vigilancia ventajosa del comportamiento de los principales contaminantes en la cuenca.

La red registra de forma muy clara la variabilidad espacio-temporal de las concentraciones de los distintos contaminantes en el conjunto de emplazamientos, con patrones diferenciados y característicos dependiendo de la posición relativa respecto a las fuentes de emisión, la distancia a la costa y la altura sobre el terreno.

Entre todos los puntos destacan, por representar de alguna manera comportamientos extremos y opuestos, las áreas urbanas costeras, donde se registran mayores niveles de contaminantes primarios, y las zonas rurales del interior, donde apenas son apreciables las concentraciones de especies primarias pero en cambio registran los mayores niveles de contaminantes secundarios como el ozono, debido precisamente al transporte de las emisiones costeras por las circulaciones de mesoescala.

Por otro lado las pautas estacionales muestran diferencias importantes entre los niveles registrados en los meses de otoño invierno respecto a los de primavera y verano.

Esta variabilidad espacio-temporal se explica por las condiciones atmosféricas y meteorológicas dominantes a lo largo del año. De forma muy resumida la situación responde al siguiente esquema:

En **otoño e invierno** las circulaciones de brisa costera se limitan a una estrecha franja costera, mientras que las circulaciones orográficas no llegan a organizarse y alcanzar un gran desarrollo, por lo que predominan las circulaciones en la escala sinóptica (reforzado por el desplazamiento meridional del frente polar y la mayor frecuencia de sistemas advectivos a bajas latitudes), que tienen un mayor recorrido e implican masas aéreas mucho más extensas. Por otro lado la menor intensidad de la radiación solar en esta época del año reduce la actividad convectiva, y por tanto la capacidad de mezcla vertical. Como consecuencia en la franja costera la composición química responde básicamente a las propias emisiones costeras que se diluyen en un volumen sensiblemente más reducido, registrándose concentraciones altas de contaminantes primarios y relativamente bajas de especies secundarias, siendo en el interior las concentraciones relativamente bajas (debido a la citada atenuación de las circulaciones costeras) tanto para los compuestos primarios como para los secundarios.

Sin embargo, en los meses de **primavera y verano**, cuando predominan las situaciones anticiclónicas con escaso gradiente barométrico y los mayores niveles de insolación, el desarrollo de los sistemas de brisa junto con los de ladera, que con frecuencia llegan a acoplarse debido a la proximidad de los sistemas montañosos paralelos a la costa, provocan que la circulación, y por tanto el transporte de la masa aérea, sea desde la costa hacia el interior, con distancias de penetración mucho mayores. En esta época en las áreas urbanas costeras la mayor ventilación y la mayor actividad fotoquímica reducen las concentraciones de contaminantes primarios a nivel del suelo, mientras que en las zonas del interior se registran niveles considerables de los contaminantes secundarios como el ozono, producto de las transformaciones químicas que tienen lugar durante el transporte.

Cabe establecer una importante diferenciación:

- En áreas urbanas los niveles de contaminación están relacionados preferentemente con los contaminantes primarios que se emiten de forma continuada principalmente por el tráfico. La pauta estacional muestra concentraciones altas de contaminantes primarios preferentemente en los meses de otoño e invierno.
- En áreas rurales alejadas de los núcleos urbanos, los niveles de contaminación están asociados preferentemente a contaminantes secundarios, producto de las transformaciones químicas que tienen lugar durante el transporte de las emisiones desde sus fuentes. La pauta estacional muestra valores elevados de contaminantes secundarios preferentemente en primavera y verano.

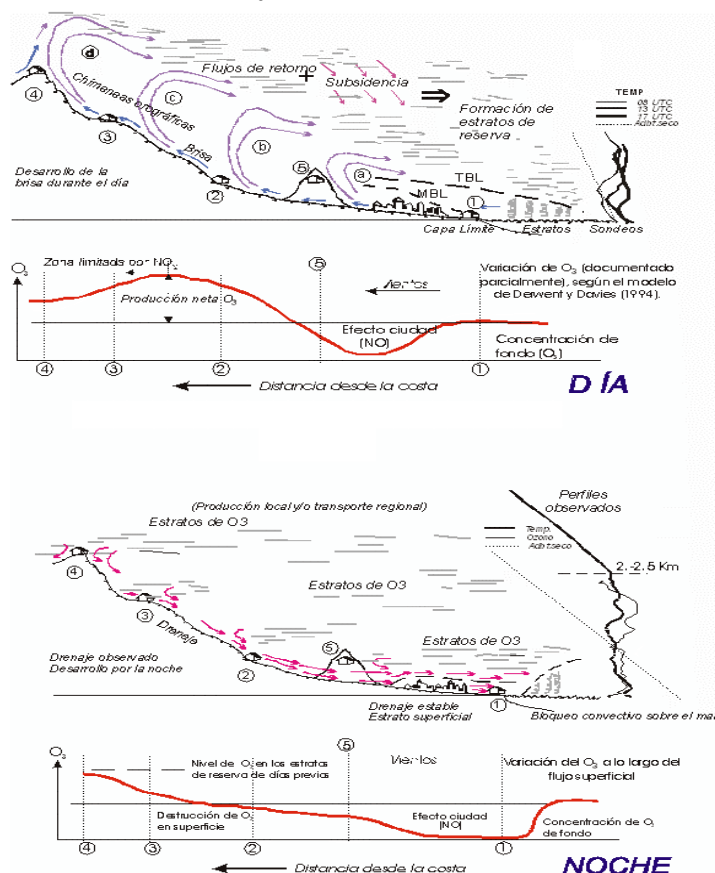
En el resto del territorio los niveles de los distintos contaminantes varían gradualmente entre los dos extremos anteriores, siguiendo, eso sí, la misma evolución estacional, con mayores concentraciones de contaminantes primarios en los meses de otoño e invierno, y de contaminantes secundarios como el ozono en los meses de primavera y verano.

3.1.4. Modelo conceptual de la dinámica de contaminantes en la Comunidad Valenciana

De lo anteriormente dicho se desprende que es en los meses de primavera y verano cuando podemos hablar de niveles de contaminación atmosférica a nivel del suelo. La Figura 3.1 muestra el esquema básico de la dinámica de contaminantes durante esta época del año, cuando predominan condiciones anticiclónicas y las circulaciones de mesoescala afectan a todo el territorio de la C.V. En este esquema, que representa un escenario típico de la C.V., (se puede identificar con cualquiera de los valles transversales a la costa: Mijares, Palancia, Turia, Vall d'Albaida,...) se toma el ozono como un trazador a través del cual, debido a su relativamente alto tiempo de residencia en la atmósfera, es posible realizar el seguimiento de la masa aérea a lo largo de todo el circuito considerado.

Este circuito comienza con el recorrido a nivel de superficie de las emisiones urbanas arrastradas por las brisas desde la costa hacia el interior, y tiene continuidad en las capas altas, donde parte de las emisiones son elevadas por forzamiento orográfico (inyección orográfica), y donde son transportadas de nuevo hacia la costa con el flujo de retorno.

Una vez en altura estas inyecciones dan lugar a estratos ricos en ozono formados a causa de una subsidencia general acentuada además por el efecto compensatorio que produce el desarrollo del sistema mesoescalar. Al final del recorrido en altura estos estratos quedan almacenados sobre la costa en una estructura multicapa. Esta estructura se hunde por la subsidencia compensatoria quedando las capas más bajas al alcance de las brisas a primera hora de la mañana del día/s siguiente/s, y provocando en definitiva la recirculación de contaminantes envejecidos que se suman a las emisiones frescas del día. Esta situación puede perdurar varios días, mientras se mantengan las condiciones atmosféricas, provocando un incremento paulatino de los niveles de ozono, y pudiendo dar lugar a episodios de contaminación por ozono relativamente frecuentes en esta época del año (Millán et al., 1992 y 1997).



Dentro de este circuito el ozono presenta ciclos específicos y característicos a nivel de superficie dependiendo de la posición de la estación de medidas en este escenario.

Básicamente se distinguen 5 tipos de emplazamiento:

- (1) costa;
- (2) parte baja de valle;
- (3) parte alta de valle;
- (4) altura en el interior;
- (5) altura en costa.

Esto puede observarse en los registros de la R.V.V.C.C.A., especialmente en las estaciones de la provincia de Castellón donde coinciden toda la variedad de tipos.

Figura 3.1. Esquema de la dinámica atmosférica característicos de un emplazamiento sometido a circulaciones de brisa costa-valle, y su influencia sobre los niveles de inmisión.

A continuación se describen brevemente algunos de los mecanismos que explican estas diferencias entre los ciclos que afectan los diferentes emplazamientos en bajo las condiciones típicas de primavera y verano:

- Los registros de ozono de los emplazamientos de **altura del interior**, es el caso de Morella, Corachar y Vallibona, los tres situados por encima de los 1000 m. de altura, muestran concentraciones de ozono con variaciones moderadas en su ciclo diario, sin que se observe el pronunciado mínimo nocturno típico de los emplazamientos de valle o de costa. Esto es debido por un lado a que la masa aérea en altura apenas mantiene contacto con el terreno durante la noche, evitándose por tanto el consumo de ozono por deposición, y por otro lado a la presencia de estratos de reserva inmersos en esta masa aérea. Estos estratos generalmente se originan o bien durante el día en la misma zona por inyección orográfica de las emisiones transportadas por las circulaciones de mesoescala o en zonas del interior peninsular por mecanismos de profunda convección térmica, desde donde son transportados durante la noche por la circulación general dominante en altura. El ciclo típico en estas estaciones sí presenta en cambio un pequeño mínimo a primera hora de la mañana cuando el calentamiento radiactivo del terreno activa la mezcla vertical diluyendo las concentraciones. Este mínimo coincide con incrementos simultáneos de las concentraciones en las estaciones de valle y costa, donde la mezcla convectiva tiene el efecto opuesto al atraer las concentraciones en altura hacia la superficie (fumigación). En cuanto a los máximos se producen a primera hora de la tarde con la llegada de la masa aérea procedente de la costa y transportada por las circulaciones de mesoescala (brisas de mar acopladas con los vientos de ladera).
- En las estaciones de **valle** (p.e. Onda y Vilafranca) los ciclos son más marcados, con máximos bien definidos a partir de mediodía, relacionados con el transporte de las emisiones costeras hacia el interior y la producción fotoquímica que tiene lugar durante el recorrido, y mínimos pronunciados de madrugada, asociados al consumo por contacto con el terreno y con las emisiones residuales nocturnas. El ciclo diario responde de forma muy resumida a la siguiente secuencia: (1) Durante la noche se forma un estrato superficial estable debido al enfriamiento del suelo y el drenaje de las laderas del valle. La concentración en ozono se reduce notablemente con el contacto con el terreno, y en mayor medida donde existen núcleos urbanos o vías de comunicación donde la presencia de emisiones nocturnas destruye el ozono, fundamentalmente a través de la oxidación de los óxidos de nitrógeno. (2) Posteriormente, durante la mañana se produce un cambio en la dirección del viento cuando comienzan a desarrollarse las circulaciones de mesoescala (brisas de mar y de ladera). Simultáneamente se activa también la mezcla vertical asociada al calentamiento progresivo del terreno propiciando el primer incremento rápido de la concentración de ozono por fumigación desde capas más altas. (3) A lo largo de la mañana la masa aérea con las emisiones costeras es transportada a lo largo del valle y mientras tanto tienen lugar las transformaciones fotoquímicas que dan lugar a la producción de ozono y al aumento progresivo de las concentraciones hasta alcanzar el máximo a mediodía cuando la radiación es máxima. Entre estaciones situadas a diferentes distancias

de la costa se producirá cierto desfase en el máximo debido a la diferencia de tiempo en que son alcanzadas por la masa aérea transportada por la brisa. A las emisiones del día se pueden unir parte de los estratos envejecidos “apilados” en la costa generados en días anteriores (recirculación), añadiendo concentraciones suplementarias a la producción del día. Debido al ascenso sobre las laderas, especialmente las orientadas al este y al sur donde es mayor el calentamiento, se activan los mecanismos de ascenso orográfico (efecto chimenea), que sitúan parte de los contaminantes antes transportados en superficie en capas altas donde la presencia de inversiones de temperatura da lugar a la formación de estratos que viajan de nuevo hacia la costa con el flujo de retorno y acaban almacenándose sobre el mar.

- Por último las estaciones de **costa**, la mayoría dentro de entornos urbanos o suburbanos o próximas a ellos y a las emisiones industriales (estaciones de la Plana de Castellón), siguen esencialmente la misma secuencia que las anteriores. La diferencia fundamental en el ciclo diario es que en general los máximos a mediodía son más moderados, debido al contacto con las emisiones frescas que consumen ozono, y los mínimos nocturnos muestran prácticamente la desaparición de concentraciones significativas durante varias horas por el mismo motivo. Las diferencias entre ellas viene dada por grado de cercanía a estas emisiones.

El mantenimiento de condiciones anticiclónicas y estabilidad atmosférica durante varios días provoca la aparición de ciclos de recarga por recirculación de la masa aérea, con un incremento paulatino de las concentraciones de ozono a nivel regional. Estos ciclos son frecuentes en primavera y verano, y pueden provocar situaciones episódicas de contaminación por ozono. En general, los ciclos pueden finalizar de forma brusca por diferentes causas como el paso de un frente asociado a un centro de bajas presiones al norte de la península, o el tránsito a una situación de mayor inestabilidad que provoca nubosidad y bajada de las temperaturas, etc., o bien finalizan de forma suave reduciéndose gradualmente los niveles, en este caso por motivos más difíciles de determinar.

El análisis de las situaciones episódicas más probables responde al siguiente esquema general:

- en los meses de primavera y verano, al final de periodos de varios días consecutivos en que se mantienen condiciones anticiclónicas de poco gradiente barométrico y estabilidad vertical, que dan lugar al desarrollo de las circulaciones de mesoescala (brisas de mar y de montaña), y la activación de los procesos de recirculación de la masa aérea en la región.
- con periodos de recarga (recirculación) de al menos 4 días, preferentemente al final de la semana laborable, cuando las condiciones atmosféricas señaladas se hayan instalado en la región al menos a principios de la semana. Este es un indicio de la importancia de las emisiones regionales y del efecto del fin de semana.

- con incrementos de temperatura a lo largo del periodo especialmente altos, que terminan igualando las temperaturas en la costa y en el interior en torno a los 30°C.
- en los valles del interior, a diferentes distancias a sotavento de los principales núcleos urbanos e industriales, y partiendo de niveles iniciales en torno a los 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ o, en la costa si la recarga se sigue de una intensificación de la circulación general que provoca el giro del viento en el interior limitando la célula de brisas a la franja costera.

3.1.5. Consideraciones para la modelización de la dinámica de contaminantes

En el área del influencia del complejo cerámico de Castellón, debe tenerse en cuenta que el estudio del transporte y difusión de contaminantes requiere una fina resolución espacial y temporal de los parámetros implicados, debido principalmente a la complejidad de los procesos atmosféricos que se suelen dar y a la orografía, tal como se ha expuesto en las secciones anteriores. Es por ello, que la utilización de los modelos de calidad del aire que tengan en cuenta las condiciones específicas de la zona, con una topografía compleja sumada a unos procesos meteorológicos no estacionarios, resulta difícil. En muchas de las ocasiones se debe hacer uso de la alta resolución de las magnitudes meteorológicas que proporcionan los modelos numéricos meteorológicos. Así, la fiabilidad de los resultados con un modelo de calidad del aire (modelo de dispersión atmosférica de contaminantes) depende en gran medida de la exactitud con que se conocen las variables que definen la meteorología del entorno.

Un sistema integrado de modelización para estimar de forma acertada los niveles de la calidad del aire, debe incluir fundamentalmente tres módulos, que introducen todos los factores involucrados e íntimamente relacionados en la generación y dispersión de los contaminantes: (1) modelo de generación de emisiones, que describa la distribución temporal y espacial de las mismas, (2) modelo meteorológico, que describa el estado y evolución de la atmósfera en la cual se introducen las emisiones, (3) modelo de dispersión de contaminantes (fotoquímico y/o partículas), que describa las transformaciones químicas que tienen lugar, para unas emisiones y estado atmosférico.

De los tres módulos citados anteriormente, un modelo meteorológico y un modelo de emisiones, son primordiales para el estudio de la contaminación en zonas industrializadas próximas a terreno accidentados y con una distribución espacial y temporal de las emisiones gaseosas y partículas como es el caso de la zona de cerámicas de Castellón.

El modelo meteorológico seleccionado en función de su versatilidad debe ser capaz de incorporar la mayor parte de los procesos mesometeorológicos que se dan en la zona, considerando la interacción entre todas las escalas de estos procesos (desde sinóptica, regional hasta local), esto se hace mediante el uso de mallas anidadas. El estudio de los diferentes escenarios meteorológicos reproducidos por el

modelo, cada uno con sus características y peculiaridades propias, permitirá aproximar una respuesta al comportamiento de los episodios de contaminantes que ocurren en la zona.

Merece la pena mencionar que una de las ventajas del uso de los modelos meteorológicos es que pueden dar una gran cantidad de información sobre variables que no son medidas por lo general en las torres meteorológicas (por ejemplo parámetros de turbulencia, difusividad vertical, velocidad vertical, viento a distintas alturas sobre el suelo, etc.) facilitando un conocimiento más profundo sobre la dinámica atmosférica en el entorno, que sería impensable solo recurriendo a la información experimental ofrecida por la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica.

Para estudiar los niveles de contaminación de la zona es necesario una estimación de las emisiones en la zona de estudio mediante el desarrollo y aplicación de un modelo de emisiones para diferentes resoluciones temporales y espaciales y con alto grado de desagregación por lo que se refiere a los contaminantes considerados y las diferentes fuentes. Estos modelos de emisión deben dar las emisiones de la zona en el formato requerido por el modelo de dispersión de contaminantes. Posteriormente se debe hacer una estimación de la distribución espacial y temporal de las concentraciones de contaminantes a partir del desarrollo y/o aplicación de modelos de dispersión de contaminantes que utilicen las emisiones y variables meteorológicas estimadas por los modelos anteriormente reseñados para asistir en la evaluación de la calidad del aire en el área de cerámicas de Castellón de acuerdo con las directivas de calidad de aire.

Por último, este proceso de modelización lleva inherente un alto grado de incertidumbre, por ello es necesario hacer un esfuerzo de intentar determinar el grado de incertidumbre de los resultados obtenidos mediante técnicas de modelización, en primer lugar del modelo meteorológico y posteriormente del modelo de emisiones y dispersión (fotoquímico).

3.2. Base experimental

Para el presente trabajo se utilizó la información histórica disponible en la zona de estudio, referida tanto a medidas meteorológicas como de concentración ambiente, procedente de la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica y de la red meteorológica del CEAM, éstas fueron complementadas con simulaciones numéricas preliminares. Los trabajos de revisión del banco de datos disponible pretende poner de manifiesto las principales peculiaridades de la circulación atmosférica asociada al impacto de contaminantes, mientras que los ejercicios de modelización permitirán complementar los datos experimentales de la red y apreciar y discutir con más detalle los aspectos relevantes de estas circulaciones.

En la Tabla 3.1 se muestran las fuentes de información, especificando las magnitudes procesadas y el periodo considerado.

Tabla 3.1. Disponibilidad de magnitudes en los diferentes emplazamientos considerados.

Estaciones	SO ₂	CO	NO	NO ₂	NOX	O ₃	PST	PM ₁	PM _{2.5}	PM ₁₀	DIR	VEL	TEM	H.R	RAD	PLU	PRE	Inicio	Final
VILAFRANCA	X		X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	00/01/01	05/12/31
CIRAT	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	03/01/01	06/07/02
ALCORA	X	X	X	X	X	X			X	X								03/04/07	06/07/28
ONDA	X		X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	00/01/01	05/12/31
PENYETA	X		X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	00/01/01	05/12/31
GRAO	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X		00/01/01	05/12/31
BORRIANA	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	03/04/17	06/07/02
TM_Valbona											X	X	X					00/01/01	05/12/31
TM_Cirat											X	X	X	X				00/03/22	05/12/31

Los anteriores emplazamientos se sitúan en distintos puntos de la cuenca, tal y como se refleja en la Figura 3.2, donde se han especificado aquellos en los que se han procesado las medidas de viento disponibles. Los emplazamientos de Villafranca y Valbona no aparecen en la ventana, no situándose estrictamente dentro de la zona de interés, aunque conectados directamente con la misma a través de la circulación atmosférica en la cuenca. No obstante se han incluido en tanto que el primero de ellos representa la continuidad del flujo a través de la Rambla de la Viuda, registrando en gran medida los resultados de procesos fotoquímicos originados (o estimulados) en la zona costera, mientras que el emplazamiento de Valbona (del que sólo se ha considerado el viento), representa la continuidad de la circulación a lo largo de la cuenca del Mijares (Borriana, Onda, Cirat,...).

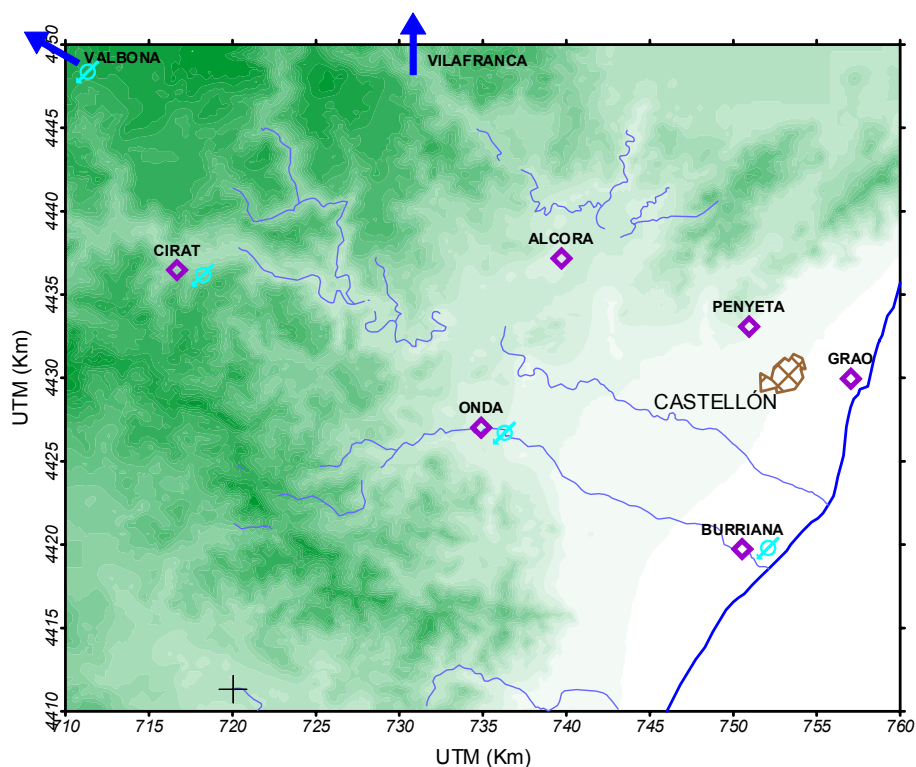


Figura 3.2. Características orográficas del área de estudio y ubicación de los emplazamientos de medida.

El entorno cerámico presenta como característica principal, desde el punto de la dinámica atmosférica, el situarse en el seno de una de las importantes cuencas aéreas de la vertiente mediterránea, donde se desarrollan frecuentes e intensas circulaciones mesoescalares con los atributos descritos más arriba. Ello condiciona tanto el impacto de las emisiones en el entorno próximo como los niveles normales característicos que se alcanzan (por ejemplo, se trata de una zona en general bien ventilada - así, son raros los periodos de calmas prolongados - pero por el contrario, sometida a procesos recirculatorios, lo que favorece el envejecimiento de las masas de aire bajo la influencia de las emisiones locales).

Tabla 3.2. Estadística descriptiva de las magnitudes disponibles para los diferentes emplazamientos.

	Magnitud	Media	Sigma	Máx	Mín	%Vál.		Magnitud	Media	Sigma	Máx	Mín	%Vál.
VILAFRAN.	SO ₂	7.	11.7	449.	3.	91.4	PENYETA	SO ₂	9.	13.0	306.	3.	93.6
	O ₃	81.	25.0	194.	2.	86.8		O ₃	65.	27.2	197.	2.	94.5
	NO	5.	5.0	144.	3.	88.7		NO	5.	9.8	419.	1.	92.1
	NO ₂	9.	9.1	158.	4.	88.7		NO ₂	17.	15.5	288.	4.	92.1
	NO _x	16.	15.2	269.	6.	88.7		NO _x	24.	26.1	762.	6.	92.1
	PST	19.	14.3	263.	4.	91.4		PST	29.	26.8	429.	5.	86.6

Tabla 3.2. (continuación).

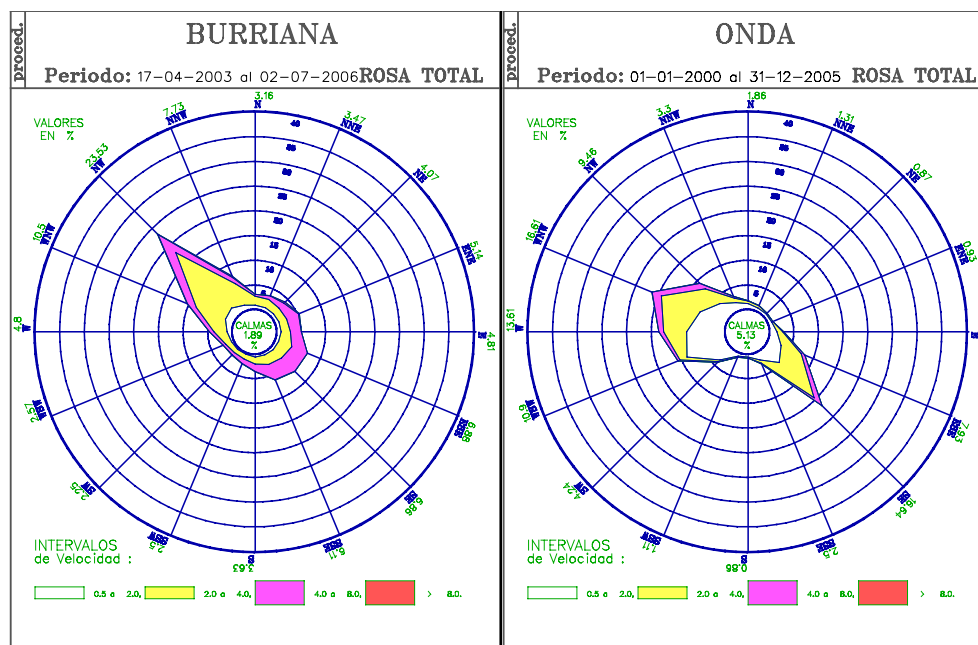
	Magnitud	Media	Sigma	Máx	Mín	%Vál.		Magnitud	Media	Sigma	Máx	Mín	%Vál.
VILAFRAN.	Veloc.	4.1	3.1	21.6	0.1	93.0	PENYETA	Veloc.	1.7	1.3	11.1	0.1	96.3
	Direc.	290.9	107.9	360.0	0.0	79.6		Direc.	232.4	119.9	360.0	0.0	96.3
	Temp.	11.1	7.4	33.7	-9.9	93.9		Temp.	18.0	5.7	34.9	-2.0	90.0
	H.Rel.	66.4	18.8	100.0	0.0	87.0		H.Rel.	65.4	18.0	100.0	14.0	90.0
	R.Sol.	165.6	251.0	1039.2	0.0	92.9		R.Sol.	169.6	252.3	1022.5	0.0	96.3
	Precip.	0.0	0.1	9.1	0.0	94.1		Precip.	0.0	0.4	18.2	0.0	96.2
	Presión	901.8	2.6	912.5	900.0	0.2		Presión	1005.6	7.7	1030.5	973.3	96.3
CIRAT	SO ₂	5.	3.1	57.	3.	15.7	GRAO	SO ₂	6.	6.4	309.	3.	88.8
	CO	0.	0.2	1.	0.	9.6		CO	1.	0.3	3.	0.	85.6
	O ₃	61.	30.9	170.	2.	39.7		O ₃	48.	35.4	190.	2.	94.5
	NO	6.	4.1	17.	2.	9.3		NO	19.	34.5	691.	2.	88.7
	NO ₂	12.	8.4	58.	4.	9.3		NO ₂	29.	20.9	269.	4.	88.7
	NO _x	21.	14.1	82.	6.	9.3		NO _x	57.	65.9	873.	6.	88.7
	PM ₁	8.	6.5	44.	0.	12.3		PST	47.	29.6	517.	5.	93.6
	PM _{2.5}	11.	7.5	51.	0.	12.3		Veloc.	1.7	1.4	12.5	0.1	96.6
	PM ₁₀	14.	10.5	190.	0.	12.3		Direc.	332.4	103.2	360.0	0.0	96.5
	Veloc.	0.8	0.5	4.0	0.0	15.6		Temp.	17.5	6.2	34.0	-0.2	89.0
	Direc.	48.8	87.0	359.8	0.2	15.8		H.Rel.	69.7	18.7	99.0	0.0	90.2
	Temp.	16.7	8.3	41.7	-3.1	42.6		R.Sol.	162.6	235.6	936.3	0.0	95.2
	H.Rel.	65.4	21.8	100.0	10.0	42.7		Precip.	0.0	0.1	7.9	0.0	95.2
	R.Sol.	126.7	216.5	980.3	0.0	12.9		T. Met. VALBONA	Direc.	283.0	120.4	360.0	0.0
Precip.	0.0	0.1	3.6	0.0	15.8	Veloc.	0.8		0.5	6.8	0.0	60.7	
Presión	969.2	10.0	988.0	929.3	15.7	Sig_VEL	12.7		7.4	35.9	0.0	52.7	
ALCORA	SO ₂	7.	7.3	208.	0.	84.3	T. Met CIRAT	Temp.	5.1	2.9	19.4	0.0	61.1
	CO	0.	0.1	1.	0.	82.5		Direc.	1.8	86.5	359.9	0.3	78.0
	O ₃	57.	33.2	173.	1.	82.9		Sig_DIR	16.2	8.4	79.7	0.0	78.0
	NO	12.	25.4	494.	0.	81.2		Veloc.	3.2	2.1	16.6	0.0	78.0
	NO ₂	29.	18.4	156.	0.	81.2		Sig_VEL	0.9	0.5	4.4	0.0	78.0
	NO _x	49.	51.5	711.	6.	50.0		VEL_Max	4.9	3.2	21.8	0.2	24.3
	PM _{2.5}	17.	11.6	410.	0.	77.9		Temp.	15.0	7.1	37.7	0.0	77.1
PM ₁₀	39.	23.5	410.	0.	82.1	H.Rel.	65.3	21.8	101.3	10.8	24.3		
BORRIANA	SO ₂	6.	5.3	279.	0.	96.1	ONDA	Precip.	6.0	49.0	984.7	0.0	24.2
	CO	0.	0.2	2.	0.	87.7		SO ₂	5.	5.0	155.	3.	91.0
	O ₃	47.	36.3	177.	0.	92.2		O ₃	68.	28.6	182.	2.	89.3
	NO	9.	17.0	307.	0.	90.9		NO	6.	7.2	162.	2.	85.0
	NO ₂	22.	17.0	108.	0.	90.9		NO ₂	13.	12.1	162.	4.	85.0
	NO _x	33.	31.1	285.	6.	55.0		NO _x	22.	19.1	360.	6.	85.0
	PM _{2.5}	17.	11.2	369.	0.	88.1		PST	51.	42.3	515.	5.	89.1
	PM ₁₀	34.	18.5	364.	1.	94.8		Veloc.	2.1	1.4	13.7	0.1	94.4
	Veloc.	3.4	1.7	12.7	0.0	97.4		Direc.	219.8	84.7	360.0	0.0	95.5
	Direc.	304.0	106.4	360.0	0.1	95.5		Temp.	18.1	7.1	40.8	-1.8	91.3
	Temp.	18.3	8.1	42.6	-3.8	94.2		H.Rel.	63.1	21.2	99.0	5.0	93.0
	H.Rel.	74.0	18.8	100.0	12.5	93.8		R.Sol.	171.7	251.7	997.5	0.0	95.9
	R.Sol.	151.5	226.3	999.3	0.0	91.3		Precip.	0.0	0.1	5.9	0.0	95.8
	Precip.	0.0	0.1	4.8	0.0	97.3		Presión	996.5	7.0	1017.3	966.3	95.8
	Presión	1008.3	6.8	1037.0	971.5	96.7							

En la Tabla 3.2 se presentan los valores estadísticos característicos de los anteriores emplazamientos, obtenidos para el periodo indicado (sobre los valores

medios horarios). Dado que la cobertura es en ocasiones desigual, se indica el porcentaje de medidas válidas disponibles en el intervalo.

3.2.1. Medidas en superficie. Ciclos estacionales

La compilación bruta de los registros de viento a través del transecto que configuran las cuatro estaciones (Borriana, Onda, Cirat y Valbona) en diferentes puntos del curso del Mijares, tal y como se muestran en las siguientes rosas de vientos (Figura 3.3) para la totalidad del periodo disponible, pone de manifiesto la fuerte constricción que la propia cuenca impone a las direcciones de flujo permitidas. La morfología última viene determinada por las peculiaridades de cada emplazamiento en concreto, participando todos ellos de una distribución claramente bimodal, reflejo de un predominio de los ciclos diurnos propios de un emplazamiento de valle, reforzado habitualmente por el acoplamiento de la brisa costera. En todos los casos, como rasgo general, los vientos de componente oeste, procedentes del interior, presentan la mayor proporción de velocidades bajas, correspondientes a la componente nocturna de los flujos locales, de menor intensidad, así como la mayor proporción de velocidades altas, correspondientes en esta ocasión a la canalización de las circulaciones sinópticas, normalmente del oeste en estas latitudes.



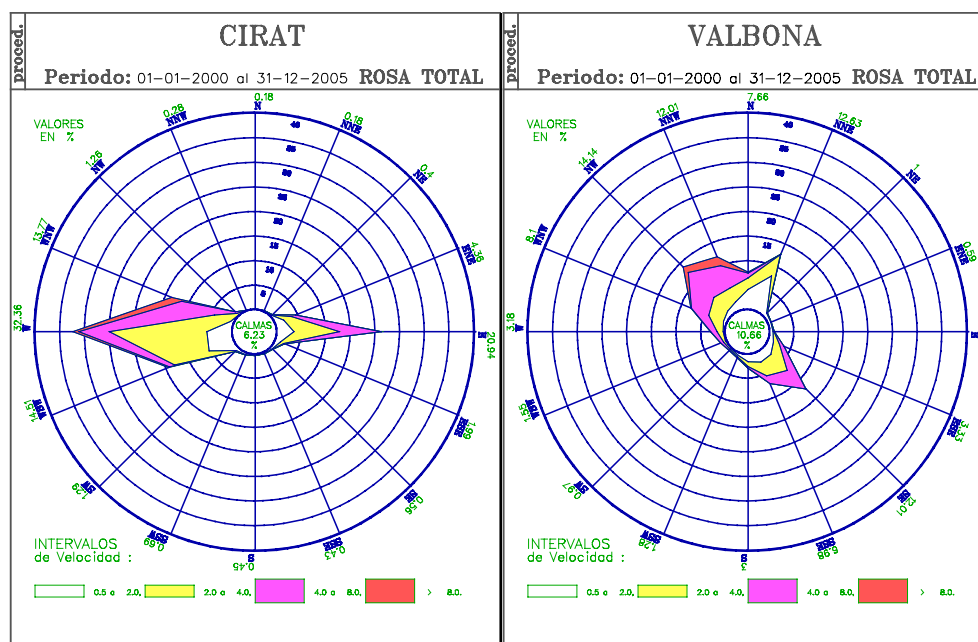


Figura 3.3. Rosas de viento totales para los emplazamientos de Borriana, Onda, Cirat y Valbona.

Como peculiaridades de cada emplazamiento cabe destacar la mayor amplitud del abanico de direcciones procedentes del mar en áreas más costeras, mientras que cuenca arriba la circulación diurna suele estar restringida al cauce principal, mostrándose una mayor variedad de direcciones de los vientos del tercer y cuarto cuadrante, donde participan ahora la cuenca principal así como posibles cauces subsidiarios (interaccionando entre sí de forma compleja). Esto se aprecia, por ejemplo, en el caso de la rosa de vientos de Onda y de Valbona (Cirrat, por el contrario, se encuentra mucho más constreñido por las características del punto de medida, fuertemente encajonado).

La variación estacional se manifiesta alterando ligeramente el patrón anterior, en general pesándose más la componente marítima durante los meses estivales, mientras que la mayor frecuencia de condiciones de circulación a gran escala durante el periodo invernal refuerza las componentes de poniente, así como la intensidad de los vientos.

A modo de ejemplo se muestran las correspondientes rosas de viento de la cabina de Onda (Figura 3.4). En este emplazamiento el valle principal toma una dirección aproximadamente SE-WNW, a lo largo de cuyos ejes se agrupan las correspondientes direcciones principales. No obstante, la componente nocturna viene regida por una vertiente subsidiaria del principal, cuya dirección se alinea aproximadamente con un WSW. Puede apreciarse que los vientos procedentes de esta dirección resultan más flojos en general que los alineados a lo largo del eje principal, que acaba imponiendo su régimen tanto en el caso de canalización de vientos intensos como al desarrollarse el régimen nocturno en toda su intensidad.

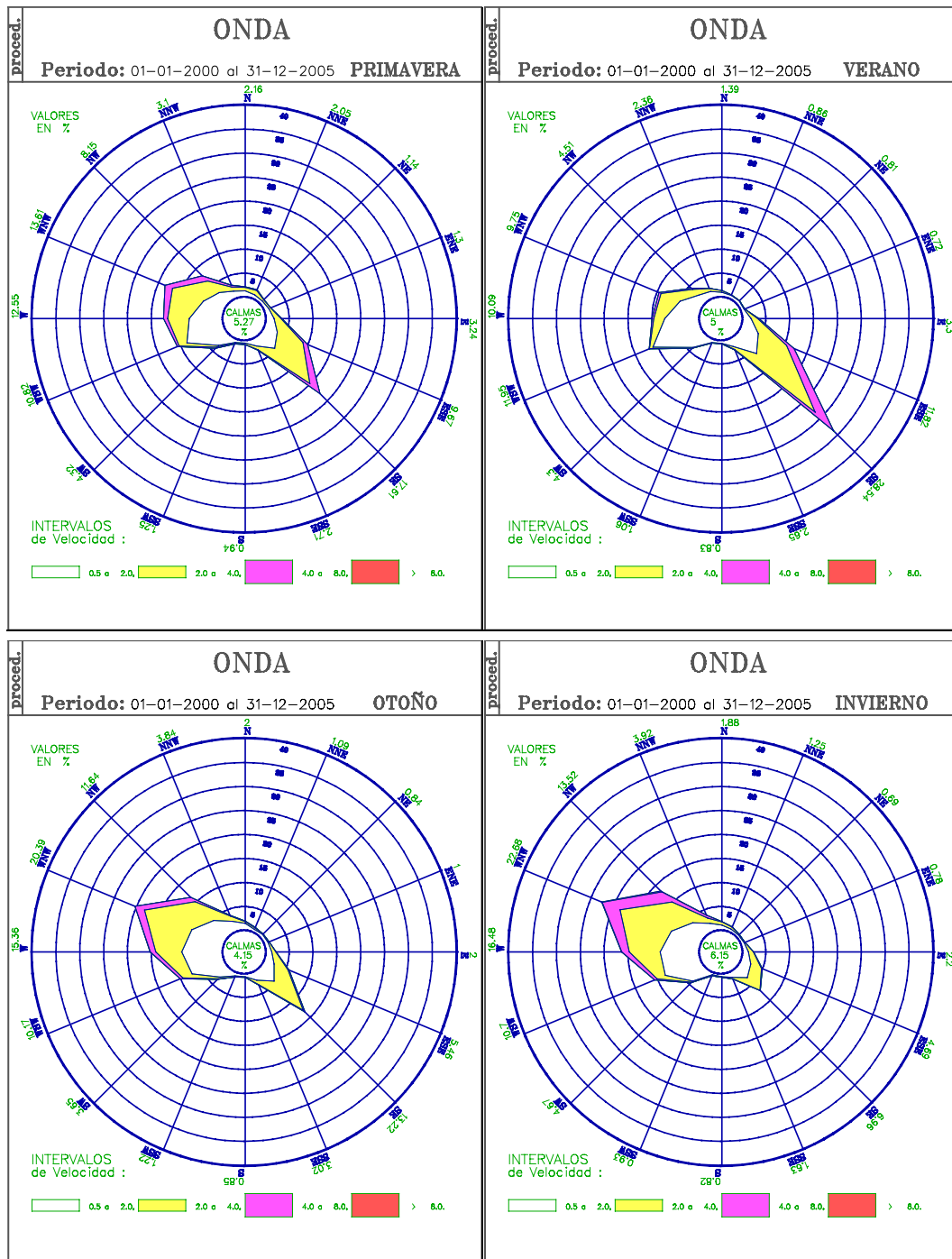


Figura 3.4. Rosas de viento estacionales para el emplazamiento de Onda.

3.2.2. Medidas en superficie. Ciclos diarios

La distribución de frecuencias de viento, tal y como se presenta en las gráficas adjuntas, complementa la información de las rosas y muestra más claramente este comportamiento cíclico a lo largo del día, con una onda mar-tierra bien definida (Figura 3.5). El flujo nocturno se reparte en torno a las direcciones de WSW (valle secundario), con vientos más flojos en general, que se desarrollan en la primera parte del periodo

nocturno, alineándose posteriormente con el valle principal, con direcciones próximas al WNW y vientos más intensos. Durante el día la circulación es preferentemente marina (~ESE), aunque se registran vientos de poniente (de carácter sinóptico) alineados con el valle principal y también con velocidades más altas.

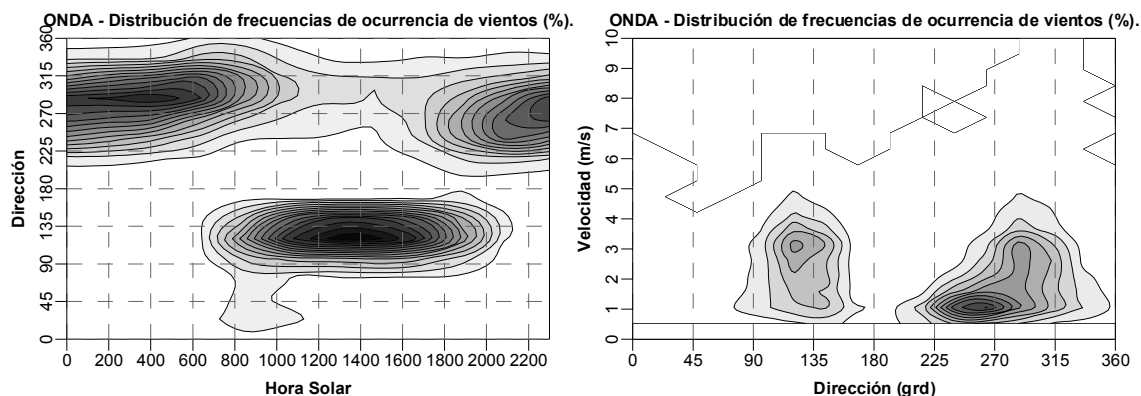


Figura 3.5. Distribuciones de frecuencias del viento en el emplazamiento de Onda.

En las estaciones más costeras (por ejemplo, Borriana) la onda diurna es también clara, según confirman las gráficas de frecuencias siguientes de acuerdo al patrón de la rosa de vientos (Figura 3.6). En este caso el carácter más abierto del emplazamiento hace que los rumbos procedentes del mar se distribuyan a lo largo de un abanico más amplio de direcciones. La componente diurna se centra en torno a SE con velocidades más altas en general, y un eje de terrales en torno al NE, también con una proporción de vientos más flojos, correspondientes a derrames nocturnos y periodos transitorios. (La ausencia de canalización en este punto de la plana costera hace que globalmente los vientos procedentes del mar sean más intensos que los asociados a condiciones de circulación a gran escala del oeste).

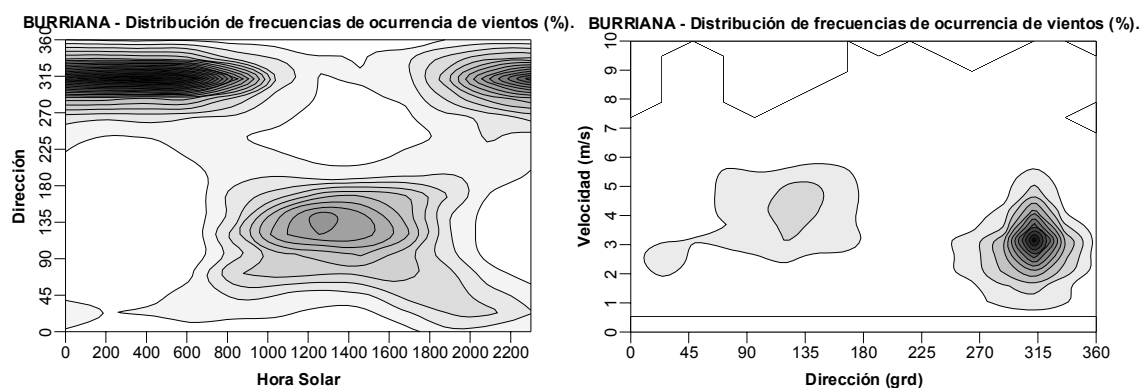


Figura 3.6. Distribuciones de frecuencias del viento en el emplazamiento de Borriana.

Los diferentes regímenes se reflejan en las gráficas siguientes de distribución de velocidades, correspondientes a vientos promedio y máximos respectivamente (Figura 3.7). En lo que se refiere a la media, predomina una circulación diurna, con vientos

más elevados durante el día, coincidiendo con el periodo marino de la brisa, mientras que los máximos de viento se distribuyen preferentemente en torno a las direcciones NNW y NE, correspondientes en ambos casos a características situaciones de circulación a escala sinóptica en la costa levantina.

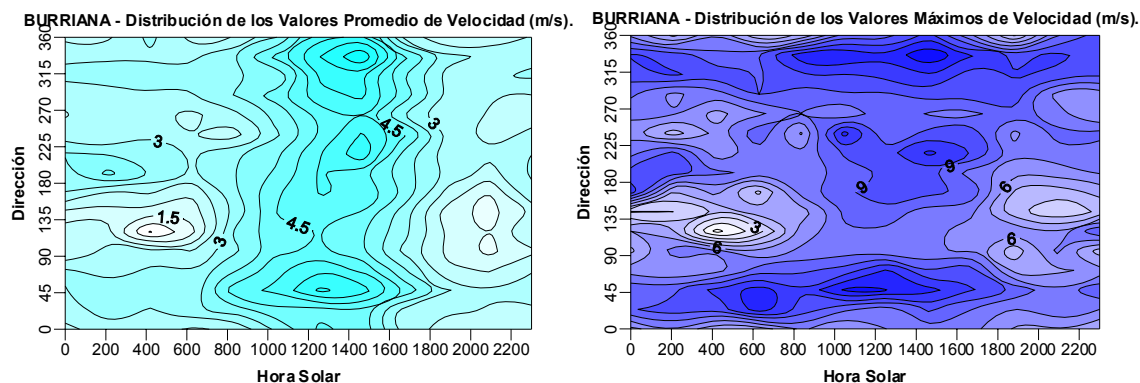


Figura 3.7. Distribuciones de la intensidad del viento (medias y máximas) en el emplazamiento de Borriana.

Este régimen conduce a un patrón de inmisión fuertemente condicionado por estas circulaciones mesoescalares, que muestran a su vez un comportamiento con una clara evolución diurna, modulada estacionalmente, tal y como se muestra en la gráfica adjunta de ciclos de promedios mensuales para la misma estación de Borriana. La variación mensual absoluta (Figura 3.8) presenta un máximo estival bien definido en el caso del ozono y en menor medida para las partículas, siendo por el contrario mínimo en el caso del NO_2 y SO_2 . Además, en el caso de este último la distribución diaria es claramente unimodal en todos los meses del año, con los máximos durante la madrugada, mientras que partículas y óxidos de nitrógeno presentan un comportamiento más bimodal, claramente durante los meses más fríos, y en menor medida durante el verano (en ocasiones con un único máximo coincidente con el pico de SO_2).

El ozono registra sus valores máximos ligados exclusivamente al régimen marino del periodo de brisa, coincidente con las horas centrales del día. En las zonas costeras las intrusiones de niveles elevados con circulaciones del interior son poco relevantes y no presentan una especial variación con la hora del día (Figura 3.9).

El efecto de la ventilación y dispersión durante el día es claro en la explicación del comportamiento de los niveles de inmisión en el caso de los compuestos primarios, a diferencia del ozono que presenta los valores máximos con el periodo de insolación. El máximo a primeras horas de la mañana parece coincidir con procesos de fumigación previos al establecimiento del régimen de brisa diurno y la consiguiente limpieza de la atmósfera. La presencia de un segundo pico al final del día indica la condición antropogénica de la especie, a diferencia del dióxido de azufre cuyo origen es claramente industrial. La ampliación de la onda diurna durante el periodo más estival explicaría la desaparición de este segundo máximo en los registros de

partículas y NO_2 por efecto de una mayor limpieza, quedando reducido a una pequeña inflexión nocturna.

El comportamiento horario de las inmisiones (Figura 3.10), tal y como se aprecia en las figuras de distribución de los valores medios, muestra que este impacto matinal de NO_2 y TSP es ligeramente diferente, en cuanto que los óxidos de nitrógeno tienen un mínimo para direcciones de levante (en realidad a todas horas) mientras que las partículas en suspensión presentan el máximo entre la 6 y 8 horas solares, precisamente para direcciones del primer y segundo cuadrante. Ello indicaría que estos impactos de NO_2 estarían relacionados principalmente con condiciones de advección de tierra, mientras que las partículas requerirían una situación de fuerte encalmamiento (los niveles elevados correlacionarían mejor con velocidades bajas que con una situación de transporte efectivo).

El segundo máximo diario se registra al final de la tarde y nuevamente tiene un claro origen antropogénico, afectando tanto a NO_2 como en las TSP, pudiendo observarse cómo no solamente se hace más patente durante el periodo invernal, sino que se adelanta en la hora de ocurrencia con relación al acortamiento paralelo del periodo diurno de la brisa.

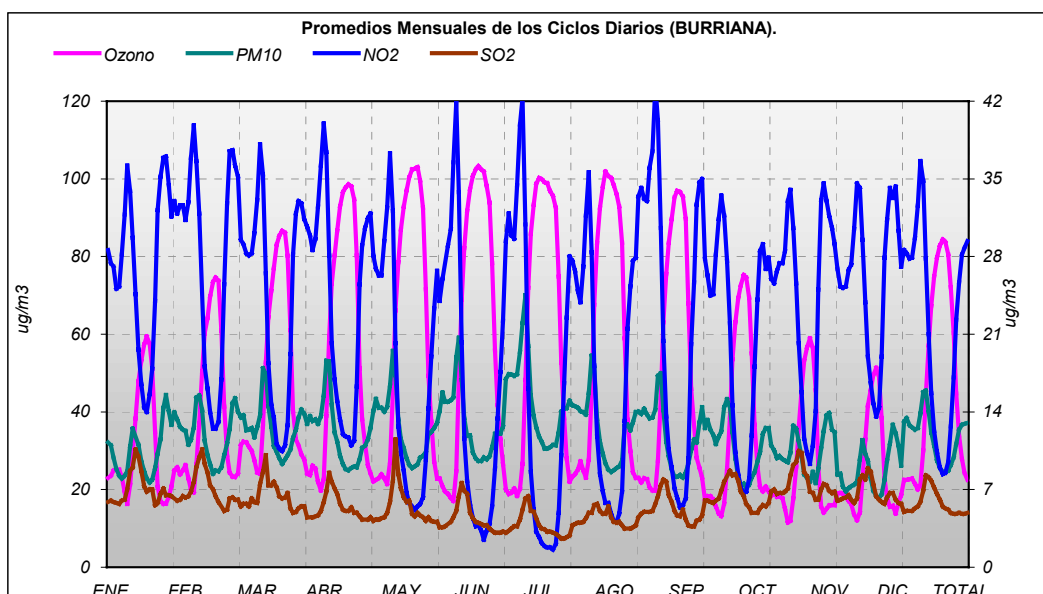


Figura 3.8. Evolución mensual de los ciclos diarios promedios de los niveles de inmisión en Borriana.

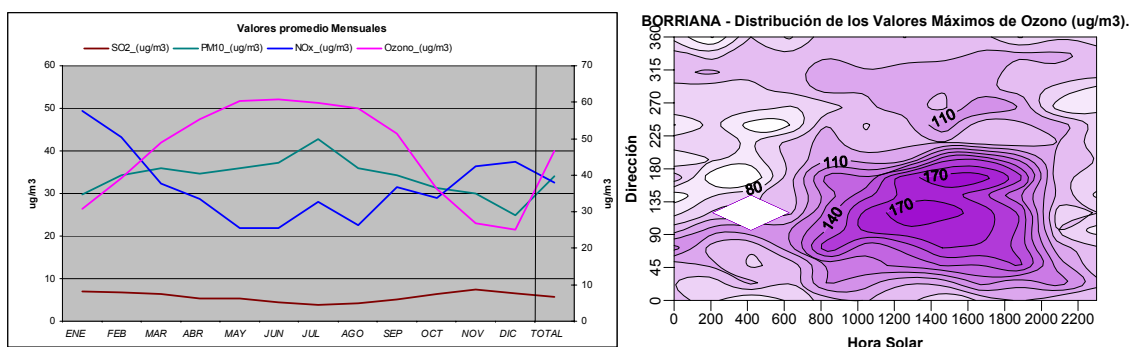


Figura 3.9. Valores promedios mensuales y distribución de los máximos de ozono en el emplazamiento de Borriana.

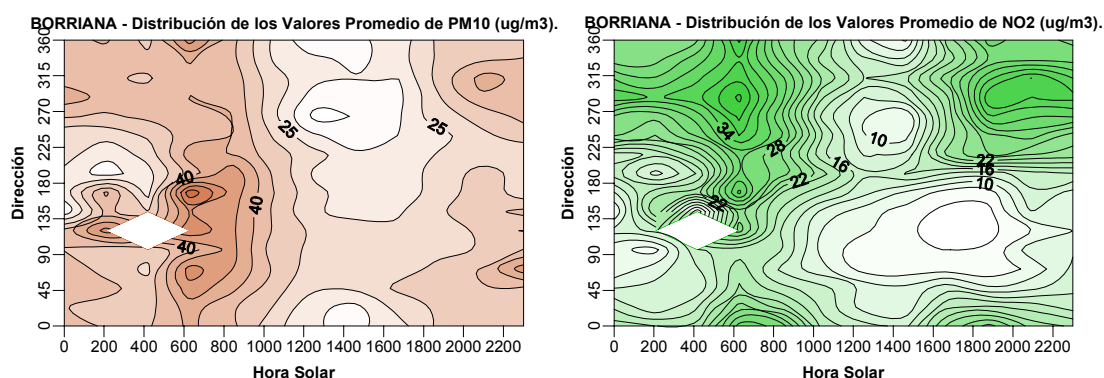


Figura 3.10. Distribuciones de los valores promedio de Partículas y NO₂ en el emplazamiento de Borriana.

En la estación de Onda el comportamiento cíclico de los niveles de inmisión es igualmente reflejo del régimen de brisas que predomina en la estación (Figura 3.11). Las concentraciones se manifiestan sensiblemente inferiores a las registradas en la estación de Borriana, siendo las características del entorno muy diferentes, y en concreto su ubicación relativa respecto a los potenciales focos de emisión (si bien los periodos de trabajo no coinciden, ver tabla 3.1, lo que podría justificar algunas de las diferencias estadísticas observadas). La evolución estacional también muestra una clara influencia mesoescalar, con un comportamiento promedio a lo largo del año con características similares: máximos estivales para ozono y partículas totales y disminución invernal, con un comportamiento inverso para óxidos de nitrógeno y, en menor medida, dióxido de azufre. En este caso los impactos de SO₂ son principalmente por transporte directo a través de la brisa, con un máximo durante las horas centrales del día, mientras que partículas y especialmente óxidos de nitrógeno muestran una distribución bimodal más persistente a lo largo de todo el año.

El ozono, tal y como se presenta en la figura de distribución de máximos (Figura 3.12), muestra un comportamiento similar al del emplazamiento de Borriana, aunque con valores promedios ligeramente superiores, lo que sugiere que la dinámica de esta especie química está ligada a procesos de mesoescala, menos condicionados por influencias muy locales. Simplemente cabe destacar la mayor incidencia en los máximos del transporte del oeste, de nuevo sin un patrón horario definido.

Durante el invierno las emisiones próximas de NO_2 persisten durante mayor tiempo por lo que los picos de primera y última hora del día se enmascaran, mientras que en verano la limpieza eficaz de las horas centrales resalta contribuye a resaltarlos. Puede observarse que con circulaciones del primer y segundo cuadrante ya no llega aire limpio de óxidos de nitrógeno, al encontrarse este emplazamiento en dicho régimen a sotavento de la actividad industrial.

El impacto particulado muestra su máximo por la mañana, aunque no tan temprano que en el caso anterior del punto costero (Figura 3.13). Ello sugiere una mayor incidencia no tanto en condiciones de vientos flojos como durante el inicio de transporte de la masa aérea hacia el interior de la cuenca, disminuyendo a partir de ese momento a medida que la circulación establecida contribuye a limpiar los niveles.

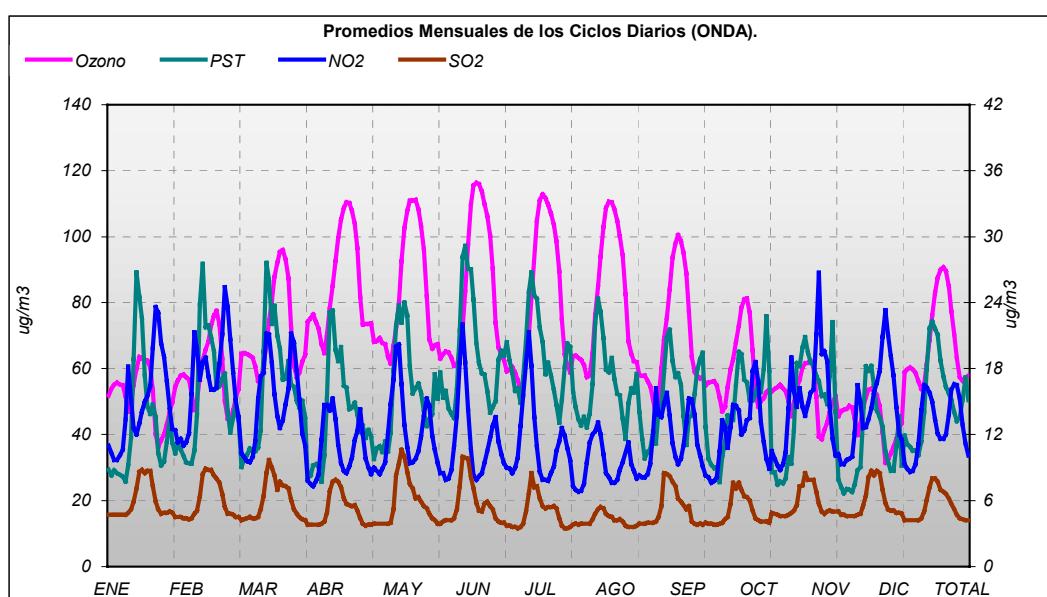


Figura 3.11. Evolución mensual de los ciclos diarios promedios de los niveles de inmisión en Onda.

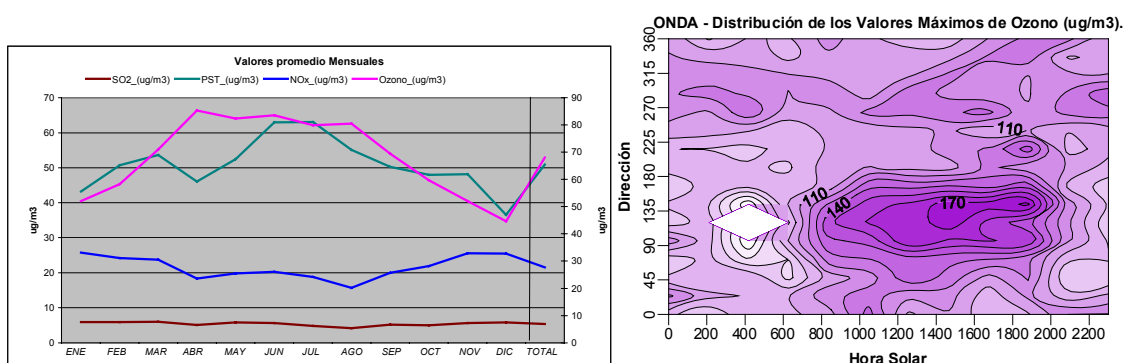


Figura 3.12. Valores promedios mensuales y distribución de los máximos de ozono en el emplazamiento de Onda.

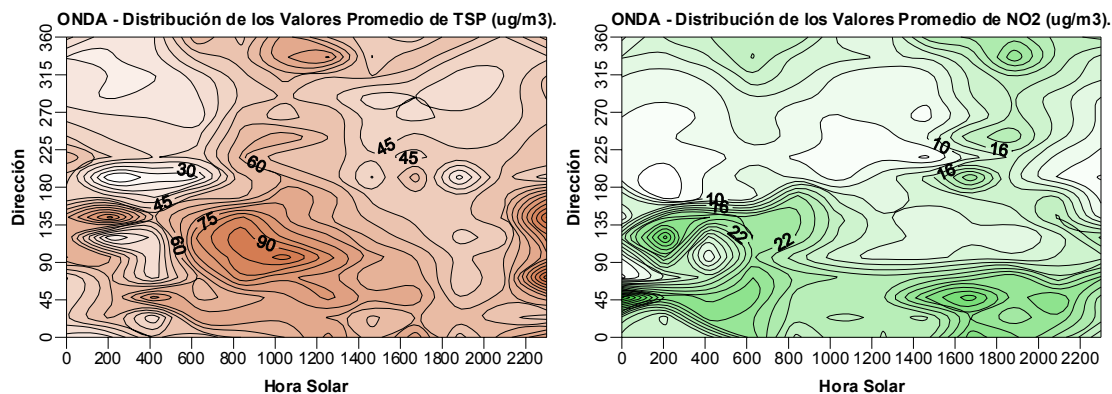


Figura 3.13. Distribuciones de los valores promedio de TSP y NO₂ en el emplazamiento de Onda.

Un emplazamiento como el de Alcora (no se dispone de medidas de viento para el mismo), situado ligeramente más al interior de la cuenca, en la rama del río Mijares que se canaliza a lo largo de la Rambla de la Viuda, con dirección SSW-NNE, muestra niveles elevados de óxidos de nitrógeno (lo que indica una mayor exposición a emisiones de tráfico e industriales), con valores promedios mensuales similares a los del emplazamiento de Onda para el resto de las especies. La variación de dichas medias mensuales presenta características cualitativas también parecidas, destacando la mayor incidencia relativa de los óxidos de nitrógeno durante el periodo invernal (Figura 3.14).

PM₁₀ y NO₂ vuelven a mostrar el doble pico diurno, lo que significa una influencia antropogénica local (pero a diferencia de la cabina anterior, la limpieza nocturna es menor por lo que se persisten niveles más elevados durante todo el día). El SO₂ vuelve a presentar un máximo aproximadamente central, indicativo de que se transporta con el flujo de valles, mientras que los niveles de PM_{2.5} resultan más irregulares, sin una evolución clara a lo largo de los meses. No obstante, tanto PM₁₀ como PM_{2.5} muestran ambas una evolución media mensual paralela, mostrando el característico máximo estival (Figura 3.15).

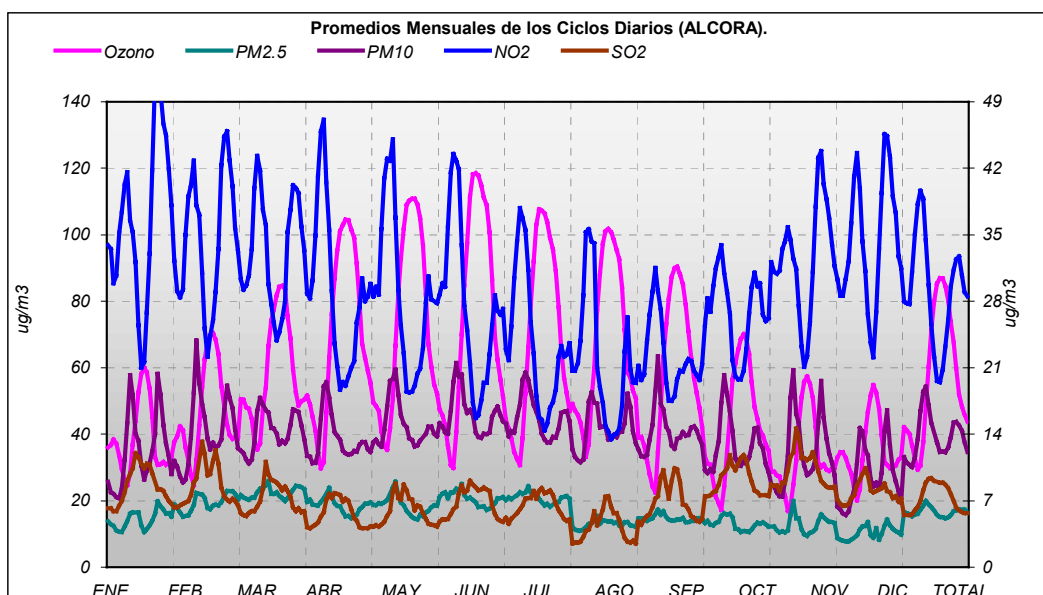


Figura 3.14. Evolución mensual de los ciclos diarios promedios de los niveles de inmisión en Alcora.

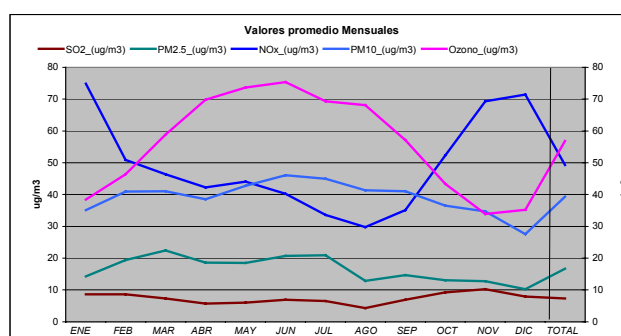


Figura 3.15. Valores promedios mensuales en el emplazamiento de Alcora.

Finalmente se ha considerado el emplazamiento de Vilafranca como punto de contraste con los anteriores. Situado hacia el interior castellonense, fuera de la ventana de trabajo, puede verse su posición en la Figura 3.2. Constituye la continuidad del flujo de la cuenca a lo largo de la Rambla de la Viuda, aunque por su posición aproximadamente en el vértice de las dos vertientes, puede quedar dentro de la celda de brisa costera levantina o bien de la circulación del valle del Ebro.

Los vientos, tal y como se manifiestan en la Figura 3.16, muestran la fuerte canalización del emplazamiento. Los vientos del SE llegan a través de la Rambla, procedentes de la costa correspondientes prácticamente en exclusiva a la componente diurna de la brisa, con intensidades moderadas (y es a esta circulación a la que están asociados los niveles más elevados de ozono, según la Figura 3.18).

La componente NNW engloba tanto las situaciones de brisa de la vertiente del Ebro como canalizaciones sinópticas (a lo largo de la cuenca del río Bergantes), con lo que las intensidades son sensiblemente más elevadas. La distribución horaria

presenta un máximo diurno debido a la contribución de la circulación catabática, aunque persiste a todas horas.

Finalmente la canalización del NE es menos frecuente, y su origen es principalmente debido a circulaciones a gran escala, por lo que las intensidades son también más elevadas y su distribución horaria es aproximadamente homogénea a lo largo de todo el día.

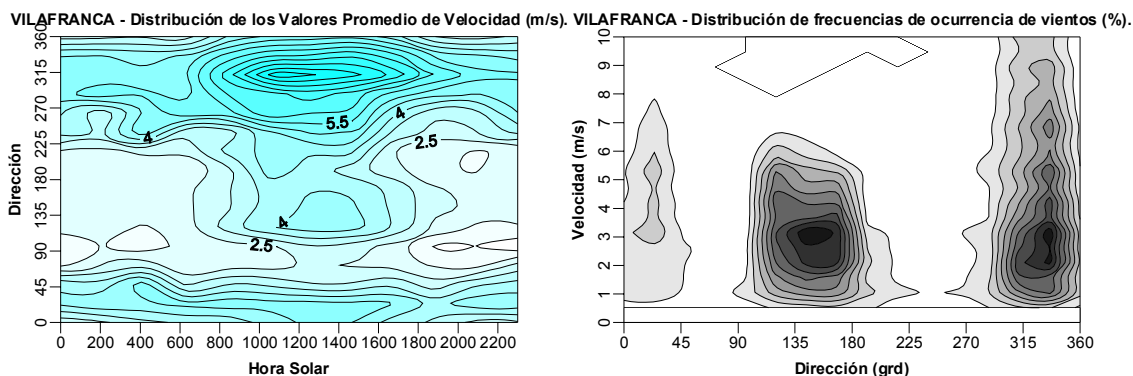


Figura 3.16. Distribuciones de la intensidad media y frecuencias del viento en el emplazamiento de Vilafranca.

Respecto a los niveles de inmisión, la primera apreciación es que los niveles de ozono son en general más elevados, con una menor oscilación diurna en promedio en todos los meses (no descendiendo durante la noche hasta valores tan bajos, si bien se mantiene la onda anual característica a lo largo del año, Figura 3.17). Esto es propio de este tipo de emplazamientos de altura y rurales, donde durante la noche no se encuentran expuestos directamente a emisiones antropogénicas y por lo tanto experimentan una menor eliminación del ozono, y por otro lado a la presencia de estratos de reserva inmersos en esta masa aérea.

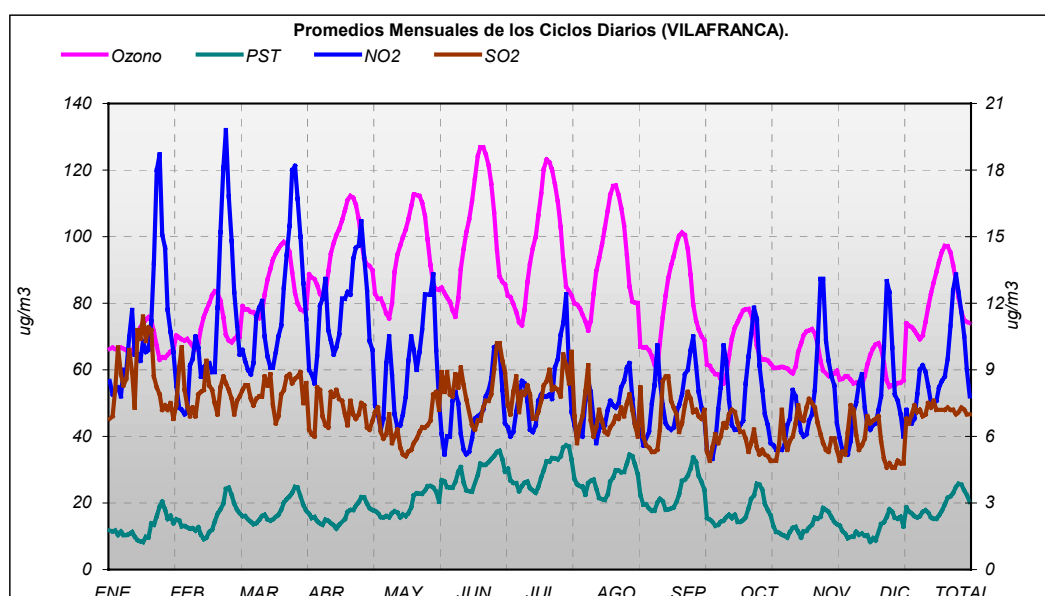


Figura 3.17. Evolución mensual de los ciclos diarios promedios de los niveles de inmisión en Vilafranca.

Tanto los óxidos de nitrógeno, de azufre y partículas muestran valores bajos en general, con una onda anual muy marcada en estas últimas, lo que indicaría una mayor influencia de los procesos recirculatorios estivales.

Cabe destacar que la mayor incidencia de NO_2 se localiza en torno a direcciones Sur, para casi todas las horas del día, debido a la influencia directa de un foco industrial en dicha orientación (Figura 3.18). Por contra, el material particulado se registra preferentemente para vientos del SE, (canalización a lo largo de la Rambla de la Viuda) y preferentemente a finales de la tarde. Cabría especular a la vista de este hecho sobre la naturaleza de dicho material particulado, dada la hora de máximo impacto, pudiendo tratarse de partículas secundarias formadas a partir de transformaciones fotoquímicas.

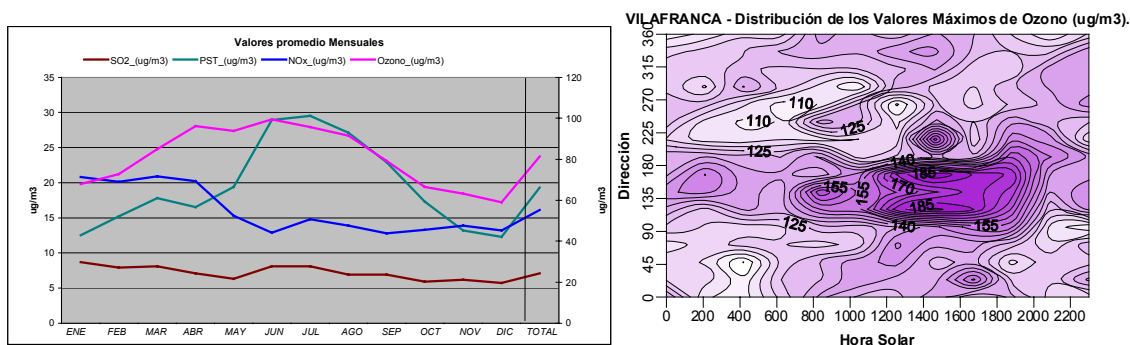


Figura 3.18. Valores promedios mensuales y distribución de los máximos de ozono en el emplazamiento de Vilafranca.

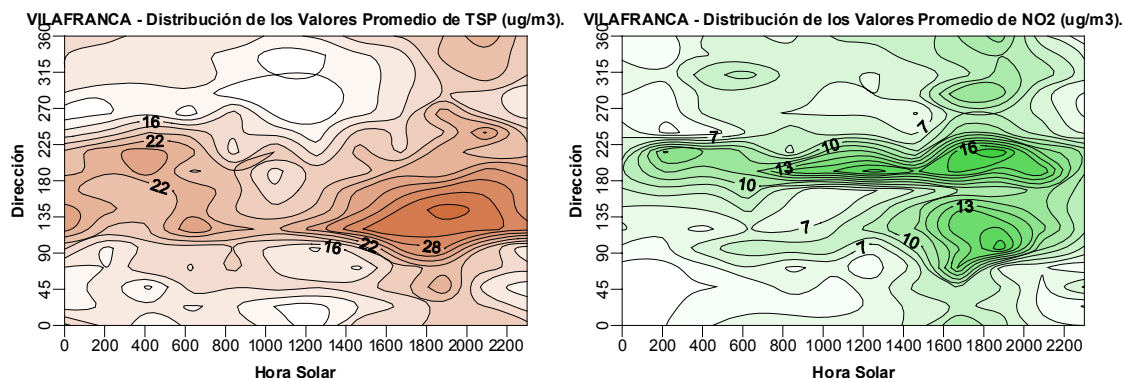


Figura 3.19. Distribuciones de los valores promedio de TSP y NO_2 en el emplazamiento de Vilafranca.

3.2.3. Estructura tridimensional de los ciclos diarios.

A continuación para complementar la estructura tridimensional del ciclo de brisas se presenta una secuencia de la distribución espacial del viento simulado por el modelo *MM5 (5th Generation NCAR Mesoscale Model, MMD/NCAR, 2004)* en la zona. De forma preliminar, se ha seleccionado una situación meteorológica que dio lugar a valores significativos tanto de ozono como de partículas. Este episodio

responde a la típica situación meteorológica de débil gradiente de presión con formación de baja térmica Ibérica y desarrollo de brisas de carácter local.

Con la salida del sol, comienzan en primer lugar los vientos de laderas y posteriormente se unen los vientos de valle arriba acoplados con la brisa de mar (Figura 3.20). Debido a la orientación orográfica en la zona, la brisa se ve favorecida y amplificada, en su estructura vertical (debido a la inyección de la topografía) y horizontal (debido a la canalización). A medida que el día avanza, tales sistemas circulatorios van aumentando su desarrollo espacial, penetrando mas kilómetros tierra adentro, canalizándose por los valles del Mijares, Palancia y alcanzando gran altura (como se ve en la Figura 3.21). Los contaminantes emitidos en la zona serán transportados por la brisa tierra adentro y difundidos por el estado turbulento de la atmósfera. La mezcla turbulenta de contaminantes durante el régimen de brisa es muy relevante debido a la gran cizalla de viento que se establece, así como a los fuertes gradientes de temperatura.

Alrededor de las 18-19 UTC la brisa barre prácticamente toda la zona de estudio, presentado inyecciones topográficas en los picos de la sierra de Javalambre y Peñarroya. Estos flujos ascendentes lanzan los contaminantes atrapados a cierta altura, siendo devuelto hacia el mar con el flujo de retorno de la brisa, creándose capas de reserva (ver Figura 3.21). Estos resultados corroboran el modelo conceptual descrito anteriormente.

Durante el periodo nocturno todas estas circulaciones de origen térmico se relajan, y después de un periodo de calma que puede durar hasta dos horas, el flujo invierte el sentido de su circulación, ahora dirigida de tierra a mar en los niveles inferiores de la atmósfera, devolviendo los contaminantes envejecidos a la zona del litoral.

Para analizar el poder difusor de la atmósfera y su estratificación térmica vertical se ha representado la energía turbulenta cinética (TKE) y la temperatura potencial junto con la componente uw del viento a lo largo de un corte transversal de Oeste a Este que aparece en la Figura 3.21. La figura nos muestra el espesor de la brisa y la capa de retorno del flujo. La TKE es una medida de la intensidad turbulenta y es proporcional a la tasa de dispersión de contaminantes. La TKE normalmente se produce dentro del espesor de la capa límite, su producción puede ser de origen mecánico debido a la cizalla del viento y de origen térmico (flotabilidad) debido al calentamiento solar.

Durante las horas centrales, ver la Figura 3.21 (arriba) correspondiente a las 12 UTC y 16 UTC, se muestra una capa sombreada en tonos grises, lo que muestra la altura hasta la que se pueden difundir los contaminantes a causa de la turbulencia atmosférica. También se observa en estas figuras la presencia de inyecciones inducidas por la topografía y por el frente de brisa que puede llegar a lanzar los contaminantes hasta una altura entre 4-5 km sobre el nivel del mar, dependiendo de la hora del día y zona de influencia. Esta masa contaminada que es lanzada a cotas superiores, creando la capa de reserva enriquecida y devolviendo los contaminantes

hacia el mar en el flujo de retorno de la circulación de brisas. A las 12 UTC y a las 16 UTC, existe una gran producción de turbulencia de origen térmico (flotabilidad), lo que hace que se generen gran cantidad de células convectivas (termales) sobre la superficie calentada. También hay generación de turbulencia por la cizalla del viento. Por la noche (Figura 3.21 abajo) la actividad convectiva cesa y los estratos adyacentes difícilmente se mezclan.

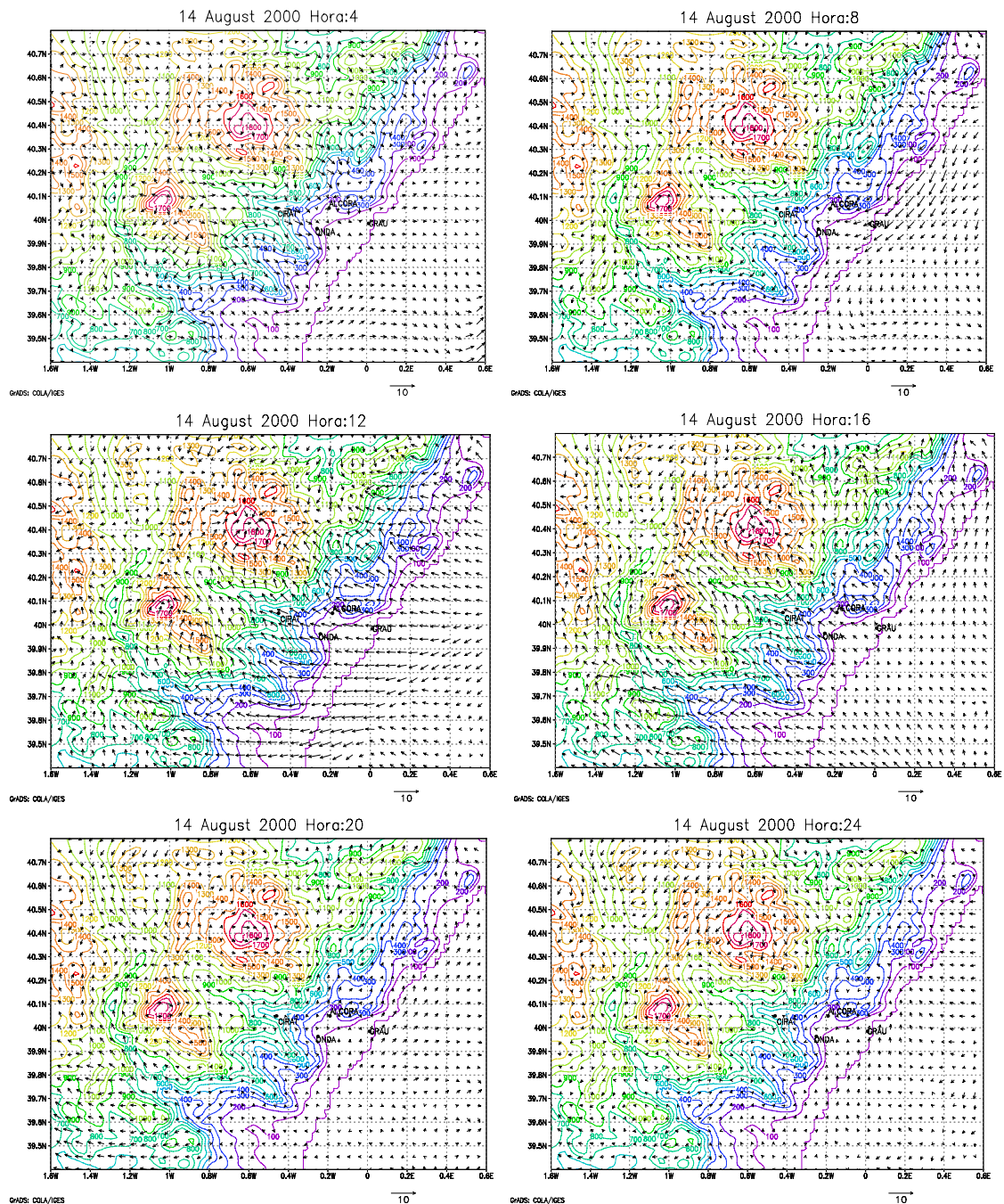
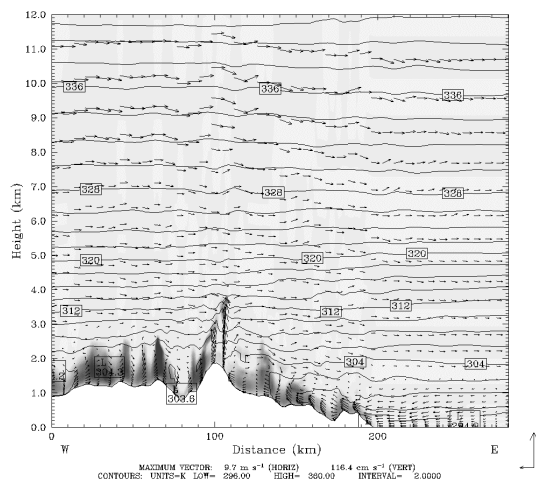
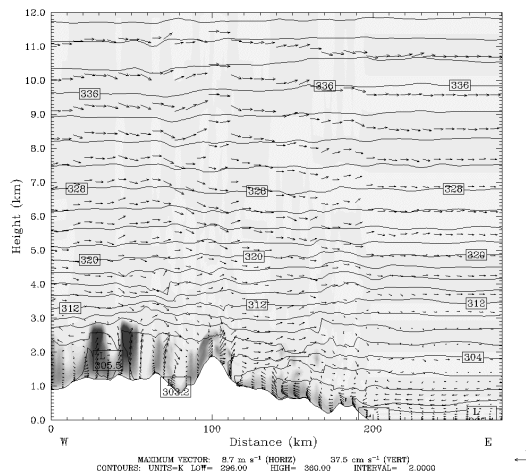


Figura 3.20. Evolución horaria del campo de viento superficial simulado por el modelo en la zona de Castellón durante el 14 de Agosto de 2000 a las 4 UTC, 8 UTC, 12 UTC, 16 UTC, 20 UTC y 24 UTC. No se han dibujado todas las flechas, únicamente cada 8 celdas.

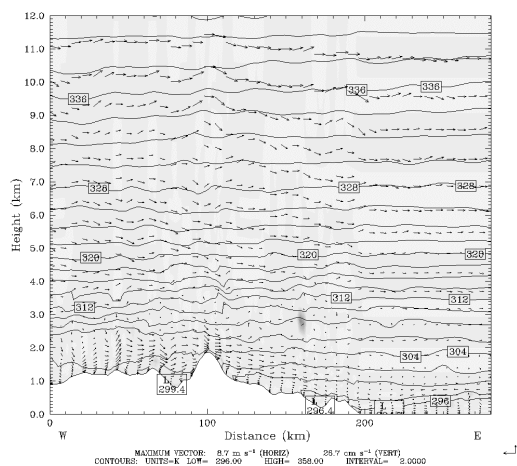
Dataset: D4 14 RIP: perfil D4 Init: 1800 UTC Sun 13 Aug 00
 Fcst: 18.00 Valid: 1200 UTC Mon 14 Aug 00 (1400 LST Mon 14 Aug 00)
 TURBULENT KINETIC ENERGY XY= 10.0,139.0 to 150.0,135.0
 Potential temperature XY= 10.0,139.0 to 150.0,135.0
 Circulation vectors XY= 10.0,139.0 to 150.0,135.0



Dataset: D4 14 RIP: perfil D4 Init: 1800 UTC Sun 13 Aug 00
 Fcst: 22.00 Valid: 1600 UTC Mon 14 Aug 00 (1800 LST Mon 14 Aug 00)
 TURBULENT KINETIC ENERGY XY= 10.0,139.0 to 150.0,135.0
 Potential temperature XY= 10.0,139.0 to 150.0,135.0
 Circulation vectors XY= 10.0,139.0 to 150.0,135.0



Dataset: D4 14 RIP: perfil D4 Init: 1800 UTC Sun 13 Aug 00
 Fcst: 26.00 Valid: 2000 UTC Mon 14 Aug 00 (2200 LST Mon 14 Aug 00)
 TURBULENT KINETIC ENERGY XY= 10.0,139.0 to 150.0,135.0
 Potential temperature XY= 10.0,139.0 to 150.0,135.0
 Circulation vectors XY= 10.0,139.0 to 150.0,135.0



Dataset: D4 15 RIP: perfil D4 Init: 1800 UTC Mon 14 Aug 00
 Fcst: 6.00 Valid: 0000 UTC Tue 15 Aug 00 (0200 LST Tue 15 Aug 00)
 TURBULENT KINETIC ENERGY XY= 10.0,139.0 to 150.0,135.0
 Potential temperature XY= 10.0,139.0 to 150.0,135.0
 Circulation vectors XY= 10.0,139.0 to 150.0,135.0

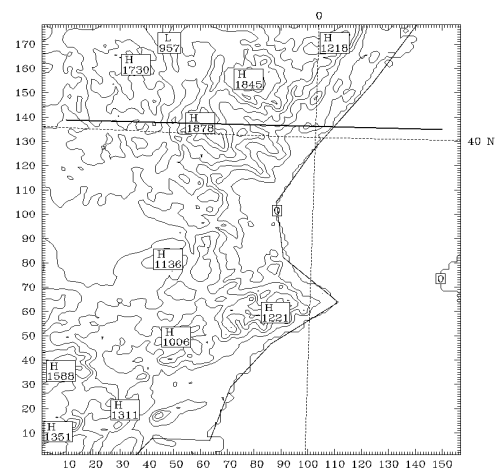
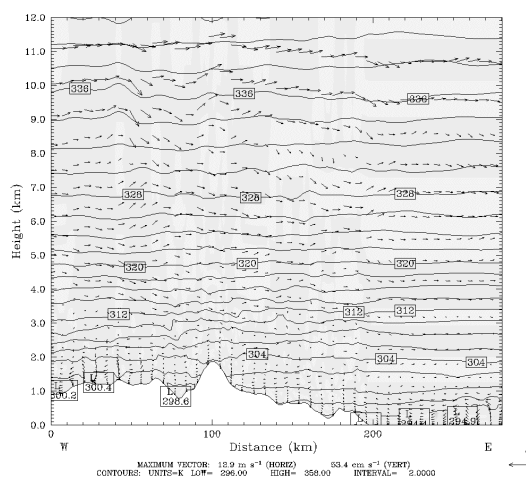


Figura 3.21. Sección vertical de Oeste a Este atravesando la sierra de Javalambre de la temperatura potencial, energía turbulencia cinética y componente uw (escala a la derecha) del día 14 de agosto de 2000 a las 12, 16 20 y 24 horas UTC respectivamente

3.2.4. Procesos de subsidencia

Un capítulo especial cabe dedicar a un aspecto especialmente relevante de la dinámica atmosférica en la vertiente levantina, donde la circulación atmosférica está dominada en gran medida por procesos mesoescalares, fuertemente ligados a la orografía del terreno, y que conduce al reforzamiento de la subsidencia anticiclónica sobre la costa. Este hundimiento de los capas atmosféricas superiores sobre la cola de la circulación de brisa, como compensación a la inyección en altura de los niveles inferiores que se produce en la zona frontal de la célula, tiene diferentes implicaciones desde el punto de vista de la evolución de los contaminantes (recirculación y formación de estratos enriquecidos, envejecimiento de las masas de aire, ...). Pero además introduce una limitación física para los procesos de mezcla de la atmósfera, en cuanto que refuerza la presencia de una inversión térmica a baja altura. Esta circunstancia es especialmente relevante en el caso de emplazamientos de valle, donde además la ventilación horizontal se encuentra constreñida por las correspondientes barreras orográficas.

En la Figura 3.22 se muestran a modo de ejemplo la evolución a lo largo del día (en cuatro momentos diferentes) de la distribución vertical de temperatura, humedad, velocidad y dirección sobre un punto de la costa de la Plana de Castellón. El perfil vertical de temperatura y humedad muestra el hundimiento de la masa de aire hasta niveles muy superficiales (por debajo de 300 m), desembocando en la formación de una fuerte inversión térmica muy próxima al suelo.

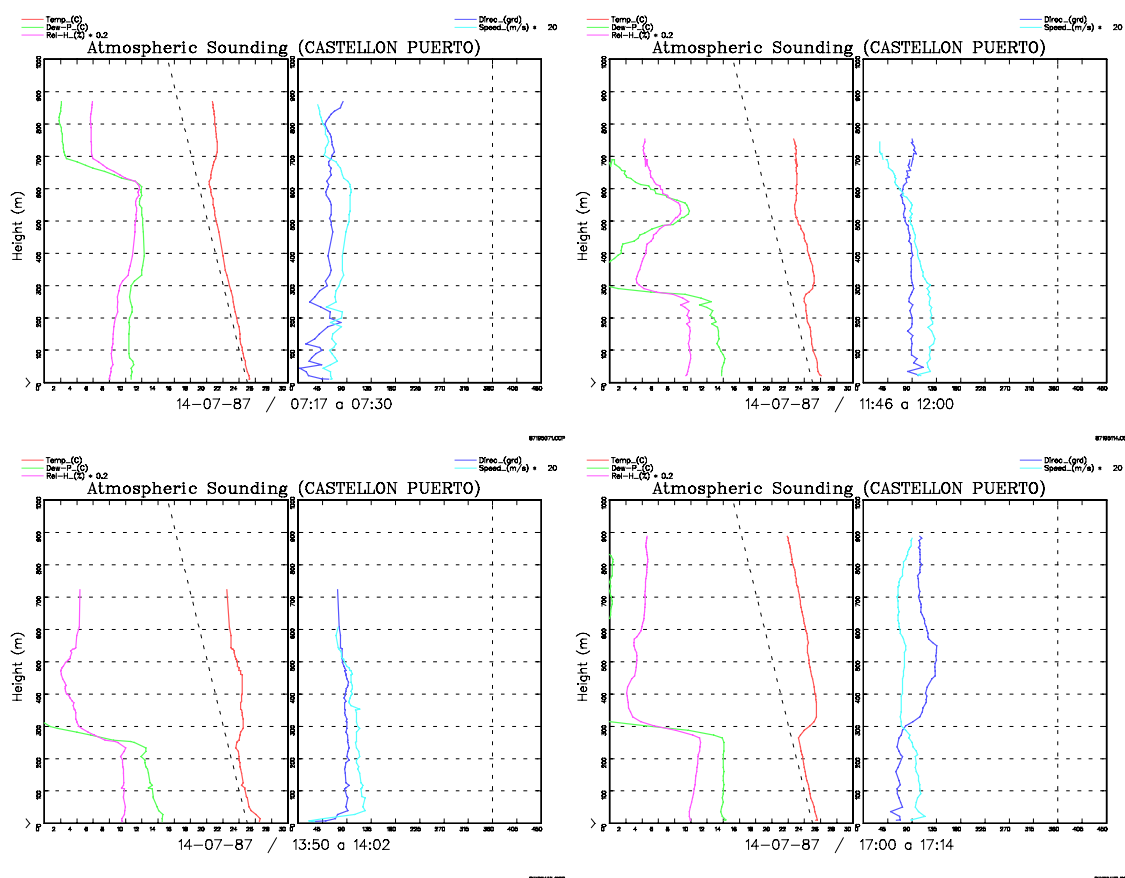


Figura 3.22. Cuatro estadios en la evolución de la estratificación vertical de la atmósfera a lo largo de un día en la costa de Castellón.

Este proceso de hundimiento presenta numerosos matices y se manifiesta de manera diversa, ya que responde al resultado de un equilibrio entre procesos a diferentes escalas. En ocasiones el hundimiento diurno se recupera al final de la tarde, en un proceso de "rebote" como consecuencia de la relajación de las fuerzas locales (gradiente térmico) asociadas a la onda térmica diurna. Igualmente el proceso descrito aparece jalonado por la irrupción de estratos con propiedades heterogéneas, resultado de la recirculación atmosférica asociada a los ciclos locales (tal y como se observa en el segundo de los perfiles de la figura anterior, en los que en un momento dado aparece un núcleo con propiedades termodinámicas bien diferenciadas entre los 500 y 600 m).

Estos procesos se han reproducido durante el episodio modelizado. En la Figura 3.23 se han dibujado los perfiles de temperatura cerca de la costa de Burriana. El sondeo de la izquierda correspondiente al 14 de agosto 2000, ilustra el hundimiento del estrato marino, tal y como se ha observado en los datos experimentales llevados a cabo en la zona del litoral (El Grao de Castellón) y que aparece en la figura del modelo conceptual presentado anteriormente (Figura 3.1). La subsidencia durante el 15 de Agosto se presenta a mayor altura, este día el hundimiento sobre el mar no se encuentra en la proximidad de la costa como ocurre el 14 de agosto.

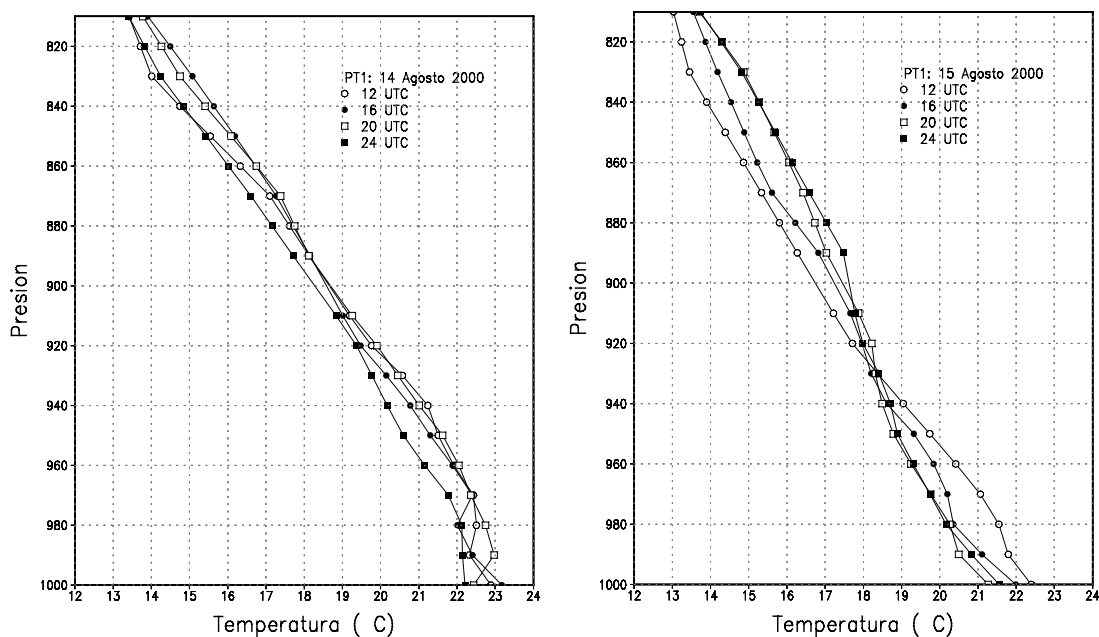


Figura 3.23. Perfiles de temperatura simulados por el modelo cerca de la costa (cerca de Burriana) para el 14 de Agosto 2000 (izquierda) y el 15 de Agosto 2000 (derecha) a las 12UTC, 16 UTC, 20 UTC, 24 UTC.

3.3. Conclusiones

Los niveles de inmisión registrados en la zona de estudio, bajo la influencia de una fuerte presión urbana e industrial, aparecen ligados a las peculiaridades de las

condiciones de circulación atmosférica en la zona, dominada por procesos mesoescalares y fuertemente condicionadas por la propia naturaleza y geometría de la cuenca.

La red actual de vigilancia actual no muestra superaciones significativas de los umbrales legales de referencia respecto a las especies gaseosas primarias.

Tampoco se detectan especiales problemas de incumplimiento de la normativa de ozono 'in situ', ya que se trata de un área con elevada emisión de compuestos precursores que, en un corto radio de acción, reaccionan con el ozono y contribuyen a su decaimiento. Por contra, previsiblemente puede actuar como área de exportación de estas sustancias, con un resultado neto de intensificación de las concentraciones a una cierta distancia (como podría ser el caso de la estación de Villafranca), aunque en este sentido, como se manifestó en el comienzo del capítulo, la relación causa-efecto es más difícil de establecer, requiriendo estrategias de aproximación más elaboradas.

La simulación preliminar llevada a cabo con el modelo meteorológico muestra que ha sido capaz de capturar los rasgos mas significativos de las característica meteorológica estivales que se dan en la zona durante una situación de gradiente débil de presión. La formación del terral y de la brisa marina en el litoral de la zona reproduce los rasgos mas significativos de acuerdo con los modelos conceptuales descritos en el texto y las observaciones recogidas en las redes de medidas y campañas experimentales.

La situación meteorológica reproducida por el modelo debe ser validada con las observaciones tanto en altura como en superficie. Lo que llevaría a una mejor calibración del modelo en la zona propuesta y a la identificación de posibles mejoras, como por ejemplo definición de mallas y resoluciones de las misma, datos de entrada utilizados por el modelo, parametrizaciones físicas.

Sería conveniente seleccionar otros escenarios meteorológicos que se caractericen por el alto nivel de partículas en la zona y efectuar la modelización durante un periodo más largo, como por ejemplo de seis días. Concretamente, seleccionar otras situaciones episódicas típicas de invierno.

Una vez se llevara a cabo una estimación apropiada de las emisiones de los escenarios propuestos, con una distribución espacial y resolución temporal, se debe ejecutar un modelo de dispersión de contaminantes (por ejemplo modelo fotoquímicos) con estos datos de entrada meteorológicos para obtener la distribución espacial y temporal de los niveles de inmisión de las especies químicas de interés, entre ellas el ozono y sus precursores, sobre el conjunto representativo y significativo de condiciones meteorológicas.

4. LAS EMISIONES ATMOSFÉRICAS

En este apartado se presenta una revisión cualitativa y cuantitativa de las emisiones atmosféricas de contaminantes en la zona de estudio, tanto de la industria cerámica como de otras actividades (vehículos, petroquímica, central térmica, agricultura, otras actividades antrópicas). Sin embargo, y dada la relevancia de la actividad industrial cerámica, ésta se va a tratar con especial detalle.

4.1. Proceso cerámico y emisiones asociadas

4.1.1. Fabricación de baldosas

El proceso cerámico (Figura 4.1) comienza con la selección de las materias primas que deben formar parte de la composición de partida, fundamentalmente: arcillas, caolines, feldespatos, cuarzo y carbonatos. Una vez realizada la primera mezcla de los distintos componentes de la pasta cerámica, éstos se someten a un proceso de molturación (vía seca o vía húmeda).

El procedimiento que se ha impuesto totalmente en la fabricación de pavimentos y revestimientos cerámicos por monococción es el de vía húmeda y posterior secado – granulación de la suspensión resultante por atomización.

El conformado se realiza por prensado en semiseco, mediante el uso de prensas hidráulicas (aunque en algunos casos se moldean por extrusión: pavimento rústico).

Una vez conformada la pieza, se somete a una etapa de secado. En el caso de productos esmaltados, al secado le sigue el esmaltado, que consiste en la aplicación de una o varias capas de esmalte sobre la pieza.

Finalmente, tras la etapa de esmaltado se realiza la cocción, seguida de la clasificación del producto y embalaje.

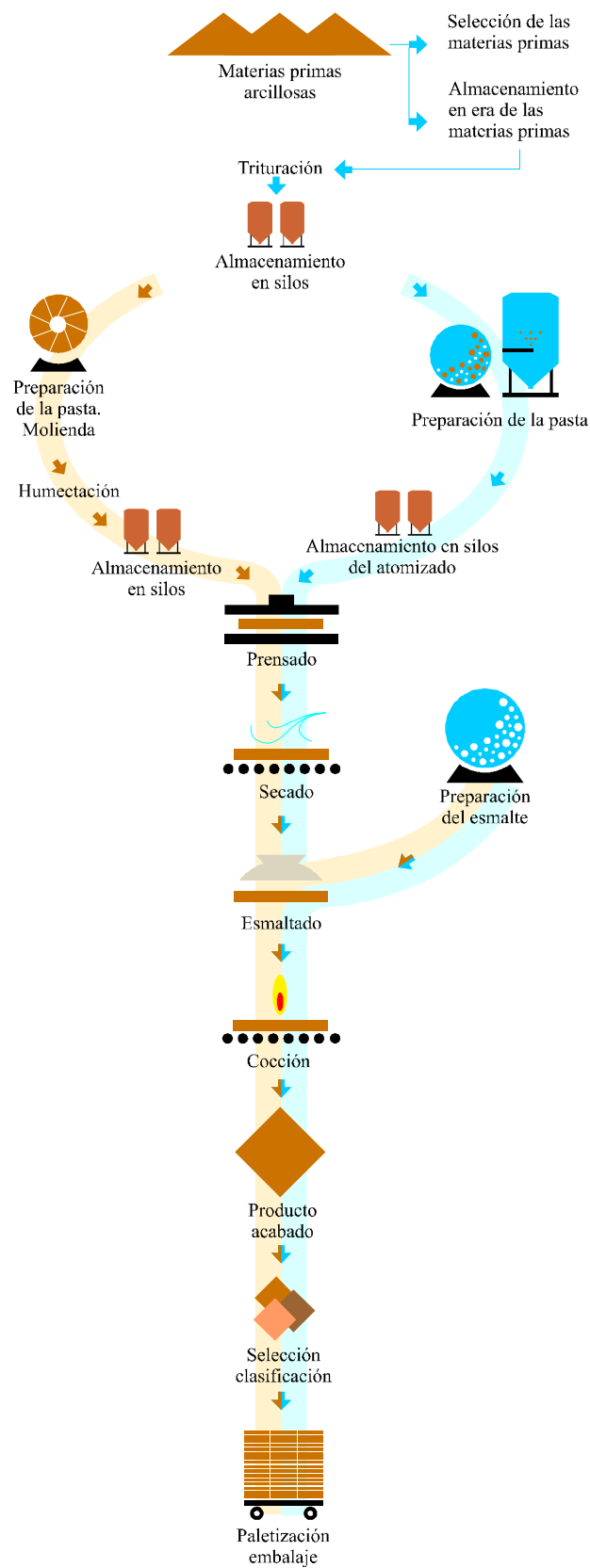


Figura 4.1. Esquema general de los procesos de fabricación de baldosas cerámicas.

4.1.2. Fabricación de fritas, esmaltes y pigmentos cerámicos

Una **frita cerámica** es un material de naturaleza vítrea preparado por fusión a temperaturas elevadas (del orden de 1400-1500°C), a partir de una mezcla de materias primas de naturaleza cristalina, y subsiguiente enfriamiento brusco con aire o agua (Figura 4.2).

Los **pigmentos cerámicos** son materiales utilizados en estado pulverulento. La variedad de pigmentos cerámicos es amplia, y se pueden clasificar atendiendo a diferentes criterios, como el color que desarrollan (rosas, amarillos, negros, etc.) o su estructura cristalina (tipo espinela, rutilo, etc.).

Con las fritas, pigmentos y otras materias primas, como pueden ser sílice o agua, se obtiene el **esmalte cerámico** (puede ser seco o en suspensión), que aplicado sobre el soporte y tras el proceso de cocción da lugar a un recubrimiento vidriado.

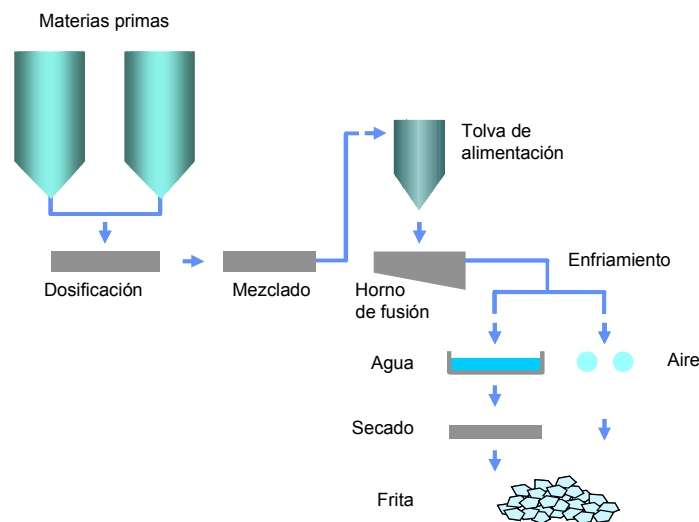


Figura 4.2. Diagrama del proceso de fabricación de fritas.

Para la **fabricación de fritas**, las materias primas mayoritarias se reciben en fábrica mediante camiones-cuba, se descargan por sistemas de transporte neumático y se almacenan en silos cerrados. Posteriormente se dosifican en la proporción establecida y se mezclan.

Las materias primas más utilizadas son: cuarzo, feldespatos (sódicos y potásicos), materias primas borácicas (colemanita, ulexita, ácido bórico y bórax), carbonatos (cálcicos y magnésicos), óxido de cinc, alúmina, caolín, minerales de plomo (minio y litargirio) y silicato de circonio (aunque se utiliza gran variedad de materias primas dependiendo del tipo de frita).

En la etapa de fusión, la mezcla se introduce en el horno de fusión mediante un tornillo sinfín. En la pila de material que se forma a la entrada del horno comienzan a desarrollarse las reacciones de descomposición de las materias primas, con desprendimientos gaseosos, formación de fases líquidas por reacción entre los componentes más fundentes y disolución en el fundido de los componentes más

refractarios (cuarzo, alúmina, silicato de circonio). La fusión parcial de algunos de los componentes permite que la capa superficial de la pila se deslice continuamente. Durante su recorrido por el interior del horno, se completan las reacciones anteriores.

Los hornos de fusión de fritas alcanzan temperaturas de alrededor de 1500 °C. Utilizan gas natural como combustible, y pueden utilizar distintos comburentes: aire ambiente, oxígeno (oxicombustión) o aire enriquecido (mezcla de aire y oxígeno, con un contenido en oxígeno del orden del 25-35%).

El material fundido sale del horno a temperatura muy elevada y se enfría rápidamente sobre agua o mediante rodillos refrigerados con agua.

Existen varios tipos de fritas (Figura 4.3):

- para obtener vidriados transparentes: se utilizan como fundentes mayoritarios óxidos alcalinotérreos y ZnO en proporciones elevadas,
- para obtener vidriados opacos blancos: composición similar a las fritas transparentes, con la incorporación del óxido de circonio en un porcentaje entre 5 y 12%,
- para obtener vidriados mate: pueden ser de cinc, de cal y de bario (con un 30-45% de BaO).

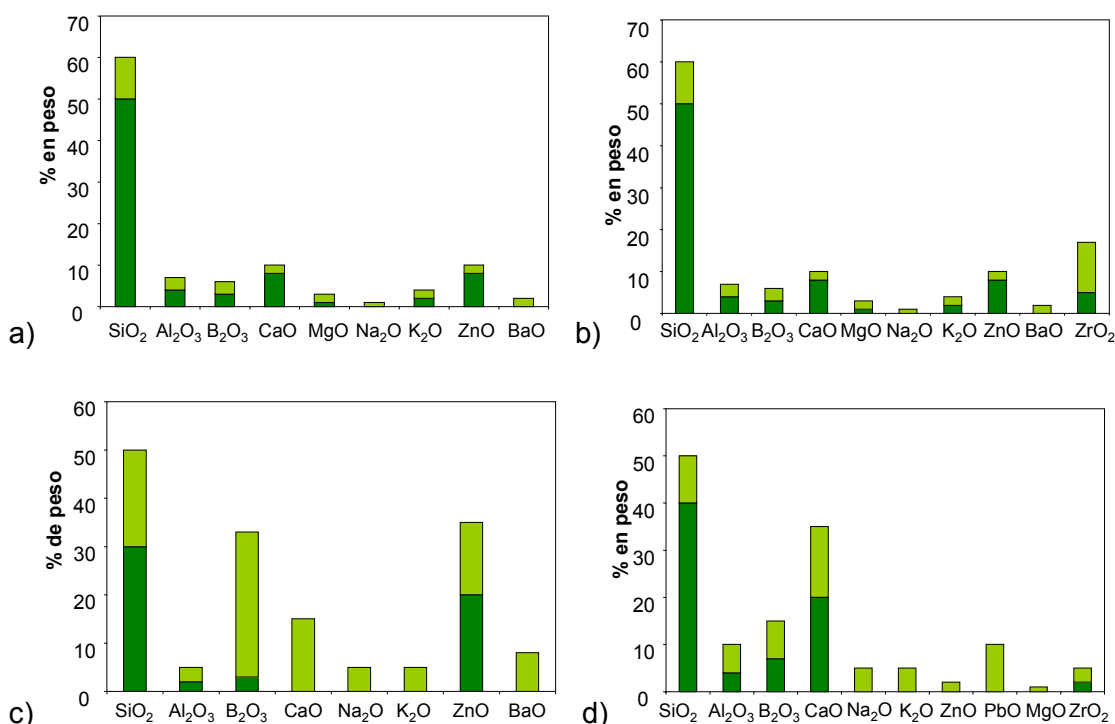


Figura 4.3. Frita para obtener un vidriado a) transparente por monococción, b) opaco blanco, c) “mate de cinc” y d) “mate de cal”. En verde claro: rango de variación.

Para obtener estos productos, las operaciones implicadas son: mezclado, molienda vía húmeda o vía seca, secado y ensacado.

El proceso de **fabricación de pigmentos cerámicos** comienza con la selección de las materias primas, mezcladas en seco o molturadas en conjunto, vía seca o vía húmeda. Se utilizan materias primas inorgánicas de varios metales, como V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Ti, Pb, Sb, Nb, W, Sn, Cu, Pr, Zr, Al, Zn, Cd, Se o Ce (Parmelee, 1973; DCMA, 1991; IPTS, 2006a).

La mezcla de materiales se calcina a elevada temperatura en hornos discontinuos o rotativos, obteniendo un producto sinterizado. Dicho producto se moltura en seco o en húmedo, secando en el segundo caso la suspensión resultante.

El proceso de **preparación de esmaltes** consiste normalmente en someter a los componentes del esmalte y los aditivos (fritas, pigmentos y otras materias primas) a una fase de molienda, hasta obtener una suspensión acuosa cuyas características dependen del método de aplicación que se vaya a utilizar.

Además, otros productos obtenidos a partir de las fritas y pigmentos cerámicos son: engobes, tintas y granillas, entre otros.

4.1.3. Emisiones generadas en la fabricación de baldosas y productos afines

A lo largo del proceso de fabricación de baldosas cerámicas se generan una serie de emisiones. La emisión de **partículas primarias** es una de las más significativas, siendo generalmente de composición mineral. No obstante, las emisiones procedentes de etapas relacionadas con las fritas, esmaltes y pigmentos cerámicos son de distinta composición, pudiendo contener zirconio, bario, zinc, plomo y otros metales (Mallol et al., 2001).

Además, se generan emisiones canalizadas de **contaminantes gaseosos** en las etapas de alta temperatura y/o en las que implican un proceso de combustión (denominadas emisiones calientes): secado por atomización, secado de piezas conformadas, cocción, fusión de fritas y calcinación de pigmentos. Los principales gases generados en procesos de combustión son: CO₂, CO, NO_x y SO_x. Otros gases, generados principalmente por descomposición de materias primas son: CO₂ de carbonatos, NO_x de nitratos, HF de silicatos, HCl de impurezas minerales y SO_x de sulfatos y/o sulfuros. Estos gases pueden ser precursores de **partículas secundarias**.

En la Tabla 4.1 se indican las emisiones características de cada etapa del proceso.

Tabla 4.1. Emisiones características por etapas en proceso de fabricación de baldosas cerámicas y materias primas elaboradas

Contaminante								
Foco	Partículas canalizadas	Partículas difusas	HF	HCl	SO₂	NO_x	CO₂	Metales
Extracción de materias primas	•	●				●	●	
Transporte	●	●				●	●	•
Homogeneización y almacenamiento de materias primas	•	●				●	●	•
Preparación de materias primas (molienda y trituración)	●							
Secado por atomización	●					●	●	
Prensado	●							
Secado	●					•	●	
Esmaltado	●							•
Cocción de baldosas	●		●	●	•	●	●	•
Mezclado de materias primas para fritas	●							•
Fusión de fritas	●		•	•	•	●	●	●
Mezclado y molienda de materias primas para pigmentos	●							•
Calcinación de pigmentos	●		•	•	•	●	●	•
Preparación de esmaltes	●							•

●: se emite siempre

•: se puede emitir o no dependiendo de varios factores (material, proceso, etc.)

4.1.4. Cuantificación y características de las emisiones cerámicas

En el proceso que nos ocupa, las emisiones difusas son partículas primarias, generadas en la extracción, manipulación y almacenamiento al aire libre de las materias primas y en el transporte de material pulverulento (que incluye materias primas y gránulo atomizado).

Excepto en el transporte, la composición de las partículas emitidas es la misma que la del material procesado (arcilla, feldespato, etc.).

Según Monfort et al. (2004), la emisión generada en la **extracción y almacenamiento de arcillas** es de granulometría gruesa. En las inmediaciones de estas actividades se registraron niveles de 1600 µgPST/Nm³ (extracción de arcillas) y de 900 µgPST/Nm³ (almacenamiento de arcillas), de los que el 40% es PM₁₀ (lo cual

supone 640 y $360 \mu\text{gPM}_{10}/\text{m}^3$, y de éste sólo el 6-11% es $\text{PM}_{2.5}$. Alastuey et al. (2000) registraron niveles muy similares en extracción de materias primas ($700 \mu\text{gPM}_{10}/\text{m}^3$) y de manipulación de material pulverulento ($200 \mu\text{gPM}_{10}/\text{m}^3$).

En el caso del **transporte**, se generan emisiones de partículas por cuatro mecanismos (los dos primeros inherentes al tráfico):

- Emisiones de los motores diésel de los vehículos pesados (ver apartado 4.2.1).
- Desgaste de frenos, neumáticos y firme de rodadura (ver apartado 4.2.1).
- Pérdidas de la carga del camión por reboses o cierres deficientes. Las emisiones de estas pérdidas dependen del tipo de camión (camiones cisterna o bañera), de las condiciones del transporte y de las prácticas de carga, descarga y transporte (buen estado de la puerta trasera de la bañera que garantice un cierre adecuado, cobertura total de carga con toldos, grado de llenado para evitar reboses superiores, grado de limpieza de ruedas y bajos del camión, entre otros factores). Por ello las emisiones por kilómetro son muy variables, pero en todo caso varios órdenes de magnitud superiores a los dos tipos de emisiones anteriores. Se considera este foco de emisión como uno de los principales a controlar mediante la supervisión de las condiciones del transporte del material pulverulento.
- Resuspensión de material depositado en el firme. Aunque esta resuspensión se produce en todas las áreas afectadas por emisiones del tráfico, en la zona cerámica este tipo de emisión es de especial relevancia. La pérdida y deposición sobre la calzada de material pulverulento durante el transporte de las materias primas o bien el depósito atmosférico de las emisiones canalizadas provocan unas emisiones muy importantes por la continua resuspensión del citado material por el tráfico rodado. Una limpieza periódica de los firmes de rodadura garantizaría una reducción considerable de estas emisiones.

Las emisiones generadas por **transporte de material pulverulento** por tráfico rodado son variables y dependen de muchos factores. Según Alastuey et al. (2000) y Querol et al. (2001), su granulometría es gruesa, presentando un máximo en el rango $>20 \mu\text{m}$. Monfort et al. (2004) también registraron una granulometría gruesa, con un 60% del PST por encima de $10 \mu\text{m}$ y un ratio $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ de 0.07. Los niveles registrados en muestreos realizados en puntos cercanos a las vías de circulación y de duración inferior a una hora alcanzan valores de $1400 \mu\text{gPM}_{10}/\text{m}^3$ (Alastuey et al., 2000 y Querol et al., 2001) y $3600 \mu\text{gPST}/\text{Nm}^3$ (Monfort et al., 2004). No obstante, cabe remarcar que los niveles registrados dependen en gran medida de la distancia al foco de emisión y de la duración del muestreo.

Se ha realizado una estimación de la emisión debida a las pérdidas de material durante su transporte por carretera en camiones bañera, aunque se ha de considerar meramente orientativa del orden de magnitud de estas emisiones. Para ello se ha tenido en cuenta que hay un flujo de transporte medio de materia prima pulverulenta

de unos 20000 viajes semanales, con una media de 25 km de recorrido y suponiendo que en las condiciones actuales de transporte en camión bañera las pérdidas asimilables a emisiones pueden considerarse como media sobre 3 kg de materia prima por viaje (por reboses o derrames en la puerta trasera), lo que equivale a unos 0.12 kg de PST por tonelada transportada. Este cálculo se realiza basándose en pérdidas simuladas en laboratorio y consulta con empresas, a partir de las cuales se ha supuesto que en las condiciones actuales un 25% de camiones pierden menos de 1 kg por viaje, un 50% pierden sobre 3 kg y un 25% más de 5 kg por viaje. Estos cálculos se traducen a nivel sectorial en unas pérdidas anuales de 3000 toneladas de PST aproximadamente. Si se aplica un factor de 0.4 para el ratio PM_{10}/PST , según el calculado por Alastuey et al. (2000), Querol et al. (2001) y Monfort et al. (2004), dichas emisiones equivalen a unas 1200 toneladas de PM_{10} . Si las pérdidas de material se expresan en valor específico equivale a unos 0.05 kg de PM_{10} por tonelada transportada.

El cálculo de las emisiones por transporte se puede realizar también a partir de las ecuaciones del documento AP-42 de la USEPA para transporte en zonas asfaltadas. Tomando un valor de finos (material $<75\ \mu m$) depositados en viales de circulación sobre 5-10 gramos por metro cuadrado se obtiene un factor específico de material resuspendido de 0.06 kg PM_{10} por toneladas transportada, que es del mismo orden de magnitud que el anterior, por lo que se considera suficientemente aproximado.

Por otra parte, se han de añadir las emisiones de material particulado por emisiones del motor y desgaste mecánico y de rodadura del vehículo (ver apartado 4.2.1). Además del volumen de emisión considerable, es importante remarcar que este tipo de emisión tiene gran impacto sobre la calidad del aire dado que al ser fuentes móviles, la emisión se produce a través de todo el territorio (incluso en núcleos urbanos) y no con carácter estacionario como los focos industriales.

En cuanto a las emisiones canalizadas, su granulometría, composición y magnitud depende de la etapa de la que procedan. La información disponible en la bibliografía (Blasco et al., 1992; Busani et al., 1995; Mallol et al., 2001; Monfort et al., 2004 y 2006a) de focos emisores antes y después de la depuración se resume en factores de emisión (Tabla 4.2), ratios PM_{10}/PST (Tabla 4.3) y concentraciones de salida (Tabla 4.4). Estos son los datos empleados para la estimación de las emisiones actuales, así como la emisión resultante al aplicar las medidas correctoras oportunas.

En la etapa de **trituration y molienda**, la emisión es mayor en el caso de molienda vía seca, dada la mayor tendencia a dispersarse en el ambiente del material seco. Cabe destacar que actualmente prácticamente la totalidad de las instalaciones disponen de sistemas de depuración de partículas en esta etapa.

El secado por **atomización** genera una proporción importante de las emisiones totales, pues los sistemas de depuración en esta etapa son más escasos y de más bajo rendimiento.

Las emisiones generadas en el **esmaltado** pueden ser más significativas por su composición que por su magnitud, así, se caracterizan por la presencia de Si, B, Zr, Na, K, Pb, Li, Ba, Ca, Mg, Zn, Al, etc.

En el **secado y cocción**, la emisión de material particulado es reducida, pues se procesan piezas conformadas y no material pulverulento, aunque en secaderos de mantenimiento deficiente la emisión puede ser significativa.

En la etapa de **fusión de fritas**, la emisión es elevada y varía en función de las características de cada instalación, aunque generalmente es inferior en las que utilizan O₂ como comburente que en las que utilizan aire. La composición de las partículas emitidas es muy variable, dada la gran variedad de fritas existentes. No obstante, algunos elementos comunes en la mayoría de composiciones de fritas son Si, Al, Zn, Ca, B, Mg, K, Na, Ba. Otros elementos que pueden estar presentes en las fritas son Pb o As (como impureza en algunas materias primas), entre otros.

Las emisiones generadas en la **calcinación de pigmentos** cerámicos son de composición variable, dependiendo del pigmento procesado. Pueden contener Zr, Al, Zn, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Se, Sn o Pr, entre otros elementos (DCMA, 1991). Al igual que en el caso de preparación de esmaltes y esmaltado, las emisiones generadas son más importantes por su composición que por su cantidad.

Las emisiones asociadas a los procesos de fabricación de productos y subproductos cerámicos se detallan en la Tabla 4.5.

Tabla 4.2. Factores de emisión de distintos contaminantes en varias etapas del proceso cerámico sin sistema de depuración (emisiones canalizadas), elaborados por ITC a partir de datos de Blasco et al. (1992), Busani et al. (1995) y Mallol et al. (2001).

ETAPA	Factor de emisión (kg contaminante/Tm producto procesado)			
	F	Pb	NO _x	SO ₂
Molienda vía seca	-	-	-	-
Molienda vía húmeda	-	-	-	-
Atomización	-	-	0.03-1.0	-
Prensado	-	-	-	-
Esmaltado y prep. esmaltes	-	-	-	-
Cocción	0.05-0.5	0- 0.1	0.1-0.5	0.01-1.0
Fusión fritas con aire	<0.1	0.01-1	2-20	0.01-1
Fusión fritas con O ₂	<0.1	0.01-1	2-20	0.01-1

Tabla 4.3. Características granulométricas de las emisiones antes y después de la depuración, según Monfort et al. (2004 y 2006a).

Etapa	PM ₁₀ /PST (%)	
	Antes de la depuración	Después de la depuración
Molienda	75	75
Atomizado	89	95
Prensado	19	30
Secado	84	-
Esmaltado	37-80	90
Cocción baldosas	99-100	-
Fusión fritas	69-79	90

Tabla 4.4. Concentraciones de emisión de PST antes y después de la depuración y caudales específicos para cada etapa del proceso cerámico, elaborados por ITC a partir de datos de Blasco et al. (1992), Busani et al. (1995) y Mallol et al. (2001).

	Q esp (Nm ³ /kg)	sin depuración	Concentración de emisión (mgPST/Nm ³)		
			Depuración de alto rendimiento	Depuración de medio rendimiento	Depuración de bajo rendimiento
Molienda	2	2500	10	30	100
Atomización	4	1000	15	40	125
Prensado	4	1400	10	30	100
Secado	1	10	10		
Esmaltado	4	120	5	15	100
Cocción	4	10	10		
Focos fríos fritas	4	500	10	30	100
Fusión fritas O ₂	3,5	600	10		
Fusión fritas aire	10	400	10		

Tabla 4.5. Resumen de la estimación de emisiones de la industria cerámica y de fritas. Valores estimados para el año 2004 y calculados a partir de los datos expuestos en el texto y en las tablas 4.2, 4.3 y 4.4 y suponiendo un procesado de 13 millones de toneladas en baldosas, de 0.9 millones de toneladas para fritas y que sólo se aplican medidas correctoras para PM₁₀.

Contaminante	Emisión anual (Tm/año)			
	Transporte de material pulverulento	Baldosas canalizadas	difusas	Fritas (canalizadas)
PM ₁₀	1215	3610	2000	340
SO ₂	-	130-13000	-	9-900
NO _x	-	1690 -19500	-	1800-18000
F	-	650 - 6500	-	0 - 90
Plomo y compuestos	-	0 - 1300	-	9-900

En la tabla 4.5 se observa que aparecen intervalos muy grandes, no obstante, con la información disponible no es posible reducir estos intervalos, y la media aritmética entre el valor mínimo y máximo puede no ofrecer un valor suficientemente real. Por ejemplo, en el caso de las emisiones de SO₂, el valor superior se alcanzaría si se utilizasen las materias primas con el máximo contenido en azufre, y el valor mínimo se obtendría con materias primas prácticamente exentas de azufre; por tanto el valor real dependerá de la proporción de empresas que usen materias primas con alto contenido en azufre. Estos intervalos en la medida en que se apliquen los valores de emisión previstos en las nuevas Autorizaciones Ambientales Integradas se reducirán progresivamente. En las condiciones actuales el valor máximo puede interpretarse como la emisión potencial máxima.

4.2. Actividades no cerámicas potencialmente contaminantes

Además de la industria cerámica, en la zona de estudio existen otras fuentes contaminantes, que emiten partículas primarias y/o gases precursores de partículas secundarias:

4.2.1. Tráfico rodado

El tráfico rodado, por carretera y urbano, de vehículos constituye una actividad con una contribución significativa a las emisiones de contaminantes a la atmósfera, especialmente de NO_x, COVNM, CO y CO₂, así como de determinados metales y partículas, respecto al total de las emisiones generadas en áreas geográficas con tráfico intenso como es el caso de la Zona de Calidad del Aire ES1003 Mijares-Peñagolosa (A. costera) y la Agl ES1015: Castelló, objeto de este estudio.

Las emisiones primarias directas de esta actividad provienen de las siguientes fuentes: i) motores de los vehículos (canalizadas por el tubo de escape), ii) evaporación de gasolina; iii) desgaste de frenos y neumáticos; iv) abrasión del

pavimento por la rodadura de los vehículos. A estas fuentes, que son las actualmente consideradas por la metodología europea COPERT de inventarios de emisiones del tráfico, cabe añadir las siguientes: a) las provenientes de los materiales transportados en vehículos con receptáculos no estancos, especialmente de los materiales pulverulentos, b) las de resuspensión por el propio tráfico del material depositado en el viario; y c) las originadas por la erosión que los agentes atmosféricos naturales puedan ejercer sobre la infraestructura viaria.

Relacionando las fuentes citadas con las sustancias emitidas, puede afirmarse que:

- Las emisiones de NO_x; CO y CO₂ y parcialmente COVNM provienen del motor
- Las restantes emisiones de COVNM son emisiones evaporativas de los vehículos de gasolina
- Las emisiones más relevantes de metales son las de Cr, Cu, y Zn que proceden esencialmente del desgaste de frenos y neumáticos.
- En cuanto a partículas la contribución se haya repartida entre las distintas fuentes pero, diferenciando por granulometría, puede decirse que las provenientes del motor (y evaporativas) son en su práctica totalidad PM_{2,5}, mientras las demás categorías comprenden también las granulometrías más gruesas ; PM₁₀ y PST.
- Las emisiones de Compuestos Orgánicos Persistentes provenientes del tráfico rodado no son en general relevantes en el conjunto del inventario.

Hecha la valoración general anterior, siguiendo la metodología COPERT de estimación de las emisiones, conviene precisar que en la zona objeto de este estudio se ha constatado que las emisiones de partículas provenientes de las fuentes citadas más arriba como “a)” (emisiones del material transportado) y “b)” (emisiones de resuspensión en vías no asfaltados) tienen gran relevancia en el inventario de emisiones de la Zona. Ello es debido a la importancia del tráfico de vehículos de transporte de materias primas pulverulentas para la industria cerámica (desde las canteras a las fábricas). Pues bien, en este proceso las emisiones que tienen lugar dentro del recinto de la cantera o la fábrica (carga/descarga y manipulación) se computan dentro del sector cerámico; mientras que las originadas en el transporte del material deben imputarse a la actividad de transporte, y sumarse a las computadas para el tráfico rodado según la metodología COPERT (éstas últimas se presentan en la tabla siguiente para la provincia de Castellón y para la Zona ES 1003 y Agl ES1015 – años 2002, 2003 y 2004).

No obstante, en este apartado no se han estimado las emisiones debidas a pérdidas de carga de material pulverulento, frecuentes en el transporte asociado a las actividades cerámicas, sino que éstas se han atribuido a las emisiones industriales (ver apartado 4.1.4).

Tabla 4.5.1. Emisiones generadas por el tráfico* rodado en la provincia de Castellón y en la Zona ES1003 Mijares - Peñagolosa (A costera)

CONTAMINANTE	UNIDAD	Provincia Castellón			Zona ES1003 y Agl ES1015**		
		2002	2003	2004	2002	2003	2004
SO ₂	t	198,4	210,1	224,9	95,1	102,5	110,7
NO _x	t	8.916	8.818	8.887	4.313	4.331	4.388
COV	t	3.826	3.509	3.274	2.364	2.129	1.975
CH ₄	t	171,2	180,1	186,0	96,5	102,6	105,6
CO	t	16.919	16.236	15.979	9.424	8.939	8.684
CO ₂	kt	1.326	1.391	1.482	643,1	684,7	733,3
N ₂ O	t	97,7	104,5	116,2	50,6	54,4	60,5
NH ₃	t	96,4	102,9	114,5	48,8	52,2	57,5
Cd	kg	4,9	5,1	5,4	2,42	2,57	2,75
Cr	kg	46,0	47,6	51,0	24,7	25,9	27,9
Cu	kg	2.566	2.644	2.810	1.426	1.489	1.599
Ni	kg	48,7	50,8	53,5	25,3	26,7	28,4
Pb	kg	464	464	480	238,6	238,5	243,9
Se	kg	4,21	4,42	4,7	2,04	2,17	2,33
Zn	kg	1.305	1.347	1.425	682,0	713,3	761,5
PM _{2,5}	t	76,3	78,7	83,7	39,4	41,0	44,7
PM ₁₀	t	136,9	141,3	148,8	71,3	74,3	78,4
TSP	t	625	634	664	319,7	328,8	346,2
DIOX	g	0,07	0,07	0,08	0,037	0,038	0,039
HAP	kg	31,7	34,0	37,4	16,0	17,4	19,3

* Incluye emisiones del motor, evaporativas, desgaste de frenos y neumáticos, y abrasión del pavimento: no incluye emisiones de resuspensión ni de pérdidas de material transportado.

4.2.2. Generación eléctrica térmica

Los **procesos de combustión para generación eléctrica** en la zona de estudio son los que tienen lugar en la central térmica. La central térmica situada en el Grau de Castelló consta de dos tipos de instalaciones: la más antigua (que funciona desde el año 1972), que utiliza fuel-oil como combustible y que consta de dos unidades con una potencia total instalada de 1083 MW; y otra de ciclo combinado (operando desde julio de 2002), que consta de dos turbinas de gas natural y una de vapor y tres alternadores, con una potencia total instalada de 800MW. Las emisiones de 2002, 2003 y 2004 se detallan en la Tabla 4.6.

El tamaño de partícula emitida depende del combustible utilizado y de la naturaleza del propio proceso de combustión. Los combustibles sólidos generan más

emisiones y de tamaño de partícula más grueso que los combustibles líquidos; éstos a su vez generan emisiones de partículas más gruesas que los combustibles gaseosos, cuyas emisiones se sitúan en el rango inferior a 1 µm. También es una fuente de SO₂ (g), que se puede transformar a SO₄²⁻ (sólido). Como elementos traza característicos de procesos de combustión de fuelóleo o coque de petróleo destacan el Ni y el V (Olmez et al., 1988).

Tabla 4.6. Emisiones generadas por la central térmica de Castelló. Fuente: actualización registro EPER llevado a cabo por Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge de la Generalitat Valenciana.

Contaminante	Emisión anual (2002) (Tm/año)	Emisión anual (2003) (Tm/año)	Emisión anual (2004) (Tm/año)
PM ₁₀	326	57.5	66.9
SO ₂	8950	1570	2130
CO ₂	1990000	1380000	1890000
NO _x	4450	730	961
N ₂ O	40.5	31	42.8
NMCOV	237	114	157
Metales	Tm/año		
Níquel y sus compuestos	17.9	2.94	3.9
Plomo y sus compuestos	0.70	0.11	0.15
Arsénico y sus compuestos	0.26	0.04	0.06
Cadmio y sus compuestos	0.51	0.08	0.11
Cromo y sus compuestos	1.28	0.21	0.28
Mercurio y sus compuestos	0.51	0.09	0.12
Cobre y sus compuestos	0.51	0.08	0.11

4.2.3. Refinería

La **planta petroquímica** localizada en el área de estudio genera varias emisiones. Destacan las emisiones de SO₂ y Ni. Cabe destacar que, a pesar de no estar declaradas, las emisiones de V se consideran también destacables, pues Ni y V son trazadores de los procesos de combustión de fuelóleo o coque de petróleo (Olmez et al., 1988). En la Tabla 4.7 se detallan las emisiones correspondientes a 2002, 2003 y 2004.

Tabla 4.7. Emisiones generadas por la planta petroquímica de Castelló. Fuente: actualización registro EPER llevado a cabo por Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge de la Generalitat Valenciana.

Contaminante	Emisión anual (2002) (Tm/año)	Emisión anual (2003) (Tm/año)	Emisión anual (2004) (Tm/año)
PM ₁₀	32.5	24.2	35.4
SO ₂	4020	4170	8930
Benceno	3.30	3.26	3.66
CH ₄	160	151	168
CO ₂	728000	728000	821000
Hidrocarburos aromáticos policíclicos	1.5	1.5	1.7
NO _x (como NO ₂)	856	721	698
N ₂ O	26.5	26.8	28.3
NH ₃	225	217	251
NMVOC	2260	2250	2890
Metales			
Níquel y sus compuestos	1.24	0.74	0.88
Mercurio y sus compuestos	0.011	0.011	0.014
Zinc y sus compuestos	0.234	0.172	0.212

4.2.4. Planta química (producción de caprolactama)

En el polígono industrial del Grau de Castelló, se localiza una industria química de fabricación de productos orgánicos, fertilizantes y productos inorgánicos a partir de subproductos del petróleo. Sus emisiones en los años 2002, 2003 y 2004 se detallan en la Tabla 4.8.

Tabla 4.8. Emisiones generadas por la planta de producción de caprolactama de Castelló. Fuente: actualización registro EPER llevado a cabo por Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge de la Generalitat Valenciana.

Contaminante	Emisión anual (2002) (Tm/año)	Emisión anual (2003) (Tm/año)	Emisión anual (2004) (Tm/año)
PM ₁₀	26.1	19.5	15.1
CO ₂	88700	111000	118000
NH ₃	422	421	421
NO _x (como NO ₂)	504	859	961
SO _x (como SO ₂)	340	241	209
PCDD+PCDF (dioxinas + furanos)	9.97.10 ⁻¹⁰	4.87.10 ⁻¹⁰	3.48.10 ⁻¹⁰

4.2.5. Actividades agrícolas

Las **actividades agrícolas** son abundantes en la zona (Tabla 4.9) y son también una fuente emisora de partículas. Las principales tareas que producen la emisión de partículas son el arado, la circulación de vehículos agrícolas (ambas causan la **resuspensión de polvo mineral**) y la **quema de biomasa** (como residuos de poda de naranjos, otros árboles frutales, olivos, etc.) El 73 % de la superficie cultivada de la zona es de regadío de cítricos (Tabla 4.9), con riegos frecuentes, árboles frondosos y alta densidad del cultivo, por lo que cabe esperar que las emisiones de polvo mineral por resuspensión no sean un foco de importancia. Respecto al arado, debemos decir que el laboreo es una práctica poco frecuente en cítricos. Con la transformación del riego de sistema tradicional al riego localizado, esta práctica agrícola se ha reducido considerablemente, representando un 10% respecto a épocas anteriores. Sin embargo la combustión de biomasa genera emisiones con altos niveles de partículas (en medidas ambientales en sus alrededores se registran hasta $100 \mu\text{gPM}_{10}/\text{m}^3$ según Alastuey et al., 2000) que se concentran en periodos muy concretos del año.

En la Tabla 4.9 se resume la superficie de cultivo en los principales municipios de la zona de estudio.

Respecto a las actividades citrícolas, tradicionalmente casi la totalidad de los residuos de poda se quemaban, excepto un porcentaje pequeño (4-5%) que se trituraba y se reutilizaba *in situ* como fertilizante. Este porcentaje era tan bajo porque para realizar esta práctica, era necesario disponer de la maquinaria adecuada y, que la configuración de los tocones en las plantaciones permitieran el acceso de la citada maquinaria. La Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación informa que esta situación ha ido cambiando paulatinamente, llegando a triturarse en el 2007/2008 del orden del 50% de las podas realizadas, ya el sector se ha visto forzado a sanear las plantaciones citrícolas a causa infecciones por el virus de la tristeza con la utilización de pies tolerantes, de modo que se han modificado los marcos de plantación permitiendo así la mecanización de las labores de cultivo y, por tanto, la utilización de este tipo de maquinaria.

En cuanto a podas en los cultivos de cítricos, la Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación considera que a fecha 2007/2008, debido a los malos resultados en las últimas campañas citrícolas, las labores de cultivo se han reducido considerablemente, quedándose un 20% de las fincas sin podar, además, un porcentaje equivalente de los campos, son podados cada dos años, reduciendo significativamente el volumen de residuos de poda que se queman cada año. En la Tabla 4.10 (a y b) se muestra la frecuencia anual y mensual de las podas, y por tanto de las posibles emisiones por combustión.

En la Tabla 4.11 se muestran las estimaciones de quema de biomasa, tomando como base diversas fuentes: datos del estudio realizado por Ramírez (2002) sobre producción de residuos de poda, factores de emisión de US-EPA (1995) e información

sobre grado de trituración y quema de residuos aportada por la Conselleria de Agricultura Pesca y Alimentación (2007/2008). Los valores de emisión obtenidos son del orden de 200 toneladas de PM₁₀ anuales, en el cálculo no se ha incluido la quema de rastrojos, sino únicamente la quema de residuos de poda. Los resultados muestran que la quema de residuos de poda de cítricos supone sobre el 25% de las emisiones totales de quema de biomasa. Además, según la frecuencia de poda que se muestra en la Tabla 4.10, las emisiones principales de la quema de biomasa se concentran anualmente en el periodo marzo a junio. Por tanto, el impacto potencial de estas emisiones en la calidad del aire no solamente es alto debido al volumen de emisión (200 toneladas de PM₁₀ anuales) sino a la concentración en una época del año en donde la dispersión de contaminantes es muy baja y la fotoquímica muy elevada. Por ello el impacto de dichas emisiones en los niveles de PM primario y secundario y de O₃ (debido a la emisión de precursores orgánicos) puede ser importante.

Tabla 4.9. Áreas de cultivo en la zona de estudio y alrededores (Ha) para el año 2005. Fuente: Conselleria de agricultura, Generalitat Valenciana.

Localidad	Cítricos	Frutales	Olivo	Otros
L'Alcora	230	309	317	490
Almassora	1574	9	2	2
Alquerías del Niño Perdido	855	-	-	-
Benicàssim	207	104	4	4
Betxí	1182	5	8	75
Borriol	505	348	162	1698
Borriana	2871	0	0	0
Castelló	3173	45	19	254
Xilxes	545	0	0	30
Moncofa	637	7	0	0
Nules	2855	11	6	45
Onda	3479	40	24	742
Ribesalbes	9	2	7	1
Sant Joan de Moró	16	400	306	100
La Vall d'Uixó	1927	40	30	1155
Vila-real	3077	0	3	25
Vilafamés	0	936	614	100
La Vilavella	241	4	3	15
Total hectáreas	23383	2260	1505	4736

Tabla 4.10. a) Frecuencia mensual de la poda en periodos tri-anales; b) % de poda mensual medio. Datos obtenidos del estudio realizado por Ramírez (2002).

a)

	Año 1					Año 2					Año 3				
MESES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M
Cítricos	-	-	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	X	X
Frutales	X	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	X	-	-
Olivos	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X

X: PODA, -: NO PODA

b)

% DE PODA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Cítricos			15	25	40	20						
Frutales	25									10	25	40
Olivos		25	60	15								
Otros									10	60	30	

Tabla 4.11. Información básica para el cálculo de las emisiones de PM₁₀ por quema de biomasa. Datos de Ramírez (2002), datos de Conselleria de agricultura, pesca y alimentación, y calculados a partir de la Tabla 4.9.

Cálculo de emisiones de quema de biomasa				
	Cítricos	Frutales	Olivo	Otros
Árboles/Ha	504-624	204	156	240
Kg residuo/Ha	2688	4500	5000	2160
Frecuencia de poda	anual	anual	2 de 3 años	1 de 3 años
% área cultivada activamente	80	75	100	75
Tm residuo/año zona (poda anual)	50282	7628	7525	7673
Emisiones de PM ₁₀ si se quemase el 100% de residuo (Tm/año)*	502	76	50	26
% residuo quemado	10	95	95	95
Emisiones estimadas de PM ₁₀ (Tm/año)*	50	72	47	24

* 10 gPM₁₀/kg de US EPA (1995). AP 42, Fifth Edition, Volume I Chapter 13: Miscellaneous Sources PM.

4.2.6. Otras actividades

Además de las actividades potencialmente emisoras de contaminantes atmosféricos, hay que considerar otras emisiones procedentes de actividades como:

- Las emisiones residenciales y del sector servicios de una población fija de 330000 habitantes que se incrementa con una población flotante importante en el periodo estival, sobre todo en la zona costera.
- Las emisiones portuarias, sobre todo descarga de materiales a granel y tráfico marítimo y rodado asociado.

- c) Las emisiones de polvo mineral y de los motores de maquinaria asociada a actividades de construcción pública y privada.
- d) Las emisiones de polvo mineral y de los motores de maquinaria asociada a actividades de minería, tanto de arcillas para la industria cerámica como de extracción de materia prima para la construcción. Las emisiones generadas por el transporte de arcilla hasta los centros productivos se ha computado en las emisiones cerámicas.

4.3. Resumen de emisiones atmosféricas en el área de estudio

En la Tabla 4.12 se resumen las emisiones anuales de contaminantes atmosféricos en el área de estudio, procedentes de las actividades descritas.

Tabla 4.12. Resumen de emisiones generadas en el área de estudio (toneladas)

Actividad Año	CERÁMICA 2004				TRÁFICO 2003	TÉRMICA 2004	REFINERÍA 2004	CAPROLACTAMA 2004	BIOMASA 2005
	TRANSPORTE	CANALIZADAS	DIFUSAS	FRITAS					
PST					329				
PM ₁₀	1215	3610	2000	340	74	67	35.4	15.1	193
PM _{2.5}					41				
SO ₂		130-13000	-	9-900	103	2130	8930	209	
NO _x		1690 -19500	-	1800-18000	4331	961	698	961	
F		650 - 6500	-	0 - 90					
Cl									
Plomo y sus compuestos		0 - 1300	-	9-900	0.24	0.15			
Cadmio y sus compuestos					0.003	0.11			
Cromo y sus compuestos					0.03	0.28			
Cobre y sus compuestos					1.51	0.11			
Níquel y sus compuestos					0,03	3.9	0.88		
Selenio					0.002				
Zinc y sus compuestos					0.73		0.212		
NMCOV						157	2890		
Arsénico y sus compuestos						0.06			
Mercurio y sus compuestos						0.12	0.014		
N ₂ O						42.8	28.3		
Hidrocarburos aromáticos policíclicos							1.7		
NH ₃							251	421	
Benceno							3.7		
CH ₄							168		

5. MARCO NORMATIVO

5.1. Introducción al marco normativo

A partir de los años setenta comienza a emerger una mayor concienciación en cuanto a temas ambientales, y se ve la necesidad de establecer diferentes medidas y acuerdos para la protección del medio ambiente.

La Conferencia de Estocolmo, en 1972, consiguió la aceptación por parte de los participantes de una visión ecológica del mundo, donde la protección y la mejora del medio ambiente tienen una importante influencia sobre el desarrollo y la prosperidad en el mundo, y que ambos aspectos del medio humano, el natural y el artificial, son esenciales para el bienestar.

Otro paso importante para la protección del ambiente atmosférico ha sido el Protocolo de Montreal. En la actualidad unas 180 naciones se han comprometido a cumplir sus objetivos de reducción en la producción de gases CFC (clorofluorocarbonos), halones y bromuro de metilo, principales causantes de la desaparición del ozono estratosférico.

Veinte años después de Estocolmo, en la Cumbre de la Tierra: Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro en 1992, se alcanzaron una serie de importantes acuerdos intergubernamentales plasmados en documentos como la Declaración de Principios, la firma de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, el Convenio sobre Diversidad Biológica y la Agenda 21.

En cuanto a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, que entró en vigor en 1994, no se ha conseguido el objetivo de estabilización de las concentraciones de gases invernadero. Por este motivo, en 1995, las Partes de la Convención concluyen que es necesario emprender más acciones, y deciden negociar un Protocolo con nuevas medidas de reducción de emisiones, con objetivos vinculantes y cuantificados de limitación y reducción de gases de efecto invernadero. Este protocolo se adoptó en Kioto, en 1997, en la III Conferencia de las Partes sobre Cambio Climático.

Existen otros Protocolos, como el de Génova (1991), Oslo (1994), Aarhus (1998) y Sofía (1998), todos ellos referentes a emisiones de contaminantes.

En última instancia, cabe mencionar que el VI Programa de Acción en Medio Ambiente establece el desarrollo de una estrategia sobre contaminación atmosférica bajo el nombre "Programa Aire Puro para Europa: Hacia una estrategia temática en pro de la calidad del aire", CAFE, del inglés Clean Air For Europe.

La Comisión de la Unión Europea tiene previsto presentar, tal y como se menciona en su Comunicación de la Comisión (COM (2001) 245 final), una estrategia que constará de:

- Una evaluación de la adecuación y eficacia de la normativa comunitaria y los programas nacionales; tomando en consideración los grupos más

vulnerables y revisando si procede los objetivos en materia de calidad del aire.

- Una descripción detallada sobre los datos e indicadores de calidad del aire y de contaminantes, destinada al público.
- Los resultados de un análisis sobre las nuevas medidas necesarias para alcanzar los objetivos en materia de calidad del aire.
- Un informe de situación sobre las políticas desarrolladas en sectores afines, en el que se desarrollarán una serie de medidas de reducción de las emisiones enumeradas en esta comunicación.

El objetivo a largo plazo de este programa es una política estratégica e integrada para la protección frente a los efectos de la contaminación para la salud y el medio ambiente.

La **situación actual** en materia de gestión de la calidad del aire en la Unión Europea tiene como referencia la Directiva 96/62/CE del Consejo, del 27 de septiembre de 1996, sobre evaluación y control de la calidad del aire ambiente, comúnmente denominada “Directiva Marco” (DM).

A su vez, también se toman como marco referencial todas las directivas específicas que se han publicado para diferentes contaminantes y que derivan de la anterior (Directivas Hijas), entre las que destacan: Directiva 1999/30/CE, relativa al dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, partículas y plomo; Directiva 2000/69/CE, relativa al benceno y el monóxido de carbono; y Directiva 2002/03/CE, relativa al ozono en el aire ambiente. En fecha 15 de febrero de 2005 entra en vigor la Directiva 2004/107/CE, relativa al arsénico, cadmio, mercurio, níquel y los hidrocarburos aromáticos policíclicos en el aire ambiente.

Este conjunto de directivas, que están siendo en la actualidad traspuestas a la normativa estatal de cada estado miembro, recoge los principios básicos de una estrategia común en el ámbito de la Unión Europea, y sus objetivos se expresan de forma general en los cuatro apartados del Artículo 1 de la Directiva 96/62/CE:

1. “Definir y establecer objetivos de calidad del aire ambiente para evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos sobre la salud humana y el medio ambiente en su conjunto”,
2. “Evaluar basándose en métodos y criterios comunes la calidad del aire ambiente”
3. “Disponer de información adecuada sobre la calidad del aire ambiente y procurar que el público tenga conocimiento de la misma”.
4. “Mantener una buena calidad del aire, allí donde exista, y mejorarla en los demás casos”.

Cualquier estrategia de control bien orientada deberá conducir al cumplimiento de estos cuatro objetivos, de acuerdo con los criterios también definidos en el conjunto de directivas, y dentro de los plazos previstos.

El primer objetivo se materializa, en las directivas derivadas, con la definición de los valores límite, valores objetivo, y umbrales de alerta para las concentraciones de cada contaminante.

Se define Valor Límite (VL) como un nivel fijado basándose en conocimientos científicos, con el fin de evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos para la salud humana y para el medio ambiente en su conjunto, que debe alcanzarse en un plazo determinado y no superarse una vez alcanzado.

El valor objetivo es equivalente al valor límite pero se admite la posibilidad de no alcanzarse (por ejemplo, para el ozono, se fija un valor objetivo y no valor límite por ser un contaminante de naturaleza transfronteriza y por tanto más difícilmente controlable por cada estado miembro individualmente).

Los Umbrales de Alerta se establecen para prevenir daños en situaciones episódicas de alta contaminación, y se definen como un nivel a partir del cual una exposición de breve duración supone un riesgo para la salud humana y a partir del cual los Estados miembros deberán tomar medidas inmediatas.

La responsabilidad de cada estado miembro, una vez establecidos estos parámetros de calidad, consiste en **evaluar, controlar**, con el objetivo de establecer un mantenimiento o mejora, e **informar** sobre la calidad del aire en sus respectivos territorios, y todo ello bajo unos mismos criterios comunes.

Entre estos criterios cabe destacar, por la forma en que determina toda actuación posterior, que la gestión de la calidad del aire habrá de realizarse sobre la base de una zonificación de los territorios a gestionar. La delimitación de estas zonas no es fácil puesto que las directivas no orientan sobre cómo llevar a cabo tal zonificación, limitándose únicamente a la definición de zona como parte del territorio delimitada por un estado miembro.

Cabe mencionar, en este sentido, la reciente aprobación de la **nueva Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de mayo de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa**. Ésta supone la revisión, a la luz de los últimos avances científicos y sanitarios, y de la experiencia de los Estados Miembros, de la normativa mencionada con anterioridad (Dir 96/62/CE, Dir 99/30/CE, Dir 2000/69/CE Y 2002/3/CE) y de la Decisión 97/101/CE, y la incorporación de las exigencias de la normativa a una única Directiva, con el fin de ofrecer mayor simplificación y eficacia normativa en el cumplimiento de los objetivos de mejora de la calidad del aire ambiente en los Estados Miembros.

Evaluación de la calidad del aire

En lo referente a la evaluación o diagnóstico de la calidad del aire en cada zona en relación con los valores límite, las directivas 1999/30/CE y 2000/69/CE incluyen criterios para garantizar la cobertura del territorio y la intercomparación de los niveles

en toda la Unión Europea, contemplando aspectos tales como los métodos de medida adecuados a cada zona en función de los niveles de contaminantes que le afectan, número mínimo y ubicación de los monitores en el caso de medida en continuo, técnicas de referencia para el análisis, objetivos de calidad de los datos, etc. También se incluyen instrucciones sobre la frecuencia y contenidos de la información que se ha de suministrar a la Comisión como resultado de cada evaluación.

De forma transitoria, con objeto de facilitar a los estados miembros la adaptación progresiva a los valores límite, se contemplan márgenes de tolerancia, definidos como el porcentaje del valor límite en el que éste puede sobrepasarse, y que se van reduciendo linealmente hasta desaparecer en el año objetivo, que varía según el contaminante (Figura 5.1)

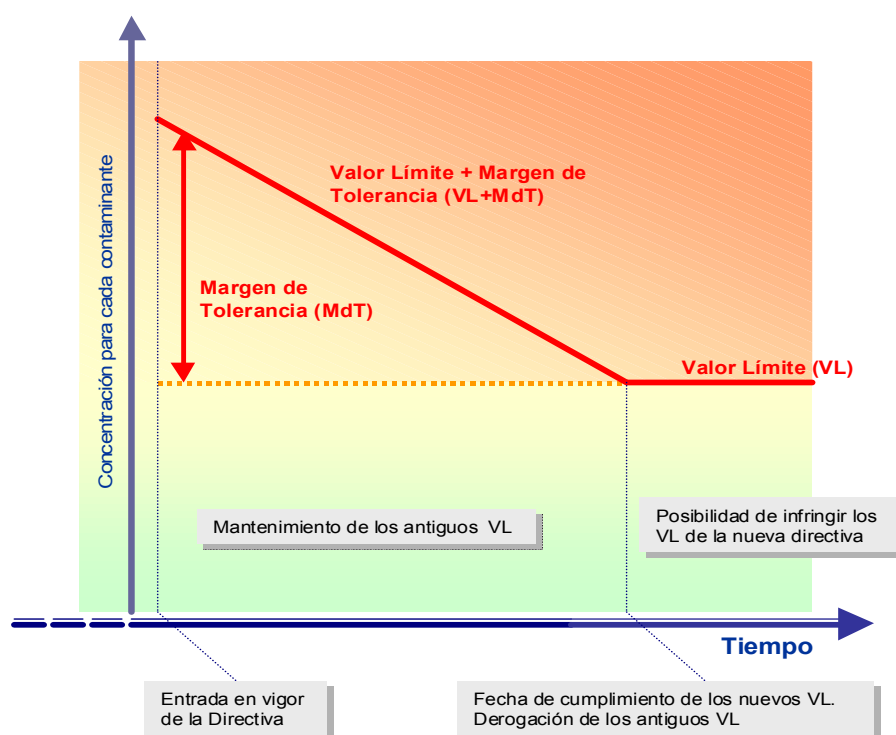


Figura 5.1. Aplicación de los valores establecidos en la normativa.

Como resultado de la evaluación anual de la calidad del aire se clasifican las zonas en tres grupos o tipos:

- I. Zonas con niveles de concentración de alguno de los contaminantes por encima del valor límite incrementado por su margen de tolerancia.
- II. Zonas con niveles de concentración entre el valor límite y el valor límite incrementado por el margen de tolerancia.
- III. Zonas con niveles de concentración por debajo del valor límite.

Los **métodos de evaluación** aplicables en cada zona, respecto a los contaminantes contemplados en las directivas 1999/30/CE y 2000/69/CE, varían

según los niveles de concentración registrados respecto a dos Umbrales de Evaluación, superior (UES) e inferior (UEI), también definidos para cada contaminante en estas directivas como porcentajes de los valores límite.

La clasificación de las zonas respecto a estos umbrales se revisará como mínimo cada 5 años, o antes si existen indicios de cambios sustanciales en los niveles de concentración o cambios significativos de las actividades que pueden tener incidencia en estos niveles. En cada caso se contemplan distintos métodos de medida, cálculo, estimación o predicción, siendo el más exigente (tanto por su mayor precisión como por la mayor inversión económica requerida) la medida en continuo en emplazamientos fijos, que será obligatoria en aquellas zonas donde los niveles estén por encima de algún UES. En las zonas incluidas en el segundo grupo se podrá utilizar una combinación de medidas y modelización, y en las incluidas en el tercero la evaluación se podrá limitar al empleo de técnicas de modelización o de estimación objetiva.

En el caso del **ozono**, la Directiva 2002/03/CE no define valores límite sino valores objetivo y valores objetivo a largo plazo, sobre los cuales no se aplica margen de tolerancia alguno. Esta diferenciación se explica por la consideración del ozono como contaminante transfronterizo, lo cual se considera clave en esta directiva y da lugar a un quinto punto adicional en el Artículo 1 de objetivos: *“promover una mayor cooperación entre los estados miembros para reducir los niveles de ozono, y aprovechar las posibilidades que ofrecen las acciones transfronterizas y consensuar dichas acciones”*.

En cuanto al **diagnóstico**, las zonas se clasifican en dos grupos, según estén sus niveles por encima o por debajo de los valores objetivo. En cuanto a los métodos de evaluación, se toma como referencia los valores objetivo a largo plazo, de manera que en las zonas donde los niveles están por encima de éstos durante alguno de los 5 años anteriores, es obligatoria la medida en continuo.

La Directiva Marco prevé en su Artículo 5 una Evaluación Preliminar, que en el caso de la Comunidad Valenciana se realizó a principios de 2001 para los contaminantes contemplados en las directivas 1999/30/CE y 2000/69/CE. Como resultado de esta evaluación se establecieron los métodos de evaluación adecuados a cada zona, que serán los aplicados en las sucesivas evaluaciones.

Control de la calidad del aire

En relación con el control de la calidad del aire la Directiva Marco prevé la elaboración y aplicación de planes o programas de actuación en diferentes plazos:

- En el Art.7 Ap.3 indica que *“Los estados miembros elaborarán **planes de acción** que indiquen las medidas que deban adoptarse a corto plazo en caso de **riesgo de rebasamiento de los valores límite o de los umbrales de alerta**, a fin de reducir el riesgo de rebasamiento y/o reducir su duración. Dichos planes podrán prever, según los casos, **medidas de control** y, cuando sea preciso, de **supresión de las***

actividades, incluido el tráfico automovilístico, que contribuyan al rebasamiento de los valores límite”,

- y en el Art.8 Ap.3 indica que para las zonas incluidas en el primer grupo en la clasificación resultante de una evaluación (aquellas donde se rebase algún valor límite incrementado por el margen de tolerancia), **“los estados miembros tomarán medidas para garantizar la elaboración o la aplicación de un plan o programa que permita regresar al valor límite dentro del plazo fijado”** (medidas a medio plazo).

En el caso del **ozono** todas estas medidas están condicionadas por la relación coste/beneficio. Así, los planes de acción a corto plazo en zonas donde se supere el umbral de alerta sólo se llevarán a cabo *“si existe alguna posibilidad significativa de reducir ese riesgo o la duración o gravedad de cualquier caso de superación del umbral [...] los planes podrán prever medidas graduales y que tengan en cuenta la relación coste/efectividad”* (Art.7 de la directiva 2002/03/CE).

De la misma forma, en las zonas en las que se superen los valores objetivo se tomarán *“medidas para garantizar la elaboración y ejecución de un plan o programa con la finalidad de alcanzar el valor objetivo, salvo cuando no sea realizable usando medidas proporcionadas”,* y en las zonas donde se superen los objetivos a largo plazo pero no los valores objetivo, los estados miembros deberán *“elaborar y ejecutar unas medidas rentables con objeto de alcanzar los objetivos a largo plazo”*.

Información sobre la calidad del aire

La Directiva Marco obliga a informar a la población en los casos en que se **rebasen los umbrales de alerta**, proponiendo el empleo de diferentes medios de comunicación, así como poner a disposición del público los planes o programas citados en el punto anterior como medidas de control.

Las Directivas Hijas amplían las exigencias estableciendo además la obligatoriedad de informar al público de los casos de **superación de los valores límite de SO₂, NO_x, PM₁₀, Pb, CO y CH₄**, y del **valor objetivo a largo plazo** para la protección a la salud humana y el **umbral de información** en el caso del **ozono**. Esta información se acompañará con una breve evaluación en relación con los valores límite y umbrales de alerta, así como información adecuada sobre las repercusiones para la salud de los niveles registrados. Además, en los casos de superación de umbrales de alerta o del umbral de información del ozono, la Directiva 1999/30/CE, y la Directiva 2002/03/CE enumeran una serie de detalles mínimos a incluir en la información (fecha, hora, lugar y causas del episodio, evolución prevista, zona afectada, precauciones que se deben tomar, grupos de riesgo...). En el caso particular del ozono esta información se facilitará también, cuando sea viable, en caso de previsión de la superación del umbral de información o de alerta.

También para el ozono en particular se difundirán informes globales anuales que *“indiquen al menos, en lo que se refiere a salud humana, todas las superaciones del valor objetivo y del objetivo a largo plazo, así como los umbrales de información y de*

alerta, y, en lo que respecta a vegetación, todas las superaciones del valor objetivo y del objetivo a largo plazo, acompañados de una breve evaluación de los efectos de dichas superaciones...” (Art. 6 Ap.1b).

Las tres directivas destacan como destinatarios de la información, además del público en general, a “organizaciones medioambientales y de consumidores, a las que representen a grupos de población sensible y otros organismos sanitarios relacionados...”, y proponen canales de difusión de la información complementarios a los señalados en la Directiva Marco como pantallas de información, teletexto o redes informáticas (Internet).

A nivel estatal, la transposición de estas directivas se ha realizado a través del **Real Decreto 1073/2002**, de 18 de octubre, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono. Dicho Real Decreto traspone las Directivas 1999/30/CE del Consejo, y 2000/69/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

El **Real Decreto 1796/2003**, de 26 de diciembre, relativo al ozono en el aire ambiente supone la incorporación al derecho interno estatal de la Directiva 2002/3/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

LEGISLACIÓN ESPECÍFICA RELATIVA AL CONTROL Y EVALUACIÓN RESPECTO AL PÁRAMETRO PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN

Debido a los efectos del material particulado atmosférico (MPA) sobre la salud, el clima y los ecosistemas, la medida de los niveles de partículas en la atmósfera es uno de los parámetros clásicos en el control de la calidad del aire. Dada su importancia en el Plan de Mejora de la Calidad del Aire que estamos desarrollando, se detalla la legislación aplicable a este contaminante en este apartado específico.

En España, hasta el año 2001, el control de los niveles de MPA se realizaba a partir de medidas de humos negros (HN) y de partículas totales en suspensión (PST) según el Real Decreto 1613/1985 (BOE nº 219 del 12/09/85) y el Real Decreto 1321/1992 (BOE nº 289 del 02/12/92) que provienen de la incorporación a la legislación española de las Directivas Europeas 80/779/CEE y 98/427/CEE.

A partir de julio de 2001 entró en vigor la Directiva Europea 1999/30/CE que, como ya se ha mencionado con anterioridad, establece “*valores límite y, en su caso, umbrales de alerta con respecto a las concentraciones de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, partículas y plomo en el aire ambiente para evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos para la salud humana y para el medio ambiente en su conjunto*”. Esta nueva Directiva produjo un cambio en los parámetros de medida pasándose a medir PM₁₀ (definido legalmente como la masa de partículas que pasan a través de un cabezal de tamaño selectivo para un diámetro aerodinámico de 10 µm con una eficiencia de corte del 50%) en vez de HN y PST, y estableciendo una mayor restricción en los valores límite.

Esta nueva Directiva proponía dos Fases. **La Fase I (2005) en la que el límite anual medio de concentración de partículas es de 40 µg/m³ y el límite diario es**

de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el percentil 90.4, donde el número de superaciones anuales permitidas del valor límite diario es de 35 días. La Fase II (2010), con valores indicativos de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media anual y 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media diaria para el percentil 99, lo que corresponde a 7 días de superaciones permitidas en un año (Tabla 5.1). Sin embargo la directiva expone que para que la fase de 2010 entrase en vigencia, los valores indicativos fijados para tal fecha tendrían que haberse ratificado como tales en la evaluación de la directiva de 2003. **Esta ratificación no se ha producido**, y por tanto nunca llegarán a entrar en vigor, quedando como **valores límite de PM_{10} los fijados para la primera fase**.

En la Directiva también se proponía que a finales de 2003 se evaluara la posibilidad de determinar valores límite para el parámetro $\text{PM}_{2.5}$ (masa de partículas que pasan a través de un cabezal de tamaño selectivo para un diámetro aerodinámico de 2.5 μm con una eficiencia de corte del 50%), dado que estudios epidemiológicos apuntan que las partículas más perjudiciales para la salud son aquellas con un diámetro menor de 2.5 μm .

En la actualidad, la nueva **Directiva 2008/50/CE, de 21 de mayo de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa**, regula los niveles de PM_{10} , incorporando también nueva regulación para los niveles de concentración de $\text{PM}_{2.5}$.

En el caso de PM_{10} , la Directiva no ha modificado los límites ya vigentes, y establece un valor límite diario de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que no podrá superarse en más de 35 ocasiones al año, y un valor límite anual de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

En cuanto al $\text{PM}_{2.5}$, el valor límite u objetivo anual se establece en 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dicho valor se fijaría como valor objetivo para 2010 y como valor límite para 2015. Además, se propone conseguir una disminución de hasta un 20% de los niveles de $\text{PM}_{2.5}$ medidos como media trienal en las estaciones de fondo urbano de los estados miembros, entre 2009-2011 y 2018-2020.

Tabla 5.1. Valores límite anuales, diarios y número de superaciones establecidos por el Real Decreto 1321/1992 y por la Dir 1999/30/CE vigente para partículas en suspensión. Valores límite anuales, diarios, y número de superaciones propuestas para $\text{PM}_{2.5}$, según la Dir 2008/50/CE.

Parámetro de referencia	Normativa anterior 1992-2001	Directiva 1999/30/CE 2001-2010		Nueva Directiva 2005-2015	
		Fase I 2005 PM_{10}	Fase II 2010 PM_{10}^*	PM_{10}	$\text{PM}_{2.5}$
Valor límite anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	150	40	20*	40	25 (2015)
Valor objetivo anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				--	25 (2010)
Valor límite diario ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	300	50	50*	50	--
Número de superaciones del valor límite diario permitidas	18	35	7*	35	--
Reducción de la exposición en la media en estaciones de fondo urbano de un estado miembro	--	--	--	--	20% de los niveles medios de 2009-2011 a 2018-2020

***SIN VIGENCIA** AL NO HABER SIDO RATIFICADOS POR LA EVALUACIÓN DE LA DIRECTIVA.

Para la evaluación de la calidad del aire respecto a PM_{10} , es preciso tener en cuenta el *punto 3 del Artículo 4 del Real Decreto 1073/2002*, que establece que **se podrán designar zonas o aglomeraciones en que se superen los valores límite debido a fenómenos naturales que varíen considerablemente sus concentraciones de fondo**. Existe un fenómeno natural que afecta a la Comunidad Valenciana, y que varía las concentraciones de fondo de PM_{10} en diversas ocasiones a lo largo del año: las **intrusiones de partículas saharianas**.

Como fruto del convenio de colaboración para el estudio y evaluación de la contaminación atmosférica por material particulado en suspensión en España entre la D.G. de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas y el Instituto Nacional de Meteorología del Ministerio de Medio Ambiente, se remiten periódicamente a las comunidades autónomas informes sobre los episodios de entrada de partículas de origen sahariano, que pueden haber afectado a los niveles de partículas en suspensión a nivel de superficie.

Según la normativa comunitaria y los formularios elaborados para la remisión de la información de la calidad del aire por parte de los estados miembros, se contempla la posibilidad de informar sobre las superaciones de PM_{10} causadas por episodios naturales y otros hechos como la utilización de sal y arena para evitar el hielo sobre el asfalto.

5.2. Marco normativo de protección del ambiente atmosférico

En este apartado, en el que se muestra una relación de la normativa más relevante a nivel estatal y europeo sobre protección del ambiente atmosférico, ésta se va a presentar en distintos bloques, atendiendo a los distintos aspectos que afectan el desarrollo de este Plan de Mejora, y que establecen exigencias para su realización.

En primera instancia, se presenta la normativa que, por ser de carácter general, afecta tanto a aspectos de control de emisiones como de gestión de la calidad del aire ambiente.

A continuación se irá desarrollando el listado de normativa que afecta a los distintos aspectos contemplados en este plan: calidad del aire, control de emisiones, transporte, etc.

LEY 34/2007, DE 15 DE NOVIEMBRE, DE CALIDAD DEL AIRE Y PROTECCIÓN DE LA ATMÓSFERA.

Esta nueva Ley tiene por **objeto** establecer las bases en materia de prevención, vigilancia y reducción de la contaminación atmosférica con el fin de evitar, y cuando esto no sea posible, aminorar los daños que de ésta puedan derivarse para las personas, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza.

Inspirada en los principios de cautela y acción preventiva, corrección de la contaminación en la fuente y el de “quien contamina paga”, esta ley subraya la corresponsabilidad tanto de administraciones públicas, entidades de derecho público y privado y de los particulares en conseguir un elevado nivel de protección de las personas y del Medio Ambiente.

La Ley 34/2007 aborda distintos aspectos relativos a la protección del ambiente atmosférico entre los que se destacan la **evaluación y gestión de la calidad del aire**, la **prevención y control de emisiones**, los **instrumentos de fomento de protección de la atmósfera** y la **planificación** destinada a la mejora de la calidad del aire, y regula por último los mecanismos de control inspección y seguimiento de las emisiones así como el régimen sancionador.

En cuanto a la **gestión y evaluación de la calidad del aire**, se establecen las disposiciones conforme al modelo vigente dentro del marco normativo europeo, instando al gobierno a fijar objetivos de calidad del aire, y definiendo las competencias para las actuaciones de zonificación y evaluación de la calidad del aire por parte de las comunidades autónomas y entidades locales en determinados casos que la ley establece. Cabe destacar que la información relativa a la calidad del aire deberá ser tenida en cuenta por la Administraciones públicas en relación con el urbanismo, la ordenación del territorio así como en las autorizaciones de instalaciones y actividades.

La Ley establece para la **Prevención y el Control de emisiones** dos tipo de medidas principales, que son, en primer lugar, el establecimiento de unos valores límites de emisión para los distintos contaminantes y actividades, así como fijar las obligaciones específicas respecto a los distintos procesos que afectan a productos que pueden generar contaminación.

En segundo lugar, esta ley viene a perfeccionar el régimen de intervención administrativa al que se someten ciertas actividades, dando una filosofía más operativa a este régimen de intervención, en el que participan las comunidades autónomas con un mayor grado de implicación. Es también destacable que existe correlación entre el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y el inventario español de emisiones, lo cual permitirá una revisión periódica de éste, así como de las categorías en las que se incluyen las distintas actividades.

Esta ley aborda en uno de sus capítulos la **Planificación** en tres vertientes: los planes para la mejora de la calidad del aire y para cumplir objetivos y obligaciones establecidos, la participación pública en la elaboración de dichos planes y, por último, la integración de la protección de la atmósfera en la planificación de políticas sectoriales. A este respecto se insta al gobierno a responder a la planificación a nivel comunitario e internacional, así como a elaborar indicadores que puedan ser utilizados para evaluar la eficacia de los planes.

La ley propone como **instrumentos de fomento de protección de la atmósfera** una serie de acciones que aborden la lucha contra la contaminación desde distintos ámbitos. Entre éstos se destacan los acuerdos voluntarios, sistemas de gestión y auditorías ambientales, la investigación, desarrollo e innovación, la formación

y sensibilización pública, y actuaciones relativas a la contratación pública y la fiscalidad pública.

En relación al **control, inspección y seguimiento de las emisiones a la atmósfera**, la ley atribuye a las comunidades autónomas la responsabilidad de la adopción de las medidas de inspección necesarias, y a los funcionarios que las lleven a cabo, el carácter de agentes de la autoridad.

Con el fin de que todas las administraciones públicas dispongan de la información necesaria para cumplir con las prescripciones de esta ley, se establece un Sistema Español de Información, Vigilancia y Prevención de la Contaminación Atmosférica.

El **régimen sancionador** que establece esta ley, basado en la premisa de que los efectos adversos de la contaminación no son en gran parte ni reparables ni cuantificables, da especial relevancia a la prevención en cuanto a tipificación y graduación de sanciones.

Esta ley **deroga** el Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas, así como la **Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de Protección del Ambiente Atmosférico y los Anexos II y III del Decreto 833/75 por el que se desarrolla la Ley 38/72**.

En resumen, esta ley, y su futuro desarrollo normativo, tanto a nivel estatal como autonómico, abre un nuevo enfoque en las actuaciones de protección del ambiente atmosférico, un enfoque integral e integrador. En este sentido, es **integral** ya que abarca las distintas vertientes relacionadas con la contaminación atmosférica, como son la calidad del aire, contaminación transfronteriza, cambio climático, agotamiento de la capa de ozono, etc.. Se trata de una ley que pretende abordar la pluralidad de las causas y efectos de la contaminación atmosférica, con una visión global respecto a las fuentes, los contaminantes y sus impactos en la salud de las personas, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza. Por otro lado, es **integradora** ya que, siendo el fenómeno de la contaminación de naturaleza compleja, éste requiere para su tratamiento del concurso de múltiples actuaciones que abarcan distintos campos. Por este motivo, esta ley involucra en la lucha contra la contaminación a las distintas políticas sectoriales, buscando una sinergia entre la conjugación de distintos instrumentos de actuación. La ley, además, da especial importancia a aquellas estrategias que nos lleven a un desarrollo del conocimiento y la mejora en las técnicas, promoviendo la investigación, la formación y sensibilización en la población, y la innovación en los distintos sectores.

DECRETO 833/1975, DE 6 DE FEBRERO, QUE DESARROLLA LA LEY 38/72 DE PROTECCIÓN DEL AMBIENTE ATMOSFÉRICO.

Este Decreto desarrolla la Ley 38/1972, ya derogada por la nueva ley estatal de calidad del aire y protección de la atmósfera. La citada Ley deroga también parte de este Decreto (Anexos II y III).

En cuanto a los que se refiere a calidad del aire, cabe mencionar que este decreto establece los niveles de inmisión para distintos parámetros y determina las

características y funciones de la Red Nacional de Vigilancia y Prevención de la Contaminación Atmosférica, que está constituida por un Centro Nacional ubicado en la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente, los Centros de Recepción de Datos de las Comunidades Autónomas, los Centros de Análisis de la Contaminación Atmosférica, de los que dependen los sistemas sensores y equipos de medida así como los laboratorios de análisis.

Asimismo, se definen las características y el régimen especial a seguir en zonas de atmósfera contaminada, así como las situaciones de emergencia, su caracterización, mecanismo de declaración y las actuaciones de la administración para estas situaciones.

Este Decreto sufre, con el tiempo, a su vez, distintas modificaciones parciales a través de nueva normativa como son:

- el ***“R. D. 1613/1985 que establece nuevas normas de calidad del aire en lo referente a contaminación por dióxido de azufre y partículas”***. Éste, a su vez, también se ve modificado por:
 - el ***“Real Decreto 1154/1986, sobre declaración por el Gobierno de zonas de atmósfera contaminada***
 - el ***“Real Decreto 1321/1992 se establecen nuevas normas de calidad del aire en lo referente a la contaminación por dióxido de azufre y partículas***
 - el ***“Real Decreto 547/1979 sobre modificación del Anexo IV del Decreto 833/1975”***
- el ***“Real Decreto 717/1987 que establece nuevas normas de calidad del aire en lo referente a contaminación por dióxido de nitrógeno y plomo”***,

A través de todo este marco normativo desarrollado se establecen valores límite, valores guía y valores de referencia para la declaración de situación de emergencia, así como el procedimiento para su aplicación:

- **Valores límite** como concentraciones referidas a determinados periodos y condiciones, que con el fin de proteger la salud humana, no deben superarse. Para el dióxido de azufre se fijan diferentes valores límite en función del valor asociado alcanzado por las partículas en suspensión para cada período considerado.
- **Valores guía** como concentraciones que se tomarán como referencia para el establecimiento de regímenes específicos de niveles de inmisión a fin de mejorar el medio ambiente, como medida preventiva en materia de salud y como objetivos de calidad deseables.
- **Valores de referencia** para la declaración de situación de emergencia son las concentraciones que, por constituir un grave deterioro de las condiciones ambientales para la salud humana, dan lugar a la aplicación de situación de emergencia.

En cuanto a emisiones, este Decreto fija los niveles máximos autorizados de emisión de contaminantes a la atmósfera de las principales actividades industriales potencialmente contaminadoras detalladas en uno de sus anexos, derogado en la actualidad. También recoge las medidas de carácter administrativo relativas a la

instalación, ampliación, modificación, autorización de puesta en marcha y funcionamiento de estas actividades.

En el apartado de normativa de emisiones se hace de nuevo referencia a estos niveles de emisión para las actividades principales que se tratan en este Plan de Calidad.

5.3. Marco normativo relativo a la gestión y evaluación de la calidad del aire ambiente

- **Directiva 1996/62/CE, de 27 de septiembre de 1996 sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente.**

La Directiva 1996/62/CE es la Directiva Marco sobre calidad del aire, y establece las bases de una estrategia común dirigida a la mejora de la gestión y evaluación de la calidad del aire en el ámbito de la Unión Europea.

Entre sus objetivos principales figuran definir y establecer objetivos de calidad del aire ambiente para los distintos contaminantes. Introduce métodos y criterios comunes para la evaluación de la calidad del aire. Asimismo, recoge la obligación por parte de los organismos competentes de delimitar sus territorios en diferentes zonas homogéneas en cuanto a la calidad del aire y de realizar una evaluación preliminar de la calidad del aire en cada una de ellas. Establece la necesidad de disponer de información adecuada sobre la calidad del aire y de procurar que dicha información se encuentre a disposición de la población en general.

- **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.**

Establece valores límite, valores objetivo y, en su caso, umbrales de alerta con respecto a las concentraciones de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, partículas y plomo en el aire ambiente para evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos para la salud humana y para el medio ambiente en su conjunto.

Asimismo, tiene como objetivo evaluar, a partir de métodos y criterios comunes, las concentraciones en el aire ambiente de los contaminantes mencionados.

Para el dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno, se establece, además de un valor límite para la protección de la salud humana, otro valor límite distinto para la protección del medio ambiente en su conjunto, en especial para los ecosistemas y la vegetación.

Además la Directiva 1999/30/CE establece criterios sobre micro y macro-aplicación de las **estaciones de medida**, el número de puntos de toma de muestras y los métodos de referencia de medidas, aunque no lo hace de forma estricta. La Directiva propone una clasificación de las estaciones de medida de acuerdo a su entorno y las divide en cuatro tipos: estaciones **urbanas de tráfico, de fondo urbano, de fondo regional e industriales**. Las estaciones urbanas de tráfico se deben localizar cerca de las vías de mayor tránsito dentro de los núcleos urbanos para medir

la contaminación directa tanto de la ciudad en general como del tráfico. Las estaciones de fondo urbano se localizan dentro de las áreas urbanas pero en zonas de fondo que representen los niveles de exposición de los ciudadanos. Las estaciones de fondo regional se localizan en zonas alejadas de cualquier foco directo de contaminación antropogénica con el fin de obtener medidas de fondo a nivel regional y rural. Finalmente las estaciones industriales se sitúan dentro de zonas industriales para medir el impacto local de una zona industrial. Sin embargo no quedan claros los criterios para clasificar las estaciones y no se especifica la proporción de cada tipo de estaciones que debe integrar una red media de calidad del aire. Esta falta de precisión en la micro-implantación permite que haya diferencias entre los estados miembros muy importantes en cuanto al diseño de las redes de calidad del aire. Así, tomando como base los datos de Airbase (<http://air-climate.eionet.eu.int/databases>) para los años 2001-2004 se puede observar como en España entre el 70 y 80% de las estaciones están ubicadas en “puntos negros” (estaciones de tráfico e industriales) y solamente el 20-30% en fondo urbano y regional-rural. Sin embargo en la EU-25 la media de estaciones en “puntos negros” es solamente del 45%, existiendo Estados Miembros con una proporción muy baja de este tipo de estaciones (hasta el 15%), con un predominio muy claro de estaciones de fondo (hasta un 80%).

La nueva **Directiva 2008/50/CE, de 21 de mayo de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia**, la cual se describirá con más detalle posteriormente, propone fijar un ratio máximo de 2 entre las proporciones de estaciones de fondo urbano/‘puntos negros’ de los diferentes estados miembros (anexo V, sección A). El mismo anexo también expone en el apartado A que en caso de tener que reconsiderar la ubicación de estaciones para cumplir los criterios expuestos, las estaciones que durante los tres últimos años hayan incumplido los valores límite de PM_{10} no podrán ser canceladas. Actualmente el ratio entre España (80% estaciones industriales y tráfico sobre el total) y otros estados miembros (hasta 13% estaciones industriales y tráfico sobre el total) llega a 6. La citada evaluación propone también que la exención para episodios naturales en lo referente a PM_{10} se aplique también para $PM_{2.5}$.

La principal medida que ha sido contemplada por la Comisión Europea con el fin de que se alcancen los niveles límite/objetivo propuestos es la ejecución de planes de reducción de emisiones que repercutan tanto en el PM_{10} como en el $PM_{2.5}$ (Directiva 1999/30/CE). Desarrollar con éxito este tipo de acciones requiere del previo conocimiento del origen del material particulado en aquellas regiones en las que se vayan a llevar a cabo.

- **Directiva 2000/69/CE, de 16 de noviembre de 2000, sobre valores límite para el benceno y el monóxido de carbono en el aire ambiente.**

Siguiendo las directrices establecidas por la Directiva Marco sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente, la Directiva 2000/69/CE establece valores límite para el benceno y el monóxido de carbono en el aire ambiente. Tiene como objetivo evaluar, a partir de métodos y criterios comunes, las concentraciones en el

aire ambiente de los contaminantes mencionados. Esta directiva obliga también a los estados miembros a informar sistemáticamente a la población de las concentraciones de esas dos sustancias en el aire ambiente. Dichos estados deben cumplir la directiva a más tardar el 13 de diciembre de 2002.

- **Directiva 2002/3/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de febrero de 2002 relativa al ozono en el aire ambiente.**

Esta directiva se crea con el fin de establecer objetivos a largo plazo, unos valores objetivo para el año 2010, un umbral de alerta y un umbral de información sobre las concentraciones de ozono en el aire ambiente de la Comunidad. Se pretende además establecer métodos y criterios comunes de evaluación, garantizar la obtención de información adecuada y que la misma esté a disposición de la población. En última instancia tiene también por objetivo promover una mayor cooperación entre los estados miembros para reducir los niveles de ozono, todo ello encaminado a mantener o mejorar la calidad del aire ambiente.

Los objetivos a largo plazo previstos en la directiva se atienen a las líneas directrices de la Organización Mundial de la Salud sobre el ozono. El incumplimiento de los valores objetivo obliga a los estados miembros a elaborar planes de acción para reducir el ozono en el aire ambiente.

- **Real Decreto 1073/2002, de 18 de octubre, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono.**

Este Real Decreto supone la transposición al derecho estatal de la Directiva 1999/30/CE del Consejo, y de la Directiva 2000/69/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

Tiene por objeto, por tanto, definir y establecer valores límite y umbrales de alerta de concentraciones de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono en el aire ambiente, regular la evaluación, el mantenimiento y la mejora de la calidad del aire en relación con dichas sustancias, así como la información a la población y a la Comisión Europea.

Se introducen dentro del marco estatal los conceptos de Zona y Aglomeración para la evaluación de la calidad del aire en el territorio, así como el establecimiento de valores límite con fechas de cumplimiento en el 2005 ó 2010, y márgenes de tolerancia aplicables a los años previos a dichas fechas, los cuales van disminuyendo hasta alcanzar el valor límite (Tabla 5.2 a Tabla 5.6).

Para la evaluación de la calidad del aire respecto al dióxido de azufre, es preciso tener en cuenta el *punto 3 del Artículo 4 del Real Decreto 1073/2002*, que establece que se podrán designar zonas o aglomeraciones en que se superen los valores límite debido a fuentes naturales, como se ha mencionado con anterioridad.

Tabla 5.2. Valores límite para el dióxido de azufre, según el Real Decreto 1073/2002, expresados a 20°C y 1 atm.

	Periodo de promedio	2005
Valor límite horario para la protección de la salud humana	1 hora. No podrá superarse en más de 24 ocasiones por año.	350 µg/m ³
Valor límite diario para la protección de la salud humana	24 horas. No podrá superarse en más de 3 ocasiones por año.	125 µg/m ³

Tabla 5.3. Valores límite para el dióxido de nitrógeno (NO₂), según el Real Decreto 717/87, expresados a 20°C y 1 atm.

Periodo considerado	Valor límite (Percentil 98) para el NO ₂
Anual (Para el cálculo del Percentil 98 será necesario disponer del 75% de los datos)	200 µg/m ³ (Calculado a partir de periodos horarios)

Tabla 5.4. Valores límite para el dióxido de nitrógeno (NO₂), según el Real Decreto 1073/2002, expresados a 20°C y 1 atm.

	Periodo considerado	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Valor límite horario de NO ₂ para la protección de la salud humana (µg/m ³)	1 hora. No podrá superarse en más de 18 ocasiones por año.	250	240	230	220	210	200
Valor límite anual de NO ₂ para la protección de la salud humana (µg/m ³)	Año civil	50	48	46	44	42	40

Tabla 5.5. Valores límite para el Pb determinado como Plomo particulado en aerosoles, captados en filtros, según el Real Decreto 1073/2002.

	Periodo de promedio	2005
Valor límite de Pb para la protección de la salud humana (µg/m ³)	Año civil	0.5

Tabla 5.6. Valores límite para el monóxido de carbono, según el Real Decreto 1073/2002.

	Periodo de promedio	2005
Valor límite de CO para la protección de la salud humana (mg/m ³)	Media de 8 horas máxima de un día	10

- **Real Decreto 1796/2003, de 26 de diciembre, relativo al ozono en el aire ambiente.**

El presente Real Decreto supone la incorporación al derecho interno estatal de la Directiva 2002/3/CE, que estableció el nuevo régimen jurídico comunitario sobre el ozono troposférico presente en la baja atmósfera. Este Real Decreto debe entenderse completado con las prescripciones de carácter general previamente incluidas en el Real Decreto 1073/2002.

Se establecen valores objetivo de concentraciones de ozono para proteger tanto la salud de las personas como la vegetación, que deberán alcanzarse, como muy tarde, en el trienio o quinquenio que comienza con el año 2010 respectivamente, así como también establece objetivos más estrictos a largo plazo.

Se regulan los umbrales de información y de alerta para las concentraciones de ozono (distintos de los establecidos por el RD 1494/1995), con el fin de que las Administraciones públicas competentes suministren una adecuada información a la Administración sanitaria y a la población en caso de superación de éstos, o cuando se prevea que puedan ser superados (Tabla 5.7).

En cuanto a la evaluación de las concentraciones, se establecen normas y criterios a tener en cuenta para la medición de las concentraciones de ozono y de sus sustancias precursoras, los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles, con una regulación específica sobre el número y la ubicación de las estaciones de medición, y los métodos de referencia para el análisis de ozono y calibrado de los aparatos de medición.

Tabla 5.7. Valores objetivo y umbrales de información para el ozono, según el Real Decreto 1796/2003.

	Parámetro	Valor objetivo para 2010
Valor objetivo para la protección de la salud humana	Máximo de las medias octohorarias del día	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que no deberá superarse más de 25 días por cada año civil de promedio en un periodo de 3 años a partir de 2010
Valor objetivo para la protección de la vegetación.	AOT40 [#] , calculada a partir de los valores horarios de mayo a julio	18.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$, de promedio de un periodo de 5 años a partir de 2010
Umbral de información	Promedio horario	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Umbral de alerta	Promedio horario (se debe medir o prever durante 3 horas consecutivas)	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

[#]AOT40 [expresado en $(\mu\text{g}/\text{m}^3) \cdot \text{horas}$]: la suma de la diferencia entre las concentraciones horarias superiores a los 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (40 partes por mil millones o ppb) y 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a lo largo de un periodo dado utilizando únicamente los valores horarios medidos entre las 8.00 y las 20.00 horas, hora de Europa Central, cada día.

- **Directiva 2004/107/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa al arsénico, el cadmio, el mercurio, el níquel y los hidrocarburos aromáticos policíclicos en el aire ambiente.**

Esta Directiva establece unos **valores objetivo** para el arsénico atmosférico, el cadmio, níquel e hidrocarburos aromáticos policíclicos (usando benzo(a)pireno como indicador) presentes en el aire. Dichos valores objetivo (Tabla 5.8) no deberán verse superados a partir del 31 de diciembre de 2012, y por tanto, será necesario adoptar las medidas necesarias para este fin antes de dicho momento.

A través de esta Directiva se establecen los métodos y criterios de evaluación de las concentraciones de dichas sustancias en el aire ambiente, así como de los depósitos transferidos desde la atmósfera a las superficies.

Se garantizará a través de esta Directiva, la obtención y puesta a disposición pública de la información adecuada sobre las concentraciones y los depósitos de las sustancias mencionadas.

Tabla 5.8. Valores objetivo de As, Cd y Ni establecidos por la Directiva 2004/107/CE.

Contaminante	Valor objetivo (Año 2013)
Arsénico	6 ng/m ³
Cadmio	5 ng/m ³
Níquel	20 ng/m ³

- **Real Decreto 812/2007, de 22 de junio, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el arsénico, el cadmio, el mercurio, el níquel y los hidrocarburos aromáticos policíclicos en el aire ambiente.**

Este real decreto supone la incorporación al derecho interno de la Directiva 2004/107/CE. En él se establecen los valores objetivo de concentración mencionados en el punto anterior, para el arsénico, cadmio, níquel, e hidrocarburos aromáticos policíclicos, con el fin de proteger la salud de las personas y el medio ambiente en su conjunto. En cuanto a su contenido, incorpora los elementos establecidos por la Directiva, ya descritos en el punto anterior.

Cabe destacar que este real decreto incluye una modificación del R.D. 508/2007 por el que se regula el suministro de información sobre emisiones del Reglamento E-PRTR y de las autorizaciones ambientales integradas. Se suprimen los umbrales para el suministro de información de las industrias sobre sus emisiones, de manera que la información ambiental disponible por las autoridades competentes sea completa.

- **Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de mayo de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa.**

La presente Directiva, tras el importante desarrollo normativo relativo a la gestión y evaluación de la calidad del aire ambiente, aparece con el fin de responder a la necesidad de una profunda revisión de dicha normativa, incorporando los últimos

avances sanitarios y científicos, así como la experiencia de los distintos Estados Miembros.

Por motivos de simplificación y eficacia administrativa, esta nueva directiva incorpora cuatro directivas anteriores y una decisión del Consejo. Éstas son las Directivas 96/62/CE, 99/30/CE, 2000/69/CE y 2002/3/CE; y la Decisión 97/101/CE.

De forma general, esta normativa reúne los objetivos particulares y comunes establecidos en dicha normativa, incorporando a su vez, algunas novedades dentro del marco normativo de calidad del aire, como el caso concreto de la regulación de concentración en el aire ambiente de PM_{2.5}.

Esta Directiva define y establece objetivos de calidad del aire ambiente. Se establece el sistema y criterios de evaluación de la calidad del aire ambiente para contaminantes como el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, las partículas (PM₁₀ y PM_{2.5}), el plomo, benceno, monóxido de carbono y ozono. Se definen los criterios de ubicación de puntos de muestreo así como los métodos de medición de referencia para los distintos parámetros evaluados.

Al igual que en la normativa que esta directiva incorpora, se especifican valores límite para la protección de la salud humana para contaminantes como el PM₁₀, dióxido de azufre, plomo y monóxido de carbono, estableciéndose márgenes de tolerancia, hasta alcanzar un valor límite objetivo en 2010 para el dióxido de nitrógeno y el benceno.

En relación a los umbrales, se establece un umbral de información y de alerta para el ozono, y para el dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno, umbrales de alerta que deberán medirse durante 3 horas consecutivas en lugares representativos de la calidad del aire en un área de al menos 100 km² o en una zona o aglomeración, si esta última superficie es menor.

Como términos novedosos, esta directiva incorpora la definición de “**Nivel crítico**” como *“un nivel fijado con arreglo a conocimientos científicos por encima de la cual pueden producirse efectos nocivos para algunos receptores como las plantas, los árboles o los ecosistemas naturales, pero no para el hombre”*, quedando éstos establecidos para el dióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno

Otro de los aspectos novedosos de esta Directiva es la incorporación de una nueva regulación del parámetro PM_{2.5}. Dado que estas partículas finas tienen importantes repercusiones negativas para la salud humana, éstas se regulan de manera distinta al resto de parámetros. El control de este parámetro se aborda a partir de un doble enfoque: el primero de ellos persigue una reducción general de las concentraciones en el medio urbano, combinándose con el establecimiento de un valor límite, que en una primera etapa irá precedido de un valor objetivo.

Para abordar este primer e importante aspecto, la directiva acuña un nuevo concepto que es el “**Objetivo nacional de reducción de la exposición**”. Este concepto incluye algunos nuevos términos, como son:

- **Indicador medio de exposición:** nivel medio, determinado a partir de las mediciones efectuadas en ubicaciones de fondo urbano de todo el territorio de un Estado miembro, que refleja la exposición de la población; se emplea para calcular el objetivo nacional de reducción de la exposición y la obligación en materia de concentración de la exposición.
- **Obligación en materia de concentración de la exposición:** nivel fijado sobre la base del indicador medio de exposición, con el fin de reducir los efectos nocivos para la salud humana, que debe alcanzarse en un período determinado.
- **Objetivo nacional de reducción de la exposición:** porcentaje de reducción del indicador medio de exposición de la población de un Estado miembro establecido para el año de referencia con el fin de reducir los efectos nocivos para la salud humana, que debe alcanzarse, en la medida de lo posible, en un periodo determinado.

Por otro lado, al igual que en otros parámetros, se establece un valor objetivo anual, que debe ser alcanzado en 2010, y una valor límite, también anual, con un margen de tolerancia hasta ser alcanzado en 2015.

En esta directiva también se establecen las directrices y procedimientos para la realización de los Planes de Calidad del Aire y los Planes de Acción a corto plazo, en caso de superación de los Valores límite u objetivo, o de riesgo de superación de umbrales de alerta.

Por último, la directiva contempla en uno de sus capítulos los mecanismos de Información y comunicación de datos, respondiendo a la necesidad de asegurar que la población y organismos y entidades interesadas tengan acceso a la información de calidad del aire, y que, de igual forma, existan mecanismos comunes de transmisión de información y comunicación de datos entre los distintos Estados miembros y la Comisión.

5.4. Marco normativo relativo a las emisiones industriales

Desde el año 1984 existe legislación relativa a emisiones atmosféricas industriales que ha sido modificada a lo largo del tiempo. A continuación se presentan algunas de las principales directivas, leyes y decretos relacionados con la vigilancia y control de las emisiones a la atmósfera.

Además de la normativa establecida, a nivel europeo, estatal y europeo, existen acuerdos voluntarios entre las asociaciones de fabricantes y la administración, los cuales también se especifican en el siguiente apartado.

- **Decreto 833/1975, de 6 de febrero, que desarrolla la Ley 38/72 de Protección del Ambiente Atmosférico.**

Este Decreto desarrolla la Ley 38/1972. Además de lo referente a calidad de aire, este decreto fija los niveles máximos autorizados de emisión de contaminantes a la atmósfera de las principales actividades industriales potencialmente contaminadoras que se detallan en su anexo (Tabla 5.9 y Tabla 5.10) y se recogen las medidas de carácter administrativo relativas a la instalación, ampliación, modificación, autorización de puesta en marcha y funcionamiento de estas actividades.

Tabla 5.9. Apartados 10 y 11 del Anexo IV del Decreto 833/1975.

Sector	Niveles de emisión (mgPST/Nm ³)		
	Instalaciones existentes	Instalaciones nuevas	Previsión 1980
Cerámica	500	250	150
Vidrio y fibras minerales	300	200	150

Tabla 5.10. Apartado 11(bis), establecido por el Real Decreto 547/1979. Fritas de vidrio y esmaltes.

	Niveles de emisión (mgF/Nm ³)		
	Instalaciones existentes	Instalaciones nuevas	Previsión 1980
- Emisión de F en partículas			
Zonas húmedas de pastizales	20	20	20
Otras zonas	40	40	40
- Emisión de F gas			
Zonas húmedas de pastizales	20	20	20
Otras zonas	40	40	40

Los datos son los que aparecen modificados en el **Real Decreto 547/1979, de 20 de febrero, sobre modificación del Anexo IV del Decreto 833/1975**, de 6 de febrero, por el que se desarrolla la Ley de Protección del Ambiente Atmosférico.

- **Orden Ministerial de 18 de Octubre de 1976, sobre prevención y corrección de la contaminación industrial de la atmósfera**

Esta orden regula la instalación y funcionamiento de las actividades industriales incluidas en el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera contenido en el anexo II del Decreto 833/75. Asimismo, fija las normas de toma de muestras de efluentes gaseosos que se vierten a la atmósfera y establece las instrucciones de cálculo de altura de chimeneas para conseguir una adecuada dispersión de emisiones. Se establece el control, inspección y vigilancia de funcionamiento de las instalaciones industriales incluidas en el Anexo, especificando que:

- Dichas instalaciones fueran inspeccionadas por Entidades Colaboradoras del Ministerio de Industria para la Protección del Medio Ambiente Industrial, **estando en la actualidad las ECMCA's (entidades colaboradoras en**

material de calidad ambiental según el Decreto 229/2004*) asignadas a tal efecto. Dicha inspección debe ser realizada por lo menos una vez cada dos años si son del grupo A, una vez cada tres años si son del grupo B, y una vez cada cinco años si son del grupo C. Actualmente el ejercicio de esta función está regulado por el Decreto 229/2004, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen las funciones de las entidades colaboradoras en materia de calidad ambiental y se crea y regula su Registro.

- Un titular de las instalaciones está obligado a facilitar el acceso de los inspectores a las partes de la instalación que consideren necesario, a facilitar la realización de mediciones, aportar información y documentación, y todos aquellos requerimientos que precisen para el cumplimiento de su misión.
- Las industrias incluidas en el Grupo A deberán efectuar, por lo menos una vez cada quince días, una medición de los contaminantes vertidos a la atmósfera o realizar periódicamente balances estequiométricos del azufre, halógenos y otros elementos químicos, que se determinen en cada caso, cuando no se disponga de los instrumentos de medida adecuados. Las industrias del grupo B deberán realizar mediciones periódicas de sus emisiones. Todas las instalaciones industriales correspondientes a actividades clasificadas como potencialmente contaminantes de la atmósfera deberán llevar un libro-registro donde anotarán todas las mediciones realizadas.

El apartado 27 del anexo IV del Decreto 833/75 está modificado por el Decreto 127/2006, de 15 de septiembre, del Consell, por el que se desarrolla la Ley 2/2006, de 5 de mayo, de la Generalitat, de Prevención de la Contaminación y Calidad Ambiental (Generalitat Valenciana), estableciendo nuevos límites de emisión para las actividades sin límite específico, siempre y cuando existan técnicas disponibles que permitan alcanzar dichos límites (Tabla 5.11). Estos límites de emisión se emplearán asimismo, con carácter general, como **referencia** en los diferentes instrumentos de intervención ambiental establecidos en el artículo 6 de la Ley 2/2006, tales como la Autorización Ambiental Integrada o la Licencia Ambiental.

* Este Decreto está modificado por el Decreto 29/2007, de 9 de marzo.

Tabla 5.11. Límite de emisión para actividades no especificadas, según Decreto 127/2006 (Generalitat Valenciana).

Contaminante	Unidades de medida	Nivel de emisión
Partículas sólidas	mg / Nm ³	30
SO ₂	mg / Nm ³	200
CO	mg / Nm ³	625
NO _x (medido como NO ₂)	mg / Nm ³	1000
F total	mg / Nm ³	10
HCl	mg / Nm ³	10
SH ₂	mg / Nm ³	10

Además, este Decreto establece límites para emisiones difusas (Tabla 5.12), que se deben cumplir en todo el perímetro de la instalación en instalaciones ubicadas a

más de 500 m de núcleos residenciales. Aquellas actividades que se encuentren a una **distancia igual o inferior de 500m deberán muestrear únicamente la fracción PM₁₀** en el perímetro de la instalación, debiéndose cumplir los valores límites establecidos en el R.D. 1073/2002.

Tabla 5.12. Límites para emisiones difusas para instalaciones ubicadas a más de 500m de núcleos urbanos, según Decreto 127/2006 (Generalitat Valenciana).

Parámetro	Límite
Partículas totales en suspensión (PST) Media aritmética de los valores registrados durante el periodo de muestreo	150 µgPST/m ³
Partículas totales en suspensión (PST) Máximo de todos los valores medios diarios registrados durante el periodo de muestreo	300 µgPST/m ³
Partículas sedimentables (PSD) Concentración media en 24h	300 mgPSD/m ²

- **Directiva 1984/360/CE, relativa a la lucha contra la contaminación atmosférica procedente de las instalaciones industriales.**

La presente directiva tiene como objetivo principal prever medidas y procedimientos suplementarios dirigidos a prevenir o reducir la contaminación atmosférica procedente de instalaciones industriales.

Establece una serie de categorías donde se incluyen las actividades industriales afectadas por esta Directiva.

Plantea la necesidad de estas actividades de obtener una autorización que garantice que se toman las medidas de prevención de contaminación atmosférica, que la explotación de la instalación no produce niveles significativos de emisiones ni se superan los valores límite de emisión aplicables, teniendo también en consideración los valores límite de calidad del aire.

- **Real Decreto 646/1991, sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión; y Real Decreto 1800/1995, que modifica parcialmente al Real Decreto 646/1991.**

Este Real Decreto tiene por objeto adaptar la Directiva 1988/609/CEE, siendo de aplicación a las instalaciones de combustión cuya potencia térmica nominal de producción de energía fuera igual o superior a 50 MW, cualquiera que fuese el tipo de combustible que utilizarasen. Tras la posterior modificación de la directiva, también este real decreto fue modificado mediante el Real Decreto 1800/1995, que establece nuevos valores límite de emisión de SO₂ para las nuevas instalaciones de combustión, y además fija las condiciones para el control de los límites de emisión de SO₂ en la actividad de refino de petróleo.

- **Directiva 1996/61/CE del Consejo de 24 de septiembre de 1996 relativa a la prevención y el control integrados de la contaminación.**

La presente Directiva tiene como objetivo evitar o reducir al mínimo en la atmósfera, las aguas y los suelos, las emisiones procedentes de instalaciones industriales.

La prevención y control integrados de contaminación se refieren a las actividades industriales con un elevado potencial de contaminación, definidas en su Anexo I, estableciendo las obligaciones que deben cumplir estas instalaciones industriales. Dichas obligaciones incluyen un listado de medidas para la lucha contra vertidos industriales en el agua, el aire y el suelo y contra los residuos. A través de ésta se establece un procedimiento de solicitud, concesión y modificación de las autorizaciones de explotación de las instalaciones industriales, así como las exigencias mínimas que deben incluirse en toda autorización, en cuanto a obligaciones fundamentales, los valores límite de emisión, control de vertidos y reducción de contaminación a gran distancia o fronteriza.

La fecha límite para que las instalaciones existentes se conformen a las exigencias de la Directiva es el 30 de octubre de 2007.

Con posterioridad se ha modificado esta directiva para hacerla compatible con el artículo 6 de la Convención de Aarhus, a través de la Directiva 2003/35/CE.

- **Directiva 2001/81/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2001 sobre techos nacionales de emisión de determinados contaminantes atmosféricos.**

Directiva que se inscribe en el marco del seguimiento de la comunicación de la Comisión sobre su estrategia de la lucha contra la acidificación, la cual tiene por objeto, por primera vez, límites máximos nacionales de emisión para el dióxido de azufre, los óxidos de nitrógeno, los compuestos orgánicos volátiles y el amoníaco, responsables de los fenómenos de acidificación, eutrofización y formación del ozono troposférico, independientemente de cuáles sean las fuentes de contaminación.

Los fenómenos mencionados son fenómenos transfronterizos y, como tales, deben ser tratados por medio de una intervención comunitaria coordinada.

Esta Directiva prevé la introducción, a más tardar en 2010, de techos nacionales de emisión para los contaminantes antes mencionados. Dichos techos aparecen establecidos en su Anexo I.

Estos techos de emisión tienen por objeto alcanzar como objetivos medioambientales intermedios la reducción en diferentes porcentajes de las superficies con niveles críticos de depósitos de contaminantes ácidos, así como las concentraciones de ozono troposférico que superen los niveles críticos aceptables

- Reducir en al menos un 50% las superficies que presenten niveles críticos, en comparación con la situación de 1990.
- Reducir (con respecto a la situación de 1990) en:

- Dos tercios, las concentraciones de ozono troposférico que superen el nivel crítico aceptable para la salud humana.
- Un tercio de ozono que superen el nivel crítico para cultivos y vegetación seminatural.

Se establece en ambos casos un valor límite absoluto.

Establece la obligación de elaborar programas de reducción progresiva de emisiones nacionales anuales por parte de los estados miembros antes de octubre de 2002, así como su revisión y actualización en 2006. También establece la obligación de elaborar y actualizar anualmente inventarios y previsiones nacionales relativos al SO₂, al NO_x, a los COV's y al NH₃.

El Parlamento Europeo y el Consejo serán informados sobre los progresos realizados en cumplimiento de los techos, los objetivos medioambientales intermedios y los objetivos a medio plazo.

- **Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.**

Esta ley es la transposición de la directiva 96/61/CE al marco normativo estatal. Esta Ley obliga a las instalaciones a disponer de una Autorización Ambiental Integrada, cumplir con las condiciones establecidas en la misma y notificar sus emisiones al Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes (Registro EPER).

La Autorización Ambiental Integrada es una nueva figura administrativa que consiste en englobar en un único permiso todos los condicionantes que va a tener la empresa desde el punto de vista medioambiental. En dichas autorizaciones, se fijan **Valores Límite de Emisión**, fijados en función de las **Mejores Técnicas Disponibles (MTDs o BAT, del inglés Best Available Techniques)**. Las MTDs se determinan para cada sector industrial en los documentos europeos BREF (BAT Reference Document).

- **Real Decreto 653/2003, de 30 de mayo, sobre incineración de residuos.**

Mediante este Real Decreto se incorpora al ordenamiento interno la Directiva 2000/76/CE, con la finalidad de limitar al máximo los efectos ambientales de las actividades de incineración y coincineración de residuos.

- **Ley 2/2006, de 5 de mayo, de Prevención de la Contaminación y Calidad Ambiental.**

La presente Ley define, estructura y clarifica el sistema de autorización ambiental vigente en la Comunidad Valenciana, con el objeto de implantar un nuevo modelo de intervención administrativa ambiental aplicable a todo tipo de actividades que puedan afectar al medio ambiente, caracterizado por la adopción de un enfoque integrado y preventivo en el tratamiento de la contaminación, así como por su coordinación,

simplicidad y agilidad, reduciendo, de este modo, las cargas burocráticas que el administrado está obligado a soportar previamente a la puesta en marcha y funcionamiento de una actividad.

El núcleo fundamental de esta ley lo conforma la regulación de los tres procedimientos de intervención administrativa ambiental a los que deberán someterse las distintas actividades, y que son: la autorización ambiental integrada, la licencia ambiental, y la comunicación ambiental. Se incorporan también en esta Ley los mecanismos de inspección, vigilancia y control medioambiental, así como un régimen sancionador.

Con el fin de evitar la superposición y duplicidad de trámites en los procedimientos resolutorios, también se especifica el reparto de funciones entre los órganos de la administración actuante y demás administraciones involucradas.

En resumen, se trata de una Ley, que asienta, dentro del marco normativo de la Comunidad Valenciana, todas las exigencias que se han establecido en relación a la nueva visión de control integrado de la contaminación, ampliando esta visión de control a realidades concretas que se dan en nuestra comunidad autónoma.

- **Decreto 127/2006, de 15 de septiembre, del Consell, por el que se desarrolla la Ley 2/2006, de 5 de mayo, de la Generalitat.**

Este decreto desarrolla la Ley 2/2006, de la Generalitat, de Prevención de la Contaminación y Calidad Ambiental.

Cabe destacar en este Decreto, el establecimiento y descripción de distintas herramientas y procedimientos fundamentales para el seguimiento y control ambiental de las actividades industriales, así como instrumento de información al servicio de los ciudadanos. Éstos son:

- El Registro de Instalaciones de la Comunitat Valenciana y del Registro de Emisiones de la Comunitat Valenciana.
- La Comisión de Análisis Ambiental Integrado y las Comisiones Territoriales de las Comisiones Ambientales (definiéndose composición, funciones y régimen de funcionamiento), como órganos encargados de efectuar un análisis global y completo desde el punto de vista ambiental a la actividad, aportando mayor transparencia y eficacia. Se establece para éstas la asunción de las competencias de las Comisiones Provinciales de Calificación de Actividades.

También se atiende a la regulación y desarrollo de los distintos procedimientos que ya establecía la ley, como son:

- La regulación de la autorización ambiental integrada, destacando el procedimiento para la renovación y la modificación de ésta, y la inserción del pronunciamiento del órgano competente en materia de impacto ambiental.
- El procedimiento de licencia ambiental, concretándose algunos aspectos procedimentales de éste.
- El desarrollo de la modificación de la autorización ambiental integrada y la licencia ambiental, estableciendo un procedimiento ágil para estos supuestos.

- La autorización de inicio de actividad y licencia de apertura, puntualizando aspectos relevantes en el procedimiento como la intervención de entidades colaboradoras en materia de calidad ambiental.
- El desarrollo de ciertos aspectos del procedimiento de comunicación ambiental y la coordinación de distintos trámites en su seno.
- La actuación de las entidades colaboradoras en materia de calidad ambiental en el ámbito de las actuaciones de vigilancia, control y seguimiento de las instalaciones y actividades sometidas al ámbito de aplicación de este decreto.

Por último, este decreto establece en sus disposiciones adicionales algunos valores límite de emisión para ciertos contaminantes, sustituyendo los límites del apartado 27 del Anexo IV del Decreto 833/75, siempre y cuando existan técnicas disponibles que los permitan (dichos valores pueden ser consultados en este documento en la tabla 5.11). Se establecen también valores límite de emisión para compuestos orgánicos volátiles para aquellas instalaciones no incluidas en el ámbito de aplicación del R.D.117/2003. También resulta destacable que se establecen valores límite a aplicar en actividades que emitan partículas no canalizadas. El parámetro a medir así como el valor límite establecido variará en función de la distancia que dichas actividades tengan a un núcleo residencial.

5.5. Acuerdos voluntarios de reducción de emisiones.

En el año 2003 se firma un Acuerdo voluntario con el nombre de “**Convenio de Colaboración entre la Conselleria de Territorio y Vivienda y la Asociación Nacional de Fabricantes de Fritas, Esmaltes y Colores Cerámicos (ANFFECC) para la Prevención y el Control de la Contaminación de la Industria de Fabricación de Fritas**”.

En dicho acuerdo, al margen de la legislación, se fijan unos límites de emisión para distintos contaminantes para las instalaciones de fabricación de fritas. Dichos límites son de inmediata aplicación en el caso de instalaciones nuevas, mientras que para instalaciones existentes se fija un ritmo de adaptación. Asimismo se fijan valores objetivo a alcanzar a más largo plazo para algunos contaminantes (Tabla 5.13 a Tabla 5.15). En el caso de partículas sólidas, se distingue entre los focos procedentes de hornos de fusión y el resto de focos, mientras que el resto de contaminantes se refiere a las emisiones de hornos de fusión exclusivamente.

Tabla 5.13. Límites de emisión de partículas sólidas totales (PST) en instalaciones de fabricación de fritas según el acuerdo voluntario ANFFECC-Conselleria de Territorio y Vivienda de la Generalitat Valenciana. Todos los límites están expresados a un 15% de O₂ de referencia.

Foco	Valor límite (mgPST/Nm ³)	Valor objetivo (mgPST/Nm ³)
Hornos de fusión	40*	30
Otros focos	40 (instalaciones existentes) 30 (instalaciones nuevas)	15

*para instalaciones existentes se fija un ritmo de adaptación al valor límite (Tabla 5.15).

Tabla 5.14. Límites de emisión de distintos contaminantes en hornos de fusión de fritas según el acuerdo voluntario ANFFECC-Conselleria de Territorio y Vivienda de la Generalitat Valenciana. Todos los límites están expresados a un 15% de O₂ de referencia.

Contaminante	Valor límite (mg/Nm ³)*	Valor objetivo (mg/Nm ³)
NOx	1600	1000
SO2	25 (combustibles gaseosos) 500 (combustibles líquidos)	-
Cloruros (HCl)	10	-
Fluoruros (HF)	5	-
Metales (Clase 1+2)	5	-
Metales (Clase 1)	1	-

*para instalaciones existentes se fija un ritmo de adaptación al valor límite (Tabla 5.15).

Tabla 5.15. Ritmo de adaptación de las instalaciones existentes (hornos de fusión de fritas) a los valores límite fijados por el acuerdo voluntario ANFFECC-Conselleria de Territorio y Vivienda de la Generalitat Valenciana.

Fecha	Porcentaje de hornos cuyas emisiones cumplirán el límite
1 de enero de 2005	35 %
1 de enero de 2006	65 %
1 de enero de 2007	100 %

5.6. Marco normativo en emisiones debidas al transporte

Este apartado se basa en la información suministrada por Fundación Gas Natural (2006), Capítulo 3 (J. Casanovas-Kindelan). La Tabla 5.16 muestra de forma resumida y simplificada los límites de emisiones contaminantes en g/km que se han ido imponiendo desde el año 1992 hasta la actualidad a los vehículos ligeros de gasolina y diesel en un ensayo normalizado.

En esta tabla se puede observar que mientras que a los vehículos con motor diesel se les permite más emisiones de NO_x a los de gasolina se les permite más emisiones de CO y no se les limitan las partículas. Esto tiene su justificación en el tipo de combustión de cada motor. A los vehículos de carga de hasta 3500 kg se les aplican unos límites más altos cuando su peso de referencia supera los 1305 kg. En el caso de la directiva Euro 4 y para vehículos diesel, los límites de emisiones de gases (CO, HC y NO_x) son aproximadamente un 25% - 30% superior para los de clase II y un 50% para los de clase III; y las de partículas un 60% para los clase II y un 240% para los de clase III. Los turismos de peso mayor de 2500 kg pueden homologarse como N1 con lo que sus emisiones permitidas son ligeramente superiores. Esta situación va a cambiar en la nueva normalización Euro 5.

Tabla 5.16. Límites de emisiones (g/km) de vehículos M1 (turismos: vehículos ligeros de peso máximo inferior a 2500 kg) y N1 (vehículos de carga de peso máximo inferior a 3500 kg) clase I.

Euro	Fecha	CO	HC	HC+NOx	NOx	PM
Diesel						
1	7/92	2.72	--	0.97	--	0.14
2 IDI	1/96	1.0	--	0.7	--	0.08
2 DI	1/96	1.0	--	0.9	--	0.10
3	1/00	0.64	--	0.56	0.50	0.05
4	1/05	0.50	--	0.30	0.25	0.025
Gasolina						
1	7/92	2.72	--	0.97	--	--
2	1/96	2.2	--	0.50	--	--
3	7/92	2.3	0.20	--	0.15	--
4	1/96	1.0	0.10	--	0.08	--

Además de los límites de emisiones contaminantes, a partir de la directiva Euro 3 se impone una duración de 80.000 km o tres años para los sistemas anticontaminación, aceptando un deterioro controlado que se estima en un factor de 1.2 para CO, HC y NOx en motores de gasolina y de 1.1 para CO, NOx, HC+NOx y 1.2 para partículas en los motores diésel. En el nivel Euro 4 esta durabilidad se eleva a 100.000 km o 5 años (lo que antes ocurra) y en la Euro 5, aun no aprobada, se plantea elevarlo a 160.000 km.

Actualmente está en discusión la nueva limitación Euro 5 que contempla una reducción de las emisiones en los motores de gasolina a valores de 0.06 g/km para los NO_x y a 0.075 g/km para hidrocarburos y una reducción de las emisiones de los motores diésel a 0.2 g/km para los NO_x y de un 80% para la partículas, lo que les obligará prácticamente a instalar filtros de partículas (Tabla 5.17). Además, se está estudiando la posibilidad de regular las emisiones de partículas muy finas (< 2.5 µm) que son las más dañinas para la salud.

Tabla 5.17. Límites de emisiones propuestos para Euro 5 para vehículos M y N1 clases I, II, y III. MEP: Motor de Encendido Provocado (motores gasolina); MEC: Motor de Encendido por Compresión (motores diésel); M: vehículos de pasajeros (los M1 son turismos y los M2 y M3 son autobuses); N: vehículos de carga (N1 son furgonetas de hasta 3500 kg).

		Monóxido de carbono (CO)		Hidrocarburos (HC)		Óxidos de nitrógeno (NO _x)		Hidrocarburos + óxidos de nitrógeno (HC + NO _x)		Masa de partículas (PM)	
		(mg/km)		(mg/km)		(mg/km)		(mg/km)		(mg/km)	
Categoría	Clase	MEP	MEC	MEP	MEC	MEP	MEC	MEP	MEC	MEP	MEC
M	—	1 000	500	75	—	60	200	—	250	—	5.0
N ₁	I	1 000	500	75	—	60	200	—	250	—	5.0
	II	1 810	630	100	—	75	260	—	320	—	5.0
	III	2 270	740	120	—	82	310	—	380	—	5.0

Las distintas normativas Euro entran en vigor en los años señalados para los vehículos de nueva homologación y al año siguiente para todos los vehículos nuevos matriculados.

En lo referente a los vehículos pesados, las emisiones se limitan para los vehículos nuevos a través de las Directivas Europeas, conocidas en España como Euro 3, 4, y 5. En la Tabla 5.18 se presenta la evolución de los límites de emisiones para camiones y autobuses en Europa de acuerdo a las Directivas Europeas.

Tabla 5.18. Evolución de los límites de emisiones para camiones y autobuses en Europa.

	Fórmula	Unidad	Euro 3 2001	Euro 4 2005	Euro 5 2008
Óxidos de Nitrógeno	NOx	g/kWh	5.0	3.5	2.0
Hidrocarburos sin quemar	HC	g/kWh	0.66	0.46	0.46
Monóxido de carbono	CO	g/kWh	2.1	1.5	1.5
Partículas	PM	g/kWh	1.6	1.1	1.1
Humo		m ⁻¹	0.8	0.5	0.5

Como muestra la Figura 5.2, los vehículos de nueva tecnología emiten menos contaminación, pero el aumento del número de vehículos, así como la mayor potencia disponible en sus motores y el mayor número de kilómetros realizados por cada vehículo, hace que la contaminación vaya reduciéndose menos rápido de lo que sería deseable.

Se ha de destacar que las medidas de reducción de emisiones de los motores de vehículos tienen efectos a muy largo plazo. Así, aunque se establezca una normativa muy estricta en Euro 5, ésta tendrá efecto solamente en los nuevos vehículos. Aunque entre en vigor esta normativa, seguirán circulando vehículos anteriores a Euro 3 que son los principales causantes de las elevadas tasas de emisión.

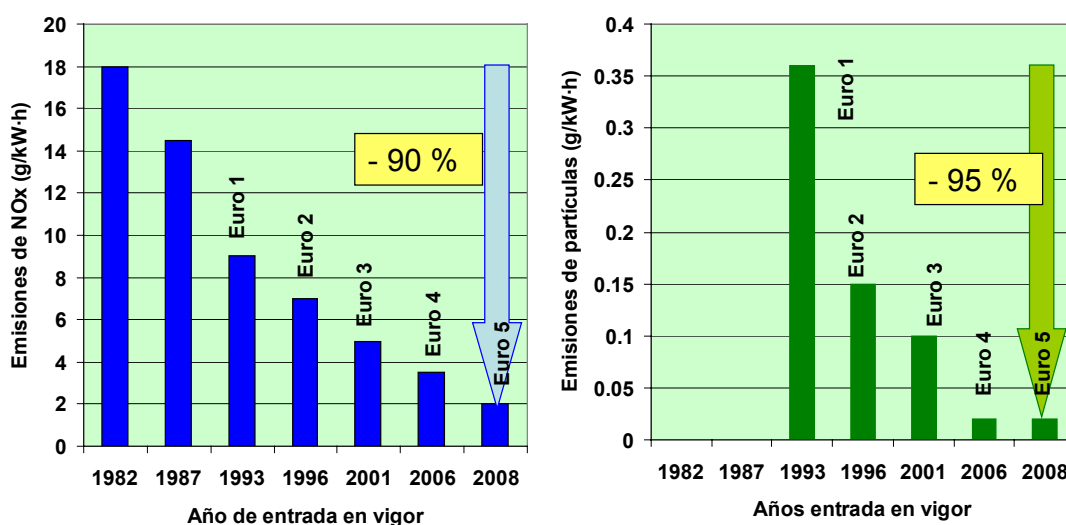


Figura 5.2. Evolución de los límites de PM y NO_x en vehículos pesados diésel. Fuente: Capítulo 3 (J. Casanova Kindelán, en Fundación Gas Natural, 2006).

6. CALIDAD DEL AIRE EN LA ZONA CERÁMICA

En el presente apartado se evalúan los datos 2002-2007 sobre niveles de contaminantes atmosféricos en aire ambiente registrados en la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica en la zona cerámica, así como de los estudios realizados por CSIC y CEAM. Esta evaluación permite identificar contaminantes sobre los que hay que centrar la atención en el desarrollo del plan de actuaciones para la mejora de la calidad del aire. Los niveles de los contaminantes atmosféricos registrados en la zona cerámica durante 2002-2007 se comparan con los valores límite y objetivo de la legislación vigente en materia de calidad del aire, así como con los niveles registrados en otras zonas urbanas y rurales de España con diferente grado de desarrollo industrial. El objetivo final de estas evaluaciones es identificar posibles niveles de contaminantes atmosféricos alcanzables con el fin de fijar metas de calidad del aire que permitan, a la vez que obtener mejoras ambientales, ser utilizadas para la planificación del desarrollo urbano e industrial de la zona de estudio.

No es el objetivo de este estudio evaluar el cumplimiento o incumplimiento de los valores límite (o de los valores límite y su margen de tolerancia para su correspondiente anualidad) de los parámetros de calidad del aire en los diferentes años de estudio, sino comparar los valores límite definitivos con los datos registrados en el pasado inmediato.

Los contaminantes atmosféricos considerados en el presente estudio son: **SO₂**, **NO_x**, **PM₁₀**, **PM_{2.5}**, **Pb**, **As**, **Cd**, **Ni**, y **O₃**.

Para la evaluación de la calidad del aire, se toma la zona de la cuenca baja del río Mijares, correspondiente a la ZONA ES1003: Mijares-Peñagolosa (área costera), según los criterios de zonificación establecidos en la normativa vigente. Esta zona incluye los términos municipales de todas las poblaciones de las comarcas de La Plana Alta, La Plana Baixa y únicamente L'Alcora de l'Alcalatén. De la misma manera, también se tendrán en cuenta las estaciones existentes en el interior de la Aglomeración ES1015: Castelló, la cual comprende el casco urbano del municipio Castelló de la Plana.

La evaluación de la calidad del aire se ha realizado a partir de los niveles de los contaminantes mencionados, registrados en las estaciones de la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica de la Generalitat Valenciana situadas dentro de esta zona (Tabla 6.1).

Cabe resaltar que sería conveniente, para la posterior evaluación de la efectividad de las medidas llevadas a cabo a través del presente Plan de Mejora, la instalación de una estación de medida en la zona de Vall d'Alba, La Pobla Tornesa, Cabanes y Vilafamés.

Tabla 6.1. Estaciones incluidas en la zona ES1003: Mijares-Peñagolosa (A. Costera) y aglomeración ES1015: Castelló.

COD. NAC.	NOMBRE	MUNICIPIO	DIRECCIÓN
12005005	ALCORA	L'Alcora	Polideportivo municipal. C/ Concordia s/n
12005004	ALCORA-PM	L'Alcora	Ayuntamiento L'Alcora
12009005	ALMASSORA*	Almassora	E.D.A.R. Almassora
12028001	BENICÀSSIM	Benicàssim	Subestación Iberdrola cta N340, km 988.8
12032001	BURRIANA	Burriana	Pozo Facsa nº 5 , Camí Carnisers s/n
12040009	ERMITA	Castelló	Ermita S.Jaume de Fadrell
12084003	ONDA	Onda	C.P. Monteblanco
12040008	PENYETA	Castelló	Campus Penyeta Roja. Univ. Jaume I
12135004	VILA-REAL-PM	Vila-Real	Centro de salud "La Bovila"
12010010	GRAU	Castelló	Camino Hondo al Grau, s/n
12040011	CASTELLÓ*	Castelló	Hospital Provincial de Castellón

* 2006 nuevo emplazamiento en el mismo municipio.

Además, para la evaluación de los niveles de O₃, se toman estaciones adicionales fuera de la zona de estudio, dado el carácter secundario de este contaminante (Tabla 6.2).

Tabla 6.2. Estaciones adicionales para la evaluación de niveles de O₃.

COD. NAC.	NOMBRE	MUNICIPIO	DIRECCIÓN
12046001	CIRAT	Cirat	Junto depósito municipal de aguas potables
12093004	CORATXAR	La Pobla de Benifassà	Alto junto a la Ermita
12080007	MORELLA	Morella	Monte Mas del Aljub
12120001	TORRE ENDOMÉNECH	Torre Endoménech	EDAR Torre Endoménech
12129001	VILAFRANCA	Vilafranca del Cid	Transformador eléctrico, entrada población
12141002	ZORITA	Zorita del Maestrazgo	Junto Carretera de la Balma

6.1. Revisión de los parámetros de calidad del aire

6.1.1. Dióxido de azufre (SO₂)

La normativa vigente a partir de 2005 fija para el dióxido de azufre en un valor límite diario (VLD) de 125 µg/m³, que no se podrá superar en más de 3 ocasiones anuales, y en un valor límite horario (VLH) de 350 µg/m³ que no se podrá superar en más de 24 ocasiones anuales. En la Tabla 6.3 se observa que el **dióxido de azufre no es un parámetro crítico en la zona de estudio**, pues sus niveles están muy por debajo de los fijados por la normativa vigente y futura. Por tanto este parámetro **no será objeto de evaluación para posibles reducciones de las emisiones atmosféricas** pues las medidas aplicadas en las fuentes de emisión de la zona en la

actualidad son suficientes para cumplir los requisitos de las directivas de calidad del aire, con un amplio margen.

Tabla 6.3. Niveles de dióxido de azufre: A partir de 2005 el R.D. 1073 deroga ya la normativa que regula el percentil 98 y la mediana. SD: sin datos.)

ESTACIÓN	MEDIANA			PERCENTIL 98		
	2002	2003	2004	2002	2003	2004
ALCORA	SD	5	10	SD	15	23
ALMASSORA	SD	4	5	SD	14	20
BENICÀSSIM	SD	5	5	SD	16	17
BURRIANA	SD	6	7	SD	14	16
ERMITA	4	4	4	13	15	18
ONDA	5	4	5	14	11	15
PENYETA	9	7	5	30	26	23
GRAU	8	4	5	17	14	15
CASTELLÓ	9	5	6	29	28	22
LÍMITE	80/120	80	80	250/350	250	250

ESTACIÓN	Nº superaciones horarias de 350 µg/m ³ (VL de 2005)				Nº superaciones diarias de 125 µg/m ³			
	2002	2003	2004	2005	2002	2003	2004	2005
ALCORA	SD	0	0	0	SD	0	0	0
ALMASSORA	SD	0	0	0	SD	0	0	0
BENICÀSSIM	SD	0	0	0	SD	0	0	0
BURRIANA	SD	0	0	0	SD	0	0	0
ERMITA	0	0	2	0	0	0	0	0
ONDA	0	0	0	0	0	0	0	0
PENYETA	0	0	0	0	0	0	0	0
GRAU	0	0	0	0	0	0	0	0
CASTELLÓ	0	1	0	0	0	0	0	0
LÍMITE	24				3			

ESTACIÓN	Nº superaciones horarias de 350 µg/m ³		Nº superaciones diarias de 125 µg/m ³	
	2006	2007	2006	2007
ALCORA	0	0	0	0
ALMASSORA	0	SD	0	SD
BENICÀSSIM	0	0	0	0
BURRIANA	0	0	0	0
ERMITA	0	1	0	0
ONDA	0	0	0	0
PENYETA	0	1	0	0
GRAU	0	0	0	0
CASTELLÓ	0	SD	0	SD
LÍMITE	24		3	

6.1.2. Óxidos de nitrógeno (NO_x)

En la normativa vigente, se establece a partir de 2010 un valor límite anual (VLA) para el dióxido de nitrógeno de 40 µg/m³, y un valor límite horario (VLH) de 200 µg/m³ que no se podrá superar en más de 18 ocasiones anuales. No obstante, se establecen unos márgenes de tolerancia, de modo que en el año 2005 el VLA es de 50 µg/m³ y el VLH es de 250 µg/m³.

En la Tabla 6.4 se observa que el **dióxido de nitrógeno es un parámetro que puede llegar a ser crítico** en la zona de estudio, pues los niveles registrados alcanzan en una de las estaciones de la aglomeración los límites fijados por la normativa vigente a nivel estatal y europeo. Así, la media anual alcanza, en las estaciones urbanas, valores que en algunos años sobrepasan el VLA. El origen de este contaminante está relacionado con las emisiones del tráfico, industriales y de generación eléctrica (Anexo II y apartado 4), aunque como se aprecia en la Tabla 6.4 no hay en las estaciones de la zona, una tendencia clara de incremento, no obstante si se aprecia que es un parámetro crítico en los núcleos urbanos principales. Por tanto **este parámetro será objeto de evaluación para posibles reducciones de las emisiones atmosféricas** pues es necesario aplicar medidas de reducción en las fuentes de emisión de la zona.

Tabla 6.4. Percentil 98 de NO₂ (µg/m³) establecido por el Real Decreto 717/87, número de superaciones del VLH de 2010 (200µg/m³) y media anual. SD, sin datos.

ESTACIÓN	PERCENTIL 98					
	2002	2003	2004	2005	2006	2007
ALCORA	SD	65	73	86	74	88
ALMASSORA	SD	68	73	116	77	SD
BENICÀSSIM	SD	89	92	84	53	52
BURRIANA	SD	62	63	83	68	74
ERMITA	59	90	89	93	73	80
ONDA	69	50	52	55	47	51
PENYETA	62	62	57	62	54	47
GRAU	83	81	79	83	67	75
CASTELLÓ	128	144	105	108	102	SD
LÍMITE - 2010	200					

ESTACIÓN	Nº superaciones horarias de 200 µg/m ³ de NO ₂ (VL 2010)				Valor promedio anual de NO ₂ (µg/m ³)			
	2002	2003	2004	2005	2002	2003	2004	2005
ALCORA	SD	0	0	0	SD	26	30	34
ALMASSORA	SD	0	0	0	SD	26	25	38
BENICÀSSIM	SD	1	0	0	SD	30	31	26
BURRIANA	SD	0	0	0	SD	23	22	25
ERMITA	0	0	1	0	15	30	31	27
ONDA	0	0	0	0	13	16	15	16

PENYETA	1	0	0	0	17	16	16	16
GRAU	0	1	0	0	31	29	28	28
CASTELLÓ	0	0	0	0	66	67	39	50
LÍMITE - 2010	18				40			

ESTACIÓN	Nº superaciones horarias de 200 µg/m³ de NO ₂		Valor promedio anual de NO ₂ (µg/m³)	
	2006	2007	2006	2007
ALCORA	0	0	24	30
ALMASSORA	0	SD	23	SD
BENICÀSSIM	0	0	18	13
BURRIANA	0	0	21	24
ERMITA	0	0	21	26
ONDA	0	0	11	12
PENYETA	0	0	15	13
GRAU	0	1	23	23
CASTELLÓ	0	SD	53	SD
LÍMITE - 2010	18		40	

6.1.3. Monóxido de carbono (CO)

La normativa vigente a partir del 2005 fija un valor máximo de 8 horas en un día de 10 mg/m³ que no podrá ser rebasada en ninguna ocasión. En la Tabla 6.5 se observa que el **monóxido de carbono no es un parámetro crítico en la zona de estudio**, pues sus niveles están muy por debajo de los fijados por la normativa vigente tanto a nivel estatal como en la Unión Europea. Por tanto este parámetro **no será objeto de evaluación para posibles reducciones de las emisiones atmosféricas.**

Tabla 6.5. Niveles de monóxido de carbono (mg/Nm³). SD: sin datos.

ESTACIÓN	MAX 8-horas					
	2002	2003	2004	2005	2006	2007
ALCORA	SD	0.6	0.8	0.7	0.7	1.4
ALMASSORA	SD	1.2	1.2	1.0	0.9	SD
BENICÀSSIM	SD	0.7	0.9	0.7	0.8	0.7
BURRIANA	SD	1.0	0.9	0.8	0.8	0.9
ERMITA	2.0	1.6	1.0	1.1	0.8	1.0
GRAU	2.0	1.7	1.8	1.7	2.5	2.7
CASTELLÓ	2.6	2.2	3.4	1.7	1.3	SD
Valor límite 2005 Máximo octohorario	10					

6.1.4. Partículas en suspensión de diámetro inferior a 10 y 2.5 micras (PM₁₀ y PM_{2.5})

En la normativa vigente a partir del 2005 se establece un valor límite anual (VLA) de 40 µgPM₁₀/m³, y un valor límite diario (VLD) de 50 µgPM₁₀/m³ que no se podrá superar en más de 35 ocasiones anuales. En la Tabla 6.6 se observa que los niveles medios anuales de **partículas en suspensión inferiores a 10 y 2.5 micras (PM₁₀ y PM_{2.5}) son parámetros críticos** en la zona de estudio, pues los niveles registrados están muy próximos o han llegado a superar los límites fijados por la normativa vigente. Así, la media anual alcanza en las estaciones urbanas valores que llegan a igualar, y en algún caso superar, el VLA para 2005. En lo referente al número de superaciones del VLD, el límite fijado para 2005 se supera en varias estaciones. Cabe resaltar que no se han descontado las superaciones del VLD coincidentes con episodios naturales (intrusiones de aire africano), como permite la normativa. En algunas de las estaciones, el número de superaciones del VLD se reduce por debajo de 35 si se descuentan estas superaciones, pero aún así se encuentran muy próximas al incumplimiento de este requisito normativo.

En cuanto al PM_{2.5}, no se dispone de datos procedentes de medidas en continuo en todas las estaciones, en algunas estaciones se han realizado medidas intermitentes de este parámetro desde abril de 2003, lo cual proporciona medias de PM_{2.5} del periodo de estudio. A lo largo del periodo de elaboración de este Plan de Mejora, se ha aprobado, en fecha 21 de mayo de 2008, una nueva Directiva relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa, la cual establece para el PM_{2.5} un valor objetivo anual de 25 µg/m³ para 2010, que pasará a ser valor límite anual en 2015, tal como se ha explicado en el apartado de normativa. En este trabajo se ha tomado como referencia el valor objetivo de 25 µg/m³. Como se observa en la Tabla 6.7, los niveles de PM_{2.5} registrados en la zona de estudio están muy próximos o igualan este valor objetivo (25 µg/m³), por lo que este parámetro será objeto de evaluación del presente estudio, siendo necesaria la reducción de las emisiones atmosféricas de PM_{2.5} en un futuro.

El origen de PM₁₀ y PM_{2.5} está relacionado con las emisiones de diversas fuentes (Anexo II y apartado 4). Posteriormente se centrará la discusión en este problema.

Tanto PM₁₀ como PM_{2.5} serán objeto de evaluación para posibles reducciones de las emisiones atmosféricas pues es necesario aplicar medidas de reducción en las fuentes de emisión de la zona.

Tabla 6.6. Niveles de PM₁₀ (µg/m³).

ESTACIÓN	Media anual PM ₁₀ (µg/m ³)				Nº superaciones de 50 µg/m ³ de PM ₁₀ (VL para 2005) Periodo diario			
	2002	2003	2004	2005	2002	2003	2004	2005
ALCORA	SD	SD	40	38	SD	SD	81	54
ALCORA-PM	36	33	34	33	42	33	39	24
ALMASSORA	SD	SD	38	35	SD	SD	61	36
BENICÀSSIM	SD	SD	24	25	SD	SD	3	10
BURRIANA	SD	SD	32	36	SD	SD	24	49
ONDA	24	26	29	27	5	17	16	9
VILA-REAL-PM	35	36	37	36	18	40	46	28
CASTELLÓ	37	41	36	45	26	83	34	30
LÍMITE 2005	40				35			

ESTACIÓN	Media anual PM ₁₀ (µg/m ³)		Nº superaciones de 50 µg/m ³ de PM ₁₀ (VL para 2005) Periodo diario	
	2006	2007	2006	2007
ALCORA	38	32	63	35
ALCORA-PM	32	30	18	24
ALMASSORA	SD	SD	SD	SD
BENICÀSSIM	18	16	0	0
BURRIANA	31	26	13	7
ONDA	26	25	9	6
VILA-REAL-PM	40	SD	19	SD
CASTELLÓ	SD	SD	SD	SD
LÍMITE 2005	40		35	

Tabla 6.7. Niveles de PM_{2.5} (µg/m³).

ESTACIÓN	Media anual PM _{2.5} (µg/m ³)				Nº de medidas			
	2002	2003	2004	2005	2002	2003	2004	2005
ALCORA	SD	SD	15	16	0	0	338	301
ALCORA-PM	SD	21	25	24	0	32	32	65
ALMASSORA	SD	SD	22	22	0	0	360	305
BENICÀSSIM	SD	16	15	15	0	263	348	286
BURRIANA	SD	SD	16	17	0	0	356	341
ONDA	SD	17	23	19	0	32	26	56
VILA-REAL-PM	SD	22	SD	25	0	6	0	64
CASTELLÓ	16	20	21	SD	131	331	186	0
VALOR ANUAL OBJETIVO 2010	25							

ESTACIÓN	Media anual PM _{2.5} (µg/m ³)		Nº de medidas	
	2006	2007	2006	2007
ALCORA	22	19	277	289
ALCORA-PM	24	22	70	65
ALMASSORA	SD	SD	SD	SD
BENICÀSSIM	10	9	333	329
BURRIANA	18	17	345	343
ONDA	19	21	77	42
VILA-REAL-PM	25	SD	34	SD
CASTELLÓ	SD	SD	SD	SD
VALOR ANUAL OBJETIVO 2010	25			

6.1.5. Arsénico, Cadmio, Níquel y Plomo (As, Cd, Ni y Pb)

En la Tabla 6.8 se observa que el nivel medio anual de **As es un parámetro crítico** en la zona de estudio, o al menos lo ha sido en los primeros años de la fase de estudio de este Plan de Mejora, pues los niveles registrados en la mayor parte de los casos en los años 2002, 2003 y 2004 superaron el valor objetivo de 6 ng/m³ establecido en la normativa. Cabe resaltar el marcado descenso de los niveles de este elemento, sobre todo en 2005. Este descenso ha sido tal que ya se cumplen los niveles objetivo que la Directiva 2004/107/CE y el R.D. 812/2007 establecen para el año 2013, en las estaciones de medida. No obstante, en algunas de ellas, los niveles alcanzados son próximos al objetivo y por tanto este parámetro se ha de tener en cuenta en la mejora de la calidad del aire de la zona.

La media anual de **Cd no es un parámetro crítico en la zona de estudio**, pues los últimos niveles registrados son bastante inferiores al valor objetivo fijado (5 ng/m³). No obstante, es un parámetro a controlar, pues alguna de las medidas de años anteriores han sido elevadas en alguna de las estaciones (Tabla 6.8). Estudios realizados parecen mostrar que el problema se genera por fuentes muy localizadas en tiempo y espacio, y por tanto relativamente fácil de abordar.

La media anual de **Ni no es un parámetro crítico en la zona de estudio**, pues los niveles registrados (2002-2007) son bastante inferiores al valor objetivo fijado (20 ng/m³, Tabla 6.8).

La media anual de **Pb no es un parámetro crítico en la zona de estudio** pues los niveles registrados (2002-2007) son bastante inferiores al valor límite fijado en las directivas de calidad del aire (500 ng/m³). Sin embargo se ha de resaltar que en el periodo de estudio se han registrado niveles que son muy superiores (hasta 5 a 10 veces) respecto a los niveles registrados en ambientes urbanos con baja influencia industrial en España.

El origen de las emisiones de As, Cd, Ni y Pb está relacionado principalmente con las actividades industriales desarrolladas en la zona. Basándonos en lo expuesto

anteriormente, los niveles de As, Cd y Pb serán objeto de evaluación para posibles reducciones de las emisiones atmosféricas.

Tabla 6.8. Niveles de As, Cd, Ni y Pb (ng/m³). SD: sin datos.

ESTACIÓN	Media anual en PM ₁₀ (ng/m ³)															
	As				Cd				Ni				Pb			
	2002	2003	2004	2005	2002	2003	2004	2005	2002	2003	2004	2005	2002	2003	2004	2005
ALCORA-PM	11.4	10.3	5.3	2.5	1.5	1.3	1.4	0.6	3.1	2.8	2.6	3.8	198	208	168	92
BURRIANA	SD	16.0	9.3	5.0	SD	2.0	13.4	1.3	SD	3.7	4.3	3.7	SD	226	185	103
ONDA	6.1	10.0	3.4	1.8	1.0	0.9	1.2	0.5	2.7	2.1	2.2	2.8	114	138	82	35
VILA-REAL-PM	11.8	12.4	3.9	3.0	1.6	1.4	2.1	0.6	3.8	3.3	3.2	4.1	229	183	106	67
VALOR OBJETIVO 2013	6				5				20							
VLA 2005													500			

ESTACIÓN	Media anual en PM ₁₀ (ng/m ³)							
	As		Cd		Ni		Pb	
	2006	2007	2006	2007	2006	2007	2006	2007
ALCORA-PM	1.8	1.5	0.3	0.3	2.9	2.0	100	80
BURRIANA	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
ONDA	1.6	1.2	0.3	0.2	2.6	1.9	30	30
VILA-REAL-PM	2.2	SD	0.5	SD	4.4	SD	60	SD
VALOR OBJETIVO 2013	6		5		20			
VLA 2005							500	

6.1.6. Ozono (O₃)

En la Tabla 6.9 se observa que los parámetros normativos referentes a **ozono pueden llegar a ser críticos** en la zona de estudio, pues los valores registrados en al menos una de las estaciones están muy próximos o incumplen los requisitos de la normativa vigente de calidad del aire. En Onda, se rebasa el número medio de superaciones anuales (valor objetivo) como media para tres años del valor medio de 8

horas de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (protección de la salud humana). En BURRIANA, en 2003, el número de superaciones alcanzó el valor 42, y la media tri-anual 21, por lo que en esta estación también se registran valores muy próximos a los valores objetivo de la legislación.

El ozono es un contaminante secundario y por tanto no hay fuentes que lo emitan directamente a la atmósfera. Para reducir sus niveles hay que desarrollar actuaciones para reducir los gases precursores a partir de los cuales se origina; éstos son principalmente NO_x y compuestos orgánicos volátiles. En áreas de contaminación elevada el ozono es consumido para oxidar las emisiones locales de NO, por lo que los niveles de este contaminante suelen ser bajos en estas zonas. Por el contrario, en zonas periféricas a las emisiones de NO_x (como las comarcas del interior de Castelló) se suelen registrar niveles elevados de ozono debido a la generación de este contaminante a partir de sus precursores cuando se produce el transporte de masas de aire contaminado hacia zonas con masas de aire 'limpio' en donde los bajos niveles de NO son insuficientes para consumir el ozono generado. Por tanto cabe esperar que el mayor impacto del ozono generado a partir de las emisiones de la zona cerámica se produzca en zonas del interior de Castelló, hacia donde se transporta las masas de aire costeras en primavera-verano, cuando la fotoquímica dispara los procesos de generación de ozono troposférico. **Por los motivos expuestos el ozono será objeto de evaluación para posibles reducciones de las emisiones atmosféricas.**

Tabla 6.9. Parámetros normativos que regulan la concentración de ozono troposférico. SD: sin datos.

ESTACIÓN	Nº superaciones octohorarias de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 (Valor objetivo para 2010)				Nº superaciones horarias de 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 (Umbral de información)				Nº superaciones horarias de 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 (Umbral de alerta)				AOT40 Valor objetivo de protección de la vegetación para 2010 (mayo-julio)			
	2002	2003	2004	2005	2002	2003	2004	2005	2002	2003	2004	2005	2002	2003	2004	2005
ALCORA	SD	22	19	35	SD	0	0	0	SD	0	0	0	SD	17021	15549	22327
BURRIANA	SD	42	12	9	SD	0	0	0	SD	0	0	0	SD	19930	11355	14907
ERMITA	3	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9879	3383	7962	9566
ONDA	47	24	17	25	0	0	0	0	0	0	0	0	24526	16110	19584	18773
PENYETA	11	12	17	14	0	0	1	0	0	0	0	0	14979	6643	19079	20596
GRAU	18	20	14	8	2	0	0	1	0	0	0	0	18210	12364	14816	15386
CASTELLÓ	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5505	3837	2095	1218
ZORITA	40	54	29	34	0	1	0	0	0	0	0	0	23570	22214	23178	22687
CORATXAR	36	62	36	46	0	0	0	0	0	0	0	0	21625	24452	20695	28307
MORELLA	56	72	72	80	0	0	0	0	0	0	0	0	24909	26509	33023	38455
VILAFRANCA	56	70	39	71	4	4	2	0	0	0	0	0	31252	27318	25295	35261
CIRAT	SD	5	0	34	SD	0	0	0	SD	0	0	0	SD	4199	0	23728
TORRE ENDOMENECH	SD	2	0	14	SD	0	0	0	SD	0	0	0	SD	4079	0	17021
LÍMITE	25 (media 3 años)												18000$\mu\text{g}/\text{m}^3$.h, media de 5 años			

ESTACIÓN	Nº superaciones octohorarias de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 (Valor objetivo para 2010)		Nº superaciones horarias de 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 (Umbral de información)		Nº superaciones horarias de 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 (Umbral de alerta)		AOT40 Valor objetivo de protección de la vegetación para 2010 (mayo-julio)	
	2006	2007	2006	2007	2006	2007	2006	2007
ALCORA	49	13	0	0	0	0	29338	15685
BURRIANA	4	0	0	0	0	0	9786	3068
ERMITA	0	0	0	0	0	0	629	2649
ONDA	18	21	0	0	0	0	20367	16180
PENYETA	24	16	0	0	0	0	23979	16628
GRAU	6	7	0	0	0	0	12711	8755
ZORITA	42	46	0	4	0	0	28144	23864
CORATXAR	46	22	0	1	0	0	25978	9699
MORELLA	63	68	0	5	0	0	39333	24558
VILAFRANCA	14	19	0	4	0	0	15677	12915
CIRAT	43	16	0	0	0	0	27820	17026
TORRE ENDOMENECH	8	7	0	0	0	0	19625	10736
LÍMITE	25 (media 3 años)						18000$\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$, media de 5 años	

6.2. Parámetros críticos

En este apartado se tratan con especial detalle los contaminantes PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, metales y ozono por presentar una complejidad especial debido a la posible coexistencia de fuentes de emisión diversas que contribuyen a incrementar sus niveles (los tres primeros), o bien a su carácter secundario. El caso de los óxidos de nitrógeno no se discute con tanto detalle en este apartado pues su origen está bien definido: el tráfico, la generación eléctrica y determinadas emisiones industriales.

La Tabla 6.10 y la Figura 6.1 muestran la localización de 6 estaciones pertenecientes a la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica seleccionadas para la evaluación en detalle de los niveles de PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$ y metales. Los niveles de Partículas en Suspensión Totales (TSP) en Onda están disponibles desde 1996. Desde abril 2002, los niveles de PM_{10} están disponibles en todas las estaciones, excepto en Borriana-rural y Almassora (a partir de abril 2003) y Borriana-urbana (a partir de junio 2004). Además de los datos obtenidos de las estaciones de la RVVCCA, se obtuvieron de Rodríguez (2002) los niveles de PM_{10} medidos en Onda con el equipo DH-80 durante 5 meses en 1999. Además de las medidas citadas, la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda realiza de manera discontinua medidas de niveles de $\text{PM}_{2.5}$ en varias de las estaciones citadas anteriormente. En estudios realizados por el CSIC-UJI-ITC sobre la composición y las fuentes de emisión principales de PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$, se seleccionaron las

estaciones de Vila-real, Borriana-urbana, Onda y L'Alcora para el muestreo y análisis de PM_{10} .

- **Almassora (AM):** estación suburbana con influencia de las emisiones industriales y de tráfico procedentes de la zona entre Vila-real y Castelló. Está situada en el Valle de Mijares (a 5km de la costa) y por tanto, además del efecto de las emisiones locales, la estación muestrea las contribuciones atmosféricas recibidas del valle principal en el área de estudio.
- **Borriana-rural (BO-rural):** estación rural-industrial situada en un área de cultivo de naranjos entre AM y BO-urbana. Está influenciada indirectamente por el área industrial cercana, el tráfico y el flujo del valle del Mijares. La denominación oficial de esta estación en la RVVCCA es **Burriana**.
- **Vila-real (VR):** estación de fondo urbano situada en el sur de la ciudad de Vila-real. Está situada en la parte baja del Mijares, a 10 km de la costa, en medio de una zona de producción cerámica.
- **Borriana (BO-urbana):** estación de fondo urbano situada en el valle del Riu Sec entre VR y la costa. Está a 4 km de la ciudad de Vila-real, al este de la zona cerámica, de donde le pueden llegar contaminantes, transportados por la brisa nocturna y los vientos de NW (predominantes en otoño-invierno, Figura 6.2). Esta estación se utiliza en este apartado a pesar de no utilizarse en la evaluación de los parámetros. Cabe destacar que los datos de esta estación corresponden de 2003 a junio de 2004 a una estación ubicada en el ayuntamiento de Borriana y a partir de julio de 2004 y hasta diciembre de 2005 los datos corresponden a la estación denominada como **Burriana-Residencia** en la RVVCCA.
- **Onda (ON):** estación suburbana industrial situada en el valle del Riu Sec, cerca de la localidad de Onda, a 20 km de la costa y relativamente aislada del flujo del valle del Mijares, que domina el transporte de emisiones de PM procedentes de las industrias de la zona. La estación está en una zona abierta sin influencia directa del tráfico ni de la industria, a sotavento de las instalaciones cerámicas cercanas, de donde recibe contaminantes en condiciones de brisa marina (además de las emisiones urbanas y de tráfico).
- **L'Alcora (LA):** estación urbana situada en la localidad de L'Alcora en la parte oeste de la zona cerámica de Castelló, aguas arriba en el valle del Mijares. Al igual que ON, se verá más afectada por las emisiones industriales cuando estén activas las brisas marinas o de ladera (periodos diurnos de marzo a octubre, Figura 6.2).

Como se ha indicado anteriormente, estas estaciones no cubren la zona completa de estudio, por lo que para una evaluación más completa de la calidad del aire de la zona sería necesaria la instalación de estaciones de muestreo en la zona de Vall d'Alba, Cabanes, La Pobla Tornesa y Vilafamés.

Además de la medida de niveles de PM_{10} (y de manera discontinua los de $PM_{2.5}$), la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda desarrolla estudios

para determinar los niveles de metales en aire ambiente y el origen de los mismos, mediante el muestreo, análisis e interpretación de muestras de PM₁₀ recogidas periódicamente en 4 de las estaciones citadas (L'Alcora, Onda, Vila-real y Borriana-urbana). Además se han realizado campañas de medidas de niveles de metales en Ribesalbes, Almassora, Sant Joan de Moró, Vilafamés y Nules. Se dispone de datos de elementos traza (incluyendo metales) desde abril de 2002 hasta diciembre de 2005, excepto en Borriana (comienzo en febrero 2003). Es importante resaltar que además de los niveles de alrededor de 40 elementos traza, se han determinado para cada muestra los niveles de compuestos carbonosos, sulfato, nitrato, amonio, cloruro, y elementos mayores como Al, Ca, Si, Ti, Fe, P, K, Mg y Na. Ello permite realizar estudio de contribución de fuentes basándose en modelos receptores, que permite inequívocamente identificar las fuentes emisoras de PM₁₀, así como de los metales analizados.

Se dispone también de datos meteorológicos de LA, ON y BO para una mejor interpretación de los resultados.

Tabla 6.10. Localización, tipo y método de medida de las estaciones de muestreo.

Estación	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Tipo de estación	Método de medida
Almassora (AM)	39° 56' 01" N	00° 03' 20" W	37 m	Fondo industrial	Atenuación beta
Borriana-rural (BO-rural)	39° 54' 32" N	00° 03' 54" W	37 m	Fondo rural-industrial	Atenuación beta
Borriana-urbana (BO-urbana)	39° 53' 38" N	00° 05' 10" W	20 m	Fondo urbano	Gravimétrico*
L'Alcora (LA)	40° 04' 07" N	00° 12' 43" W	175 m	Fondo urbano-industrial	Gravimétrico*
Onda (ON)	39° 57' 46" N	00° 14' 00" W	163 m	Fondo sub-urbano-Industrial	Atenuación beta (TSP) Gravimétrico* (PM ₁₀)
Vila-real (VR)	39° 56' 30" N	00° 06' 21" W	60 m	Fondo urbano-industrial	Gravimétrico*

* Muestreadores de alto volumen DIGITEL DH - 80

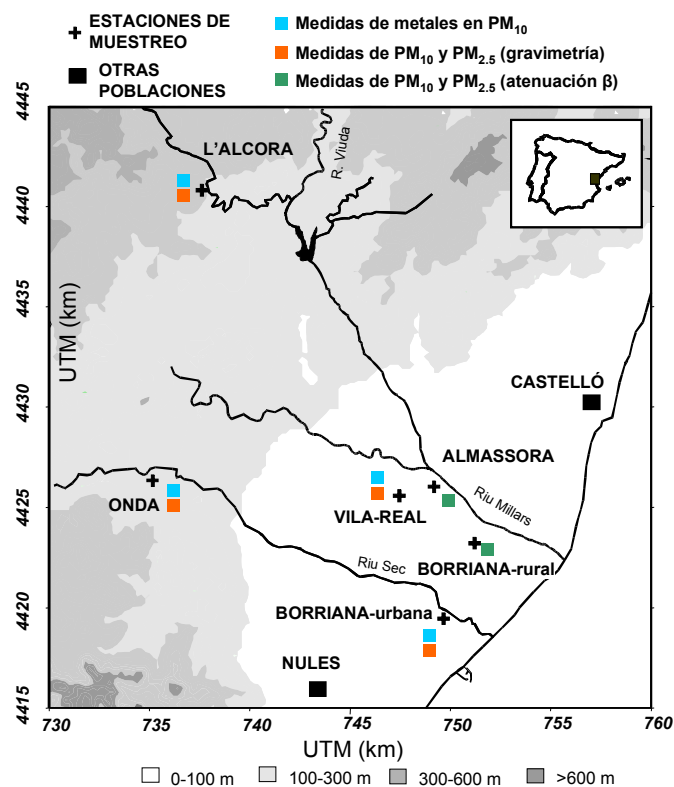


Figura 6.1. Localización de las estaciones de muestreo, con indicación de medidas de PM_{10} , $PM_{2.5}$ y niveles de metales en PM_{10} .

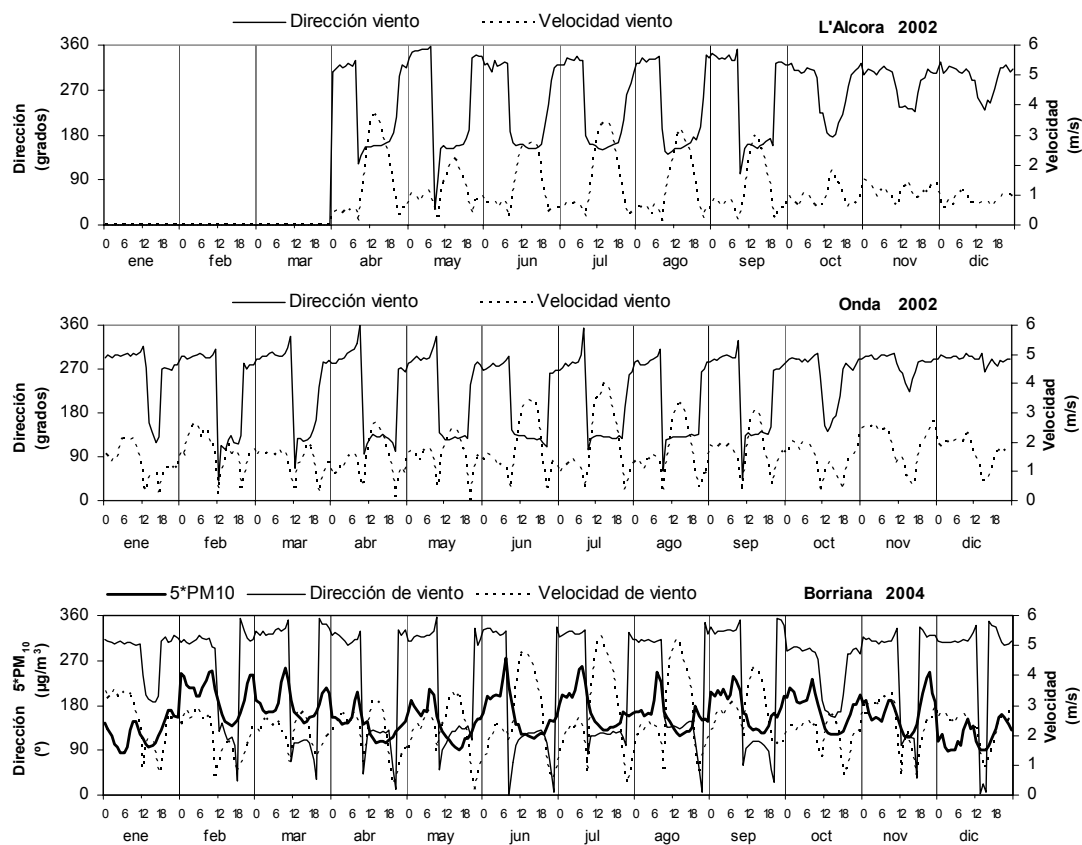


Figura 6.2. Velocidad y dirección de viento en LA y ON (2002); velocidad y dirección de viento y PM₁₀ (con mínimos diarios y máximos nocturnos) en BO-rural (2004).

6.2.1. PM₁₀ y PM_{2.5}

Los niveles de material particulado atmosférico son un indicador clave en el control de la calidad de aire, dada la relación causa-efecto entre la exposición a niveles de PM e impacto en la salud (WHO, 2003 y 2005) y su influencia en el balance radiativo global (Sokolik & Toon, 1996). Como consecuencia, se ha desarrollado legislación específica para el PM inferior a 10 µm (PM₁₀ o fracción torácica) y 2.5 µm (PM_{2.5} o fracción alveolar). Como se ha expuesto anteriormente la normativa vigente, a través de la Dir. 99/30/CE y el RD 1073/2002, establece para 2005 un límite anual de 40 µgPM₁₀/m³ y un límite diario de 50 µgPM₁₀/m³ para el percentil 90.4 (equivalente a limitar el número de superaciones diarias a 35 veces/año si la disponibilidad de datos es del 100%). Además, la nueva normativa que se está desarrollando a nivel europeo, relativa a la calidad del aire sugiere valores objetivo/límite adicionales para PM_{2.5} (25 µg/m³ como media anual, incluyendo estaciones muy próximas a focos industriales o de tráfico, conocidas como 'hotspots' o 'puntos negros').

Según una evaluación reciente (European Commission, 2004), el cumplimiento de los límites anuales no debería suponer un problema en la mayoría de las estaciones de fondo urbano del norte de la UE, sin embargo las predicciones son más pesimistas para los "hotspots" (estaciones de tráfico, 'canyon streets' y estaciones industriales) en el Este, Centro y Sur de la UE. Así, algunos procesos industriales, tales como la producción de cemento o productos cerámicos, pueden tener un gran impacto en los niveles de PM₁₀ a escala local/regional, dado el alto porcentaje de partículas primarias gruesas emitidas (2.5-10µm) frente a la fracción fina (PM_{2.5}). Algunos estudios exponen que el límite diario de PM₁₀ para 2005 es más restrictivo que el límite anual, de modo que algunas áreas pueden cumplir el segundo pero tener dificultades para el cumplimiento del primero (European Commission, 2004; Querol et al., 2004a y b).

A) Niveles de PM₁₀ y PM_{2.5}

Los niveles medios de PM₁₀ para el periodo 2002-2005 alcanzaron 34, 27, 36, 36, 37 y 34 µg/m³, respectivamente para LA, ON, VR, BO-urbana, AM y BO-rural. Los niveles registrados anualmente para el periodo de estudio cumplen los límites anual (40µgPM₁₀/m³) y diario (50µgPM₁₀/m³) considerando los márgenes de tolerancia para cada año establecidos por la Directiva 1999/30/CE y excluyendo las superaciones del límite diario debidas a episodios africanos. El ratio PM_{2.5}/PM₁₀ es aproximadamente 0.6-0.7 (LA, VR y ON).

Los niveles medios de PM_{2.5} para el periodo 2003-2005 alcanzaron 24, 19, y 24 µg/m³, respectivamente para LA, ON y VR. Los niveles de LA y VR están muy próximos al valor objetivo anual fijado en la nueva directiva de calidad del aire de la CE (25 µg/m³).

Los niveles medios de PM_{10} medidos en estaciones de fondo rural-regional en España por Querol et al. (2004a) alcanzaron 15-20 $\mu g/m^3$, lo cual es 7-12, 14-19 y 17-22 $\mu g/m^3$ inferior a los registrados en ON, BO-rural y AM, respectivamente. LA, VR y BO-urbana registraron niveles de PM_{10} de 34 a 36 $\mu g/m^3$, valores en el rango habitual de las estaciones urbanas de España (25 a 40 $\mu g/m^3$). Sin embargo, dado el pequeño tamaño de estas ciudades (menos de 45000 habitantes) los niveles anuales se tendrían que comparar con el valor inferior del rango, por lo que hay un exceso de unos 10 $\mu g/m^3$.

Los niveles medios de $PM_{2.5}$ medidos en estaciones de fondo rural-regional en España por Querol et al. (2004a) alcanzaron 12-17 $\mu g/m^3$, lo cual es 2-7 $\mu g/m^3$ inferior a los registrados en ON. LA y VR registraron niveles de $PM_{2.5}$ de 24 $\mu g/m^3$, valor en el rango alto de los niveles registrados habitualmente en estaciones urbanas de España (18 a 25 $\mu g/m^3$). Sin embargo, dado el pequeño tamaño de estas ciudades los niveles anuales se tendrían que comparar con el valor inferior del rango, por lo que hay un exceso de unos 6 $\mu g/m^3$.

Los niveles de PM_{10} en BO (estación costera) son similares o superiores a los de la zona cerámica (Figura 6.3), debido al transporte de contaminantes en dirección NW por los valles del Millars y del Riu Sec (véase apartado 3 sobre dinámica atmosférica para más detalles). El origen industrial de los altos niveles de PM_{10} registrados en BO se confirma por la evolución diaria, caracterizada por un mínimo diurno (por el predominio de la brisa marina con masas de aire relativamente limpias) y un máximo nocturno (debido a la brisa de tierra que transporta los contaminantes desde la zona industrial hacia la costa, Figura 6.2). Los niveles de PM_{10} registrados en ON son considerablemente inferiores a los registrados en VR y LA (estaciones urbanas), probablemente porque ON es una estación suburbana situada fuera del régimen del valle del Millars, dominante en el resto de la zona.

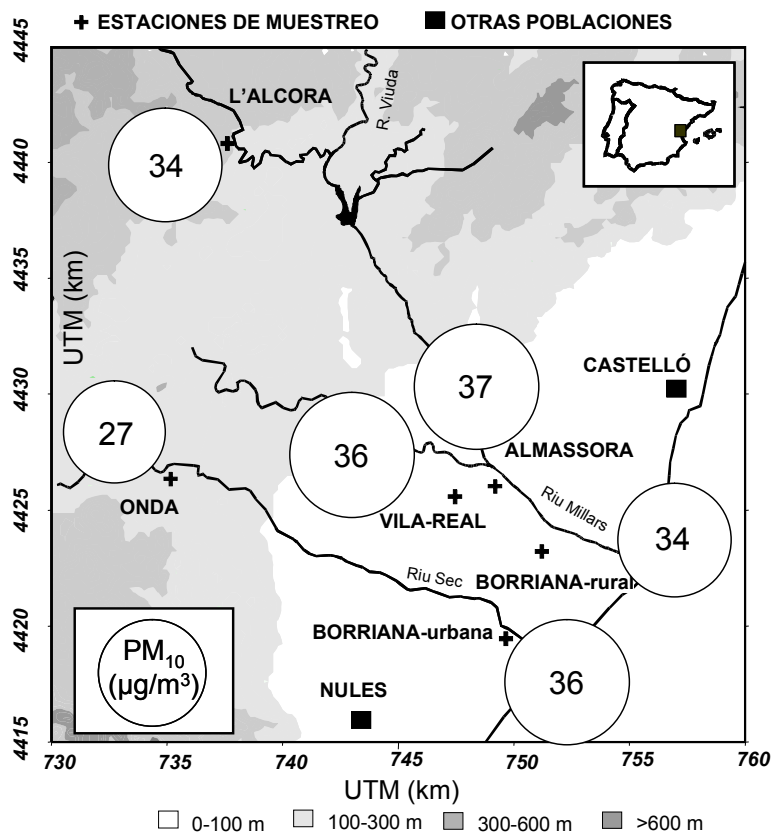


Figura 6.3. Niveles medios de PM_{10} ($\mu g/m^3$).

Tabla 6.11. Medias anuales de PM_{10} y número de superaciones de $50 \mu g/m^3$ (valor límite diario de 2005) registradas en VR, LA y ON de abril 2002 a diciembre 2005, en BO-urbana de junio 2004 a diciembre 2005 y en BO-rural y AM de enero 2004 a diciembre 2005, número de días de medida por año (n).

Estación	Año	PM_{10} medio ($\mu g/m^3$)	Nº superaciones diarias ($>50 \mu g/m^3$)	n
Vila-real	2002	35.6	19	205
	2003	36.4	40	341
	2004	36.7	46	283
	2005	35.5	28	236
L'Alcora	2002	36.4	43	265
	2003	32.9	33	313
	2004	33.3	39	283
	2005	32.7	24	254
Onda	2002	24.6	7	257
	2003	26.7	17	305
	2004	28.7	16	191
	2005	26.6	9	191
Borriana-urbana	2004	35.1	11	123
	2005	36.3	32	309
Borriana-rural	2004	32.1	24	359
	2005	36.7	49	354
Almassora	2004	38.1	61	353
	2005	35.6	36	334

Las medias mensuales de PM_{10} registradas en las estaciones de muestreo (Figura 6.4) no muestran tendencias definidas de aumento o descenso de niveles de PM_{10} a lo largo del periodo. Sin embargo, los datos de TSP y PM_{10} obtenidos desde 1996 en ON muestran un descenso de los niveles de PM desde principios de 2002 (Figura 6.5). Dicho descenso coincide con la implantación de técnicas de depuración de PM en varias instalaciones cerámicas de la zona. En esta figura el PM_{10} se ha calculado a partir del TSP y el ratio PM_{10}/TSP (0.59), obtenido de periodos en los que ambas medidas estaban disponibles.

Con respecto a la variación estacional, se observan máximos niveles en verano y mínimos en invierno en ON, AM y BO-rural (Figura 6.4). Este patrón estacional es típico de estaciones de fondo regional, en las que los niveles de PM aumentan en verano debido a las mayores condiciones dispersivas que favorecen el transporte de contaminantes de zonas urbanas o industriales hacia zonas rurales (véase apartado 3 en lo referente a recirculaciones estivales). En LA, los niveles de PM_{10} aumentan también en verano debido al transporte de emisiones por la brisa marina, aguas arriba del valle del Millars. En VR y BO-urbana no se observan patrones estacionales definidos sino que se aprecia una variación en los niveles a lo largo del año debido a la localización de las estaciones. La primera está rodeada por distintas fuentes y la segunda está situada en la costa, por lo que recibe contaminantes del interior durante todo el año (las noches de verano y la mayoría de los días en invierno) y está afectada por los contaminantes urbanos locales. Los niveles de PM_{10} obtenidos en nuestro estudio muestran un descenso de $5-8 \mu g PM_{10}/m^3$ con respecto a los datos de 1999 (Rodríguez, 2002; Alastuey et al., 2000, Querol et al., 2001), que puede ser atribuido a una implantación progresiva de técnicas de depuración de PM en un número significativo de instalaciones cerámicas.

En abril de 2002, marzo, junio y julio de 2003 y febrero y marzo de 2004 se registraron simultáneamente en las estaciones de muestreo niveles máximos de PM_{10} . Los máximos de abril de 2002, marzo de 2003 y febrero de 2004 (del día 2 al 16) son atribuibles a escenarios anticiclónicos con inversiones térmicas, frecuentemente acompañadas de una alta insolación y elevado grado de humedad a primera hora de la mañana, dando lugar a la acumulación de contaminantes emitidos local y regionalmente en una capa de mezcla poco potente y a altos niveles de PM secundario debido a una fotoquímica intensa. Por otro lado, los niveles máximos de junio y julio de 2003 son debidos a intrusiones de masas de aire africano frecuentes (MMA, 2003, 21 días en junio y 13 días en julio de 2003). En estos meses, la media de PM_{10} realizada excluyendo los días con intrusión africana se reduce hasta en un 18%. Además, considerando el periodo de estudio completo, si se excluyen las superaciones del límite diario de PM_{10} para 2005 ($50 \mu g/m^3$) debidas a episodios africanos (MMA, 2002, 2003, 2004 y 2005), la media anual sólo se reduce $1 \mu g/m^3$, mientras que el percentil 90.4 disminuye $2-4 \mu g/m^3$ y el número de superaciones

anuales del valor límite diario disminuye de 17, 32, 37, 37, 32 y 49 a 6, 21, 22, 22, 22 y 32 en ON, LA, VR, BO-rural, BO-urbana y AM (Tabla 6.3).

Tabla 6.12. Niveles medios de PM₁₀ y número de superaciones considerando y excluyendo las superaciones del valor límite diario de 2005 (VLD, 50µg/m³) registradas simultáneamente con episodios africanos (NAF) en ON, LA, VR, BO-rural, BO-urbana y AM.

	ON	LA	VR	BO-rural	BO-urbana	AM
Periodo	abril02 -dic05	abril02 -dic05	abril02 -dic05	ene04 -dic05	jun04-dic05	ene04 -dic05
n	920	1088	1036	713	409	687
PM₁₀ medio	27	34	36	34	36	37
Rango de PM₁₀ anual	25-29	33-36	35-37	32-37	35-37	36-38
PM₁₀ medio excluyendo datos > VLD coincidentes con NAF	26	33	35	33	35	36
n>VLD/año*	17	32	37	37	32	49
n>VLD/año* excluyendo NAF	6	21	22	22	22	32
Percentil 90.4 (P90.4)	43	53	53	51	51	54
P90.4 excluyendo datos > VLD coincidentes con NAF	40	49	49	48	49	50

*media de n para años con alta disponibilidad de datos

El máximo número de superaciones del valor límite diario se registra frecuentemente entre febrero y abril (Figura 6.6). Así, en este periodo del año se debe prestar especial atención al control de las emisiones para cumplir los requisitos de la UE referentes a PM₁₀.

Con respecto a la evolución semanal, la Figura 6.7 muestra que los niveles de PM₁₀ descienden ligeramente los fines de semana. Esto se puede deber a la disminución del tráfico rodado y la reducción de algunas actividades industriales. Esta variación es más clara en LA.

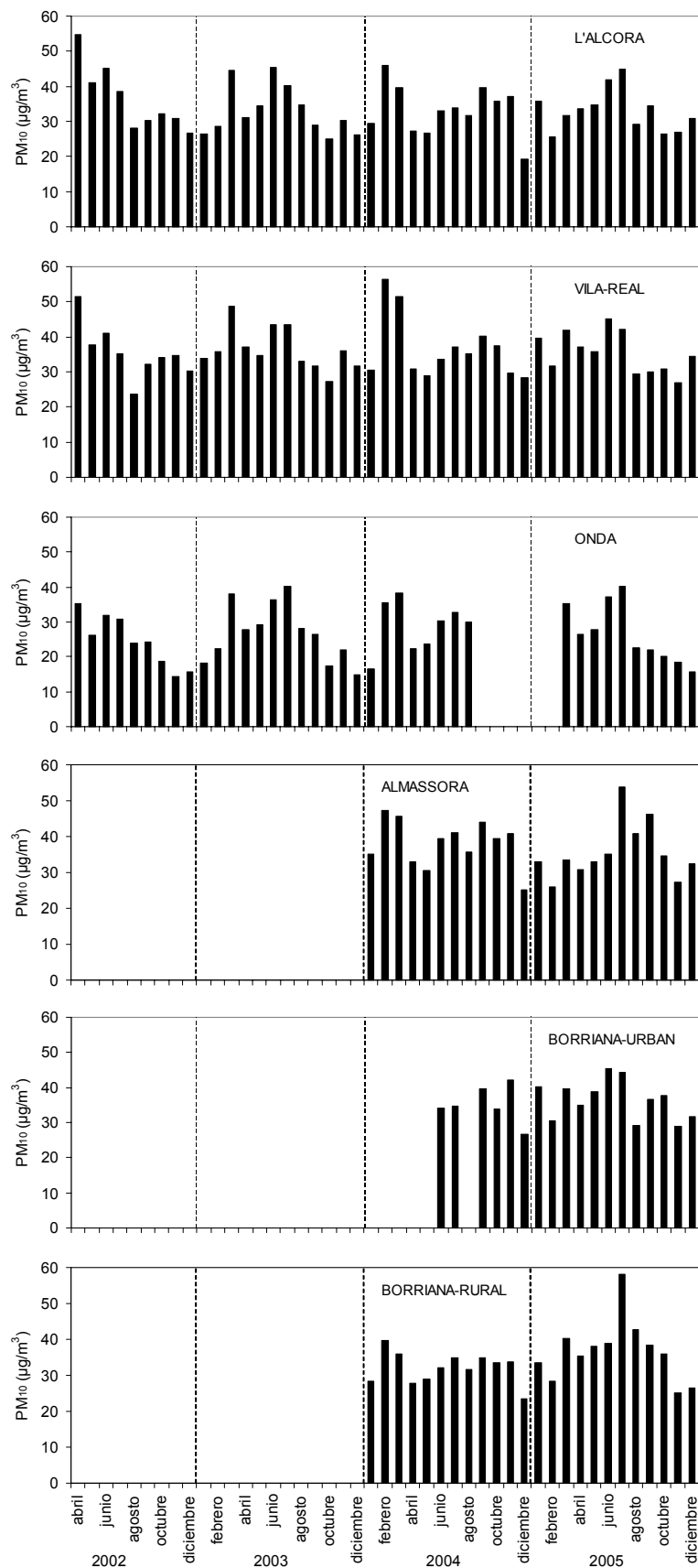


Figura 6.4. Medias mensuales de PM₁₀ (µg/m³) en LA, VR, ON, AM, BO-urbana y BO-rural para el periodo de estudio.

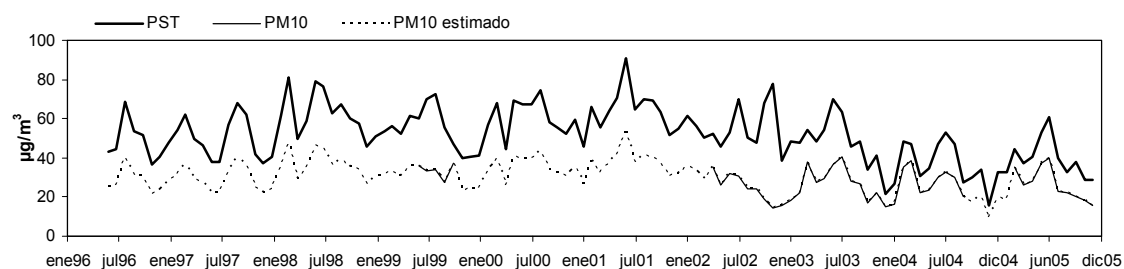


Figura 6.5. Medias mensuales de TSP y PM₁₀ registrados en ON, desde junio 1996 a diciembre 2005.

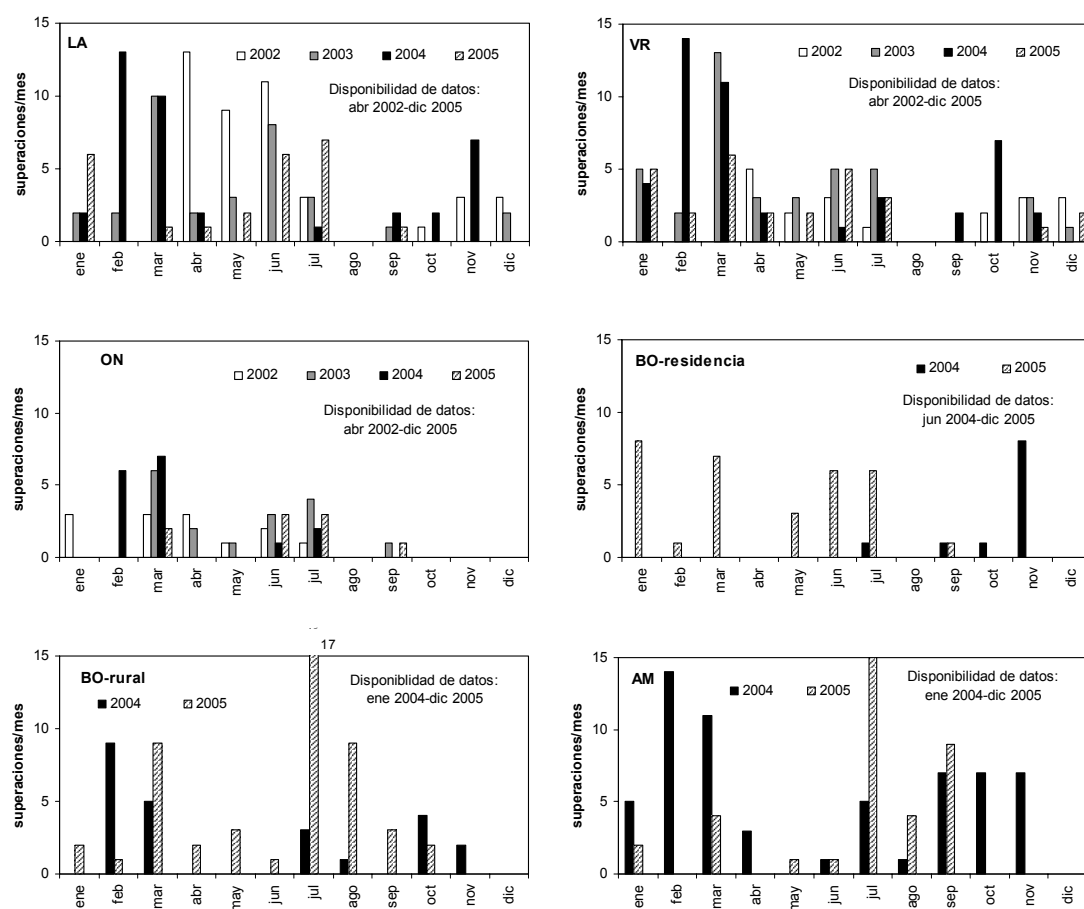


Figura 6.6. Número mensual de superaciones del valor límite diario de PM₁₀ (50 µg/m³) en LA, VR, ON, BO-urbana, BO-rural y AM.

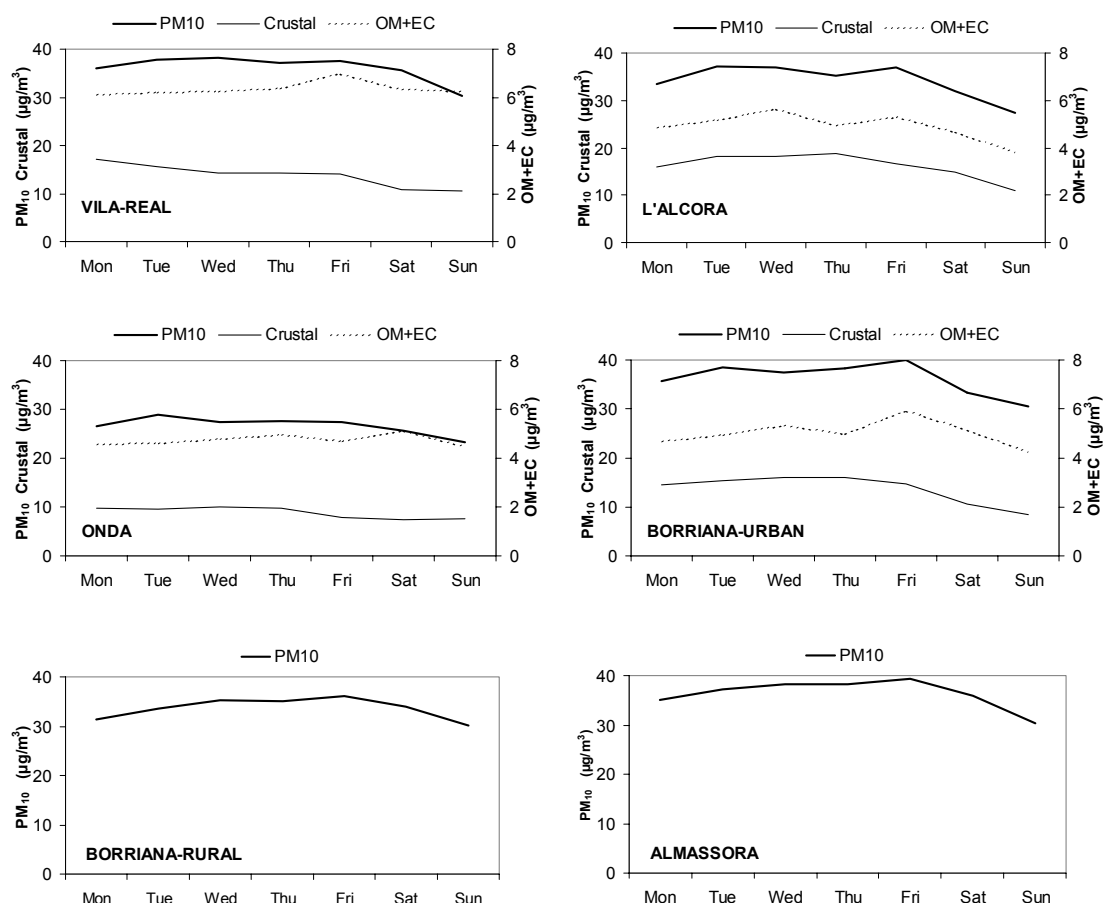


Figura 6.7. Evolución semanal de PM₁₀, componente crustal y OM+EC en VR, LA, ON, BO-urbana, BO-rural (sólo PM₁₀) y AM (sólo PM₁₀).

B) Composición de PM₁₀ y PM_{2.5}

Los principales componentes del material particulado atmosférico son sulfato, nitrato, amonio, materia carbonosa (orgánica y elemental), materia mineral y cloruro de sodio. El predominio de estos componentes químicos en PM₁₀ y PM_{2.5} está estrechamente conectado con las fuentes emisoras y los mecanismos de formación de las partículas.

En ambientes urbanos e industriales, la fracción **carbonosa** de PM está constituida esencialmente por carbono elemental (EC o partículas carbonosas gráficas o inquemados) emitido por el tráfico rodado (mayoritariamente motores diésel), generación de energía, procesos industriales específicos, combustión de biomasa y emisiones residenciales y domésticas. Además del EC, la fracción carbonosa está constituida por carbono orgánico (OC), de origen tanto primario como secundario, que es emitido por fuentes similares a las mencionadas para EC: combustibles fósiles, combustión de biomasa, y en menor proporción bioaerosoles (polen, esporas, microorganismos y residuos vegetales o de insectos, entre otros), fuentes agrícolas y emisiones biogénicas forestales. Estas dos últimas fuentes emiten compuestos orgánicos volátiles que son precursores de aerosoles orgánicos secundarios. Los hidrocarburos volátiles y otros compuestos orgánicos no-metánicos

son en gran parte de origen antropogénico, y son precursores importantes de aerosoles orgánicos secundarios. En áreas urbanas, estos vapores se emiten principalmente por evaporación de gasolina (emisión fugitiva) y durante el proceso de combustión. Los niveles de OC+EC en PM₁₀ son similares a los registrados en PM_{2.5} dado que tanto OC como EC presentan una granulometría predominantemente fina.

El **aerosol marino** está constituido esencialmente por cloruro de sodio (NaCl) y en menor proporción sulfatos sódicos y magnésicos. Este aerosol se genera principalmente por procesos de burbujeo sobre la superficie oceánica y por el oleaje en zonas costeras. Además, aunque con una contribución másica muy inferior, se identifican aportes de PM secundario constituido por sulfato, formado de la oxidación del dimetil-sulfuro de origen biogénico marino. La mayor parte de la masa de aerosol marino está presente en la fracción superior a 2.5 µm.

El **sulfato, nitrato y amonio** son los componentes inorgánicos secundarios principales del PM. Una vez el **SO₂** es emitido (por procesos industriales, generación de energía, emisiones domésticas y residenciales y tráfico rodado), su oxidación en la atmósfera da lugar a la formación de aerosoles de ácido sulfúrico, que posteriormente reaccionan en la atmósfera y se neutralizan para dar lugar a sulfato amónico (por reacción con amoníaco), y en mucha menor proporción sulfato cálcico o sódico (por interacción con carbonato cálcico y cloruro sódico, respectivamente). Tanto el ácido sulfúrico como el sulfato amónico presentan una granulometría fina (<1 µm), mientras que los sulfatos de calcio y sodio presentan una granulometría gruesa (> 1µm, Mildford y Davidson, 1987). Los **óxidos de nitrógeno** son emitidos principalmente por el tráfico en ambientes urbanos, y por la generación eléctrica, procesos industriales y emisiones domésticas y residenciales. Los óxidos de nitrógeno son los precursores del nitrato atmosférico, originado a partir del ácido nítrico (HNO₃) producto de la oxidación de NO₂. Una vez originado el ácido nítrico, éste puede ser neutralizado y transformarse en nitrato amónico, sódico o cálcico. El nitrato amónico presenta una granulometría fina (<1 µm), mientras que las otras dos especies nitratadas son mayoritariamente gruesas. En regiones cálidas, como es el área de estudio, el nitrato está presente tanto en la fracción fina como en la gruesa. Además, los niveles de nitrato descienden en verano como consecuencia de la inestabilidad térmica del nitrato amónico. El ácido nítrico gaseoso predomina sobre nitrato particulado en este periodo del año.

La **materia mineral** en el área de estudio tiene gran influencia antropogénica. Así, algunas fuentes de materia mineral son actividades industriales (principalmente fabricación de productos cerámicos), la construcción/demolición, la minería o la manipulación y transporte de materiales pulverulentos. La granulometría de estas emisiones es principalmente gruesa, aunque las partículas minerales primarias asociadas a fuentes cerámicas pueden ser finas. Además, en zonas urbanas, una de las principales fuentes de materia mineral es la abrasión del pavimento (o firme de rodadura) por el tráfico, o de frenos y ruedas. Este polvo mineral del tráfico consiste principalmente en una mezcla de partículas minerales (de pavimento y polvo depositado en el pavimento), partículas carbonáceas (de neumático y emisiones de

tráfico depositadas en la carretera) y metales (Fe, Cu, Sb, Ba de frenos, Ti, Rb, Sr del pavimento, y Zn de ruedas).

El análisis de los **componentes mayoritarios de PM₁₀ en la zona de estudio** muestra que el mayor componente en el área de estudio es la materia mineral (o crustal), aunque existen diferencias significativas entre las estaciones, especialmente LA y ON; supone un 43-51, 34-41, 37 y 28-39% de la media anual de PM₁₀ (15-20, 13-16, 13-14 y 8-11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en LA, VR, BO-urbana y ON, respectivamente (Tabla 6.13). Los niveles de compuestos inorgánicos secundarios (CIS=sulfato, nitrato y amonio) apenas varían en el área o a lo largo del periodo, suponiendo un 16-19, 17-23, 19 y 19-28% (5-7, 6-9, 7 y 5-7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en LA, VR, BO-urbana y ON, respectivamente. Los niveles de materia orgánica y carbono elemental (OM+EC) son ligeramente superiores en VR (6-7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 16-18% del PM₁₀), donde se esperaba que la influencia de tráfico rodado fuera mayor, que en LA, BO-urbana y ON (14-15, 13-14 y 15-20% del PM₁₀; 5, 5 y 4-5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente). El aerosol marino alcanza niveles de alrededor de 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en todas las estaciones, representando sólo el 2-4% de la masa de PM₁₀. Finalmente, la suma de todos los metales traza supone sólo un 1-2%.

Se ha hecho una comparación de los niveles de los componentes mayoritarios de PM₁₀ con los rangos habituales en otras estaciones de España (Querol et al., 2007b Tabla 6.14) Así, la carga mineral en PM₁₀ registrada en LA, VR, BO-urbana y ON para años completos es superior (en 7-12, 5-8, 5-6 y 6-9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente) a los rangos habituales obtenidos en estaciones urbanas o de fondo regional sin influencia industrial en España. Sin embargo, los niveles de OM+EC registrados en el área de estudio están dentro del rango habitual en estaciones de fondo regional (2-5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 4-5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en ON) y en estaciones de fondo urbano (5-10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 5-7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en LA, BO-urbana y VR). Asimismo, los niveles de CIS están dentro del rango habitual en estaciones de fondo regional (5-8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 5-7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en ON) y en estaciones de fondo urbano (6-11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 5-9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en LA, BO-urbana y VR).

Una caracterización analítica preliminar de una selección de alrededor de 20 muestras de PM_{2.5} de LA, ON, VR y AM muestra una composición caracterizada por niveles de CIS (5-7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y OM+EC (3-4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en el rango normal de estaciones de fondo urbano, pero unos niveles de materia mineral fina anómalamente elevados. Así mientras el rango normal de concentración de materia mineral en PM_{2.5} oscila entre 2 y 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en estaciones de fondo urbano de España, los niveles medios registrados en la zona de estudio varían entre 6 y 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Esta diferencia de 3-6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, coincide con el exceso de masa total de PM_{2.5} anteriormente señalado.

Los niveles de los componentes analizados en PM₁₀ no muestran una tendencia de aumento ni de descenso a lo largo del periodo de estudio, excepto la materia mineral en LA, que muestra un ligero descenso (Figura 6.8). Esto se puede explicar por la implantación de técnicas de depuración en algunas de las instalaciones cerámicas cercanas que procesan materiales minerales (principalmente arcillas) desde verano de 2002.

La materia mineral no muestra una variación estacional definida (Figura 6.8) debido a que los niveles en aire ambiente se ven afectados por las emisiones primarias de la industria cerámica, por la resuspensión de material depositado en el suelo y por episodios africanos, lo cual hace que se registren incrementos en los niveles de materia mineral aleatoriamente distribuidos a lo largo del año. En la estación de fondo industrial de ON, una gran parte de estos incrementos coinciden con episodios africanos (MMA 2002, 2003, 2004 y 2005, Figura 6.9), mientras que en las estaciones industriales (LA y VR), la mayoría de los incrementos en los niveles de materia mineral se pueden atribuir a contaminación local o regional (Figura 6.9). Como muestra la Figura 6.10, los niveles de sulfato varían simultáneamente en VR, LA, ON y BO-urbana, con niveles máximos en verano y mínimos en invierno debido a la mayor velocidad de oxidación del SO_2 a SO_4^{2-} en verano. En el caso de VR, LA y ON, esta variación se debe también a que la brisa marina en verano transporta los contaminantes emitidos por la central térmica desde la costa hacia las estaciones de muestreo. Esta explicación se ve apoyada por el patrón similar observado para los niveles de Na (Figura 6.10).

Los niveles de OM+EC son mayores en invierno que en verano, probablemente a causa de la acumulación de contaminantes debido a las condiciones de menor dispersión en invierno. Esta variación es más acusada en VR que en ON, ya que la primera es una estación urbana, mientras que la segunda es una estación suburbana y por tanto con menor influencia del tráfico (una de las principales fuentes de OM+EC, Figura 6.10).

En cuanto a la variación semanal, los niveles de materia mineral son ligeramente inferiores los fines de semana en LA, VR y BO-urbana, aunque esta variación no es tan evidente en ON. Los niveles de OM+EC son inferiores los fines de semana en LA, probablemente debido a la menor intensidad de tráfico, mientras que en VR, ON y BO-urbana esta variación no es tan clara (Figura 6.7).

Estos resultados están validados por su publicación en un artículo científico en una revista de prestigio internacional como es *The Science of the Total Environment* (Minguillón et al., 2007).

Tabla 6.13. Composición de PM₁₀ en ON, LA, VR y BO-urbana. Niveles medios anuales, calculados a partir de niveles medios mensuales.

	ONDA				L'ALCORA				VILA-REAL				BORRIANA	
	2002*	2003	2004*	2005	2002*	2003	2004	2005	2002*	2003	2004	2005	2004*	2005
n (días)	78	72	58	62	85	72	88	82	73	80	89	76	45	102
µg/m ³ PM ₁₀ medio**	26.2	28.4	29.0	27.3	38.8	33.9	34.1	33.7	37.2	40.0	36.5	35.5	36.3	36.9
OM+EC	5.2	4.2	4.6	4.6	5.3	4.7	5.0	4.6	6.6	6.3	5.8	6.2	4.9	5.1
CO ₃ ²⁻	1.9	2.2	1.8	2.3	3.6	3.1	2.8	3.3	3.3	3.5	2.9	3.2	2.3	2.3
SiO ₂	3.2	4.9	3.4	3.6	9.0	6.9	6.6	6.7	5.8	6.8	4.9	5.1	6.4	6.5
Al ₂ O ₃	1.1	1.6	1.1	1.2	3.0	2.3	2.2	2.2	1.9	2.3	1.6	1.7	2.1	2.2
Ca	1.0	1.1	0.9	1.2	2.0	1.7	1.5	1.8	1.8	1.9	1.6	1.8	1.1	1.2
K	0.5	0.6	0.4	0.4	1.0	0.8	0.7	0.6	0.8	0.9	0.6	0.5	0.7	0.6
Na	0.7	0.8	0.6	0.5	0.7	0.7	0.5	0.5	0.9	1.0	0.7	0.6	0.8	0.8
Mg	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
Fe	0.3	0.4	0.3	0.3	0.8	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4
Ti	0.03	0.04	0.03	0.03	0.07	0.05	0.06	0.06	0.05	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06
P	0.03	0.03	0.02	0.01	0.03	0.03	0.01	0.02	0.03	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02
Mn	0.01	0.01	<0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
SO ₄ ²⁻	4.5	4.2	4.3	4.1	4.5	3.9	4.1	4.1	4.8	5.0	4.7	4.2	4.9	4.4
NO ₃ ⁻	1.7	0.7	0.7	1.3	1.7	1.0	0.9	1.5	2.8	1.3	1.1	1.9	1.1	1.7
Cl ⁻	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.3	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2
NH ₄ ⁺	1.0	0.5	0.6	0.9	0.9	0.5	0.6	0.9	1.0	0.5	0.6	0.8	0.8	0.9
%														
Mineral	32	39	28	34	51	46	43	46	39	41	34	37	37	37
OM+EC	20	15	16	17	14	14	15	14	18	16	16	17	13	14
CIS	28	19	19	23	19	16	16	19	23	17	18	20	19	19
Aerosol marino	3	4	2	2	2	3	2	2	3	3	2	2	3	3
Elementos traza	2	2	1	1	2	2	2	1	2	2	1	1	2	1
No determ.	16	21	34	24	12	19	22	19	15	21	28	23	26	27

* años no completos

**PM₁₀ medio para los días analizados

Tabla 6.14. Niveles de componentes mayoritarios de PM₁₀ registrados en ON, LA, VR y BO-urbana (medias anuales) comparados con los rangos habituales para estaciones de fondo regional, de fondo urbano y de tráfico e industriales en España según Querol et al. (2007b).

RANGOS HABITUALES		NIVELES REGISTRADOS
Mineral		
Fondo regional	2-5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	8-11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ON)
Fondo urbano	6-10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15-20, 13-16 y 13-14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (LA, VR y BO-urbana)
Tráfico-industrial	13-15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
OM+EC		
Fondo regional	3-6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	4-5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ON)
Fondo urbano	5-10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	5, 6-7 y 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (LA, VR y BO-urbana)
Tráfico-industrial	10-18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
CIS		
Fondo regional	5-8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	5-7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ON)
Fondo urbano	6-11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	5-7, 6-9 y 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (LA, VR y BO-urbana)
Tráfico-industrial	8-15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Aerosol marino		
Península Ibérica (interior)	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Península Ibérica (costa)	1-4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Alrededor de 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (todas las estaciones)
Islas Canarias	10-12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

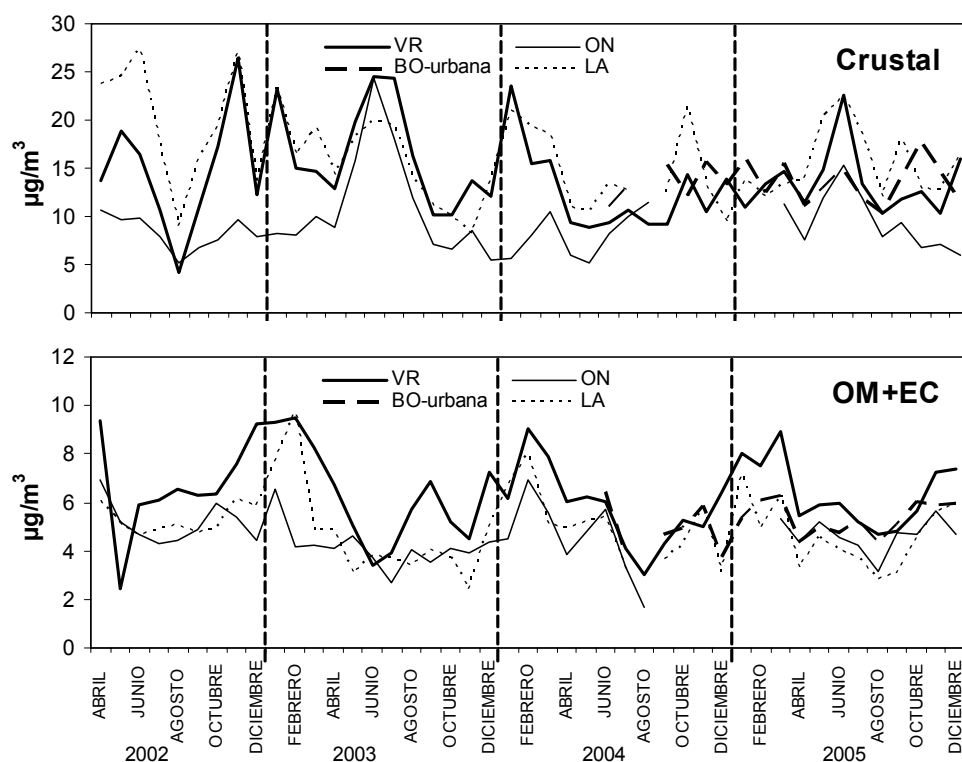


Figura 6.8. Medias mensuales del componente crustal y de OM+EC en PM₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en VR, LA, ON y BO-urbana para el periodo de estudio.

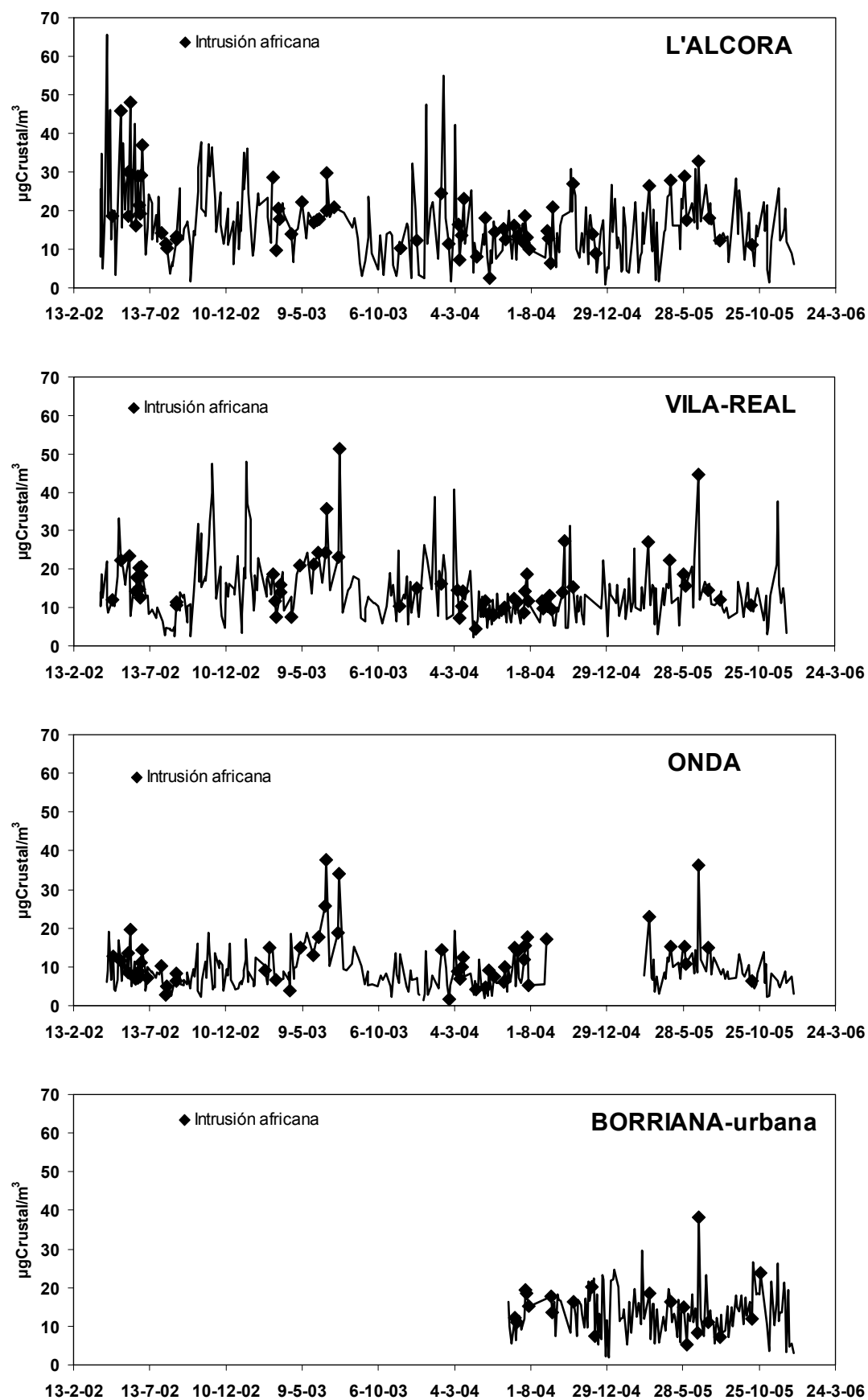


Figura 6.9. Niveles diarios de materia crustal en PM_{10} para el periodo de estudio. No todos los días de muestreo son simultáneos en las cuatro estaciones de muestreo.

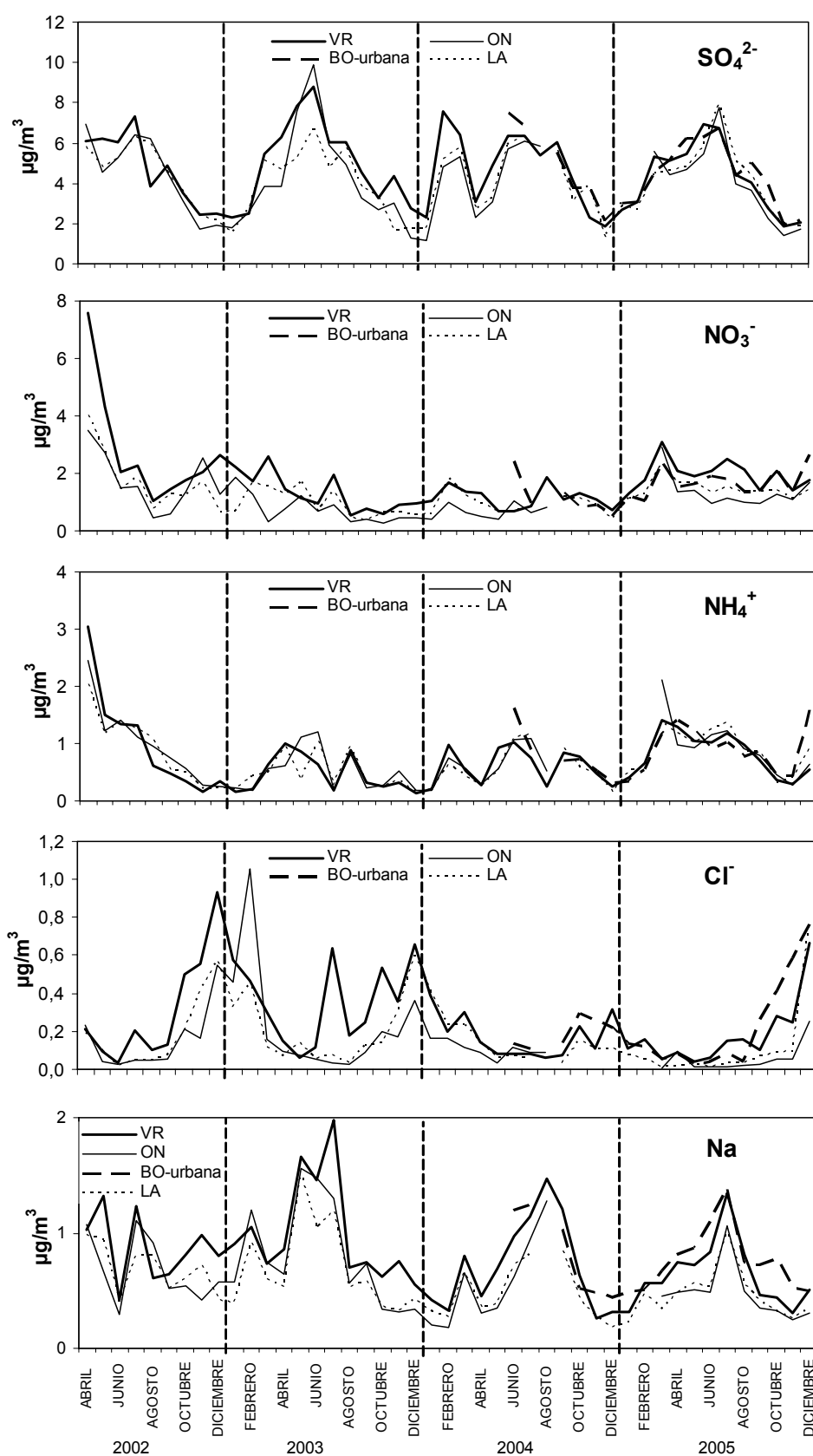


Figura 6.10. Niveles medios mensuales de SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ , Cl^- y Na en PM_{10} ($\mu g/m^3$) en VR (Vila-real), LA (L'Alcora), ON (Onda) y BO-urbana (Borriana-urbana) para el periodo de estudio.

C) Contribución de fuentes a PM₁₀

El análisis de componentes principales llevado a cabo con las series temporales de cada estación da como resultado cinco factores comunes a todas las estaciones. En la Tabla 6.15 se muestran los elementos con *factor loadings* mayores de 0.45 para cada factor. Comparando estos elementos con los perfiles químicos de las fuentes presentes en la zona de estudio se atribuye cada factor a una fuente concreta. Así, las fuentes identificadas son:

- a) **Mineral o crustal**, con elementos trazadores: Al, Fe, Ti, Ca, Mg, Mn, Y, Sr, la mayoría de elementos de las tierras raras (REEs en inglés), Li, Rb, K y correlacionado con la masa de PM₁₀. Este factor está asociado principalmente a las emisiones de arcillas de la industria cerámica, con pequeña contribución de resuspensión del suelo y episodios africanos. En BO, hay otro factor asociado con el suelo, con Ca como mayor trazador.
- b) **Fondo regional**, con trazadores: SO₄²⁻, NH₄⁺, V, Ni y correlacionado con la masa de PM₁₀. Este factor representa el fondo regional con la influencia de las emisiones costeras, dominadas por la central térmica y en menor proporción por la planta petroquímica, y también con contribución regional de otras fuentes de combustión.
- c) **Industrial 1**, con elementos traza: Cs, Zn, As, Pb, Rb, Tl y K en todas las estaciones. En algunas estaciones se incluyen más elementos en este factor. El perfil químico de este factor se puede atribuir a la producción y uso de componentes de esmaltes cerámicos, incluyendo la fabricación de fritas cerámicas.
- d) **Tráfico rodado**, con trazadores: OM+EC y NO₃⁻, que son el producto de las principales emisiones de gases de combustión.
- e) **Aerosol marino**, con trazadores: Na y Mg.
- f) **Industrial 2**, con elementos trazadores: Hf y Zr. Este factor tiene otros elementos asociados, que difieren según la estación considerada. En ON no se ha identificado este factor porque no se ha considerado el Hf para la realización del análisis de componentes principales. El origen de este factor es incierto, dado que la emisión de compuestos de circonio puede tener muchos orígenes. Dentro de la actividad cerámica, se pueden citar por ejemplo la fabricación y/o uso de alguna frita con alto contenido en circonio o de otros productos que puedan contener compuestos de circonio (pigmentos, atomizados o esmaltes), otra posible fuente es la propia manipulación o procesado de minerales de circonio.

La contribución de cada fuente a la masa total de PM₁₀ se ha calculado mediante regresión multilíneal. En la Figura 6.11 se muestra el resultado para cada estación para el periodo de estudio. El factor mineral destaca, con una contribución de 9-11 µg/m³; como se ha indicado, este factor se atribuye a la industria cerámica y en menor

medida a la resuspensión y las intrusiones africanas. El fondo regional tiene una contribución significativa, variando de estación a estación por incluir otras fuentes; por ejemplo, en BO la influencia de la industria de la costa (central térmica y refinería) es muy elevada debido a su proximidad; en LA este factor incluye el aerosol marino. El tráfico tiene una contribución más elevada en VR, La y ON, alcanzando 4-5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Por último, el aerosol marino es más importante en BO, dada su mayor proximidad al mar.

La evolución de la contribución de cada factor se muestra en la Figura 6.12. Se puede observar que el factor mineral no ha disminuido a lo largo del periodo de estudio, mientras que el factor asociado a las fritas (industrial 1) sí que lo ha hecho. Esto indica que para reducir los niveles de PM_{10} es necesario reducir el factor mineral, para lo cual se tendrán que tomar las medidas oportunas descritas en el programa de acción del presente documento (apartado 7), centradas principalmente en la reducción de las emisiones procedentes de la industria cerámica, tanto canalizadas como difusas. Cabe destacar que el descenso de la contribución del factor industrial 1 se atribuye a la implantación progresiva de sistemas de depuración en las instalaciones de fusión de fritas, pues la variación es paralela (Figura 6.13). En el caso de las emisiones del factor mineral no se observa una tendencia decreciente, dado que las principales actuaciones para reducir las emisiones canalizadas de partículas se realizaron con anterioridad al periodo de análisis (2002-2006) (Figura 6.13).

Tabla 6.15. Componentes con factores de carga (*factor loadings*) superiores a 0.45.

Factor	Fuente	Estación				
		Onda	Vila-real	L'Alcora	Borriana-urbana	Común
F1	Arcilla	PM_{10} , Al_2O_3 , Ca, K, Mg, Fe, Ti, Li, V, Rb, Sr, Y, Zr, La, Ce, Pr, Nd, Mn	PM_{10} , Al_2O_3 , Ca, K, Mg, Fe, Ti, P, Li, Rb, Sr, Y, Zr, La, Ce, Pr, Nd, Mn	PM_{10} , Al_2O_3 , Ca, K, Mg, Fe, Ti, Li, V, Co, Rb, Sr, Y, Zr, Cs, La, Pr, Nd, Hf, Tl, Mn, Sc	Al_2O_3 , Ca, Fe, Ti, Cl Li, Co, Rb, Sr, Y, La, Pr, Nd, Mn	PM_{10} , Al_2O_3 , Ca, K, Mg, Fe, Ti, Li, Rb, Sr, Y, La, Pr, Nd, Mn
F2	Suelo				Ca, Mg, Fe, Sr, Mn	
F3	Fondo regional	PM_{10} , SO_4^{2-} , NH_4^+ , V, Ni	PM_{10} , SO_4^{2-} , NH_4^+ , V, Ni	PM_{10} , Na, SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ , V, Ni	PM_{10} , SO_4^{2-} , NH_4^+ , V, Ni	PM_{10} , SO_4^{2-} , NH_4^+ , V, Ni
F4	Industrial 1	K, Zn, As, Rb, Cd, Cs, Tl, Pb	K, Zn, As, Rb, Cs, Tl, Pb	K, Zn, As, Se, Rb, Cd, Cs, Tl, Pb	K, Li, Zn, As, Se, Rb, Cs, Tl, Pb	K, Zn, As, Rb, Cs, Tl, Pb
F5	Industrial 2		Se, Zr, Hf	Ce, Hf, Zr	Zr, Hf	Zr, Hf
F6	Tráfico rodado	OC+EC, NO_3^- , NH_4^+	OC+EC, NO_3^- , Cu	OC+EC	OC+EC, NO_3^- , Sn	OC+EC, NO_3^-
F8	Aerosol marino	Na	Na		Na, Mg	Na

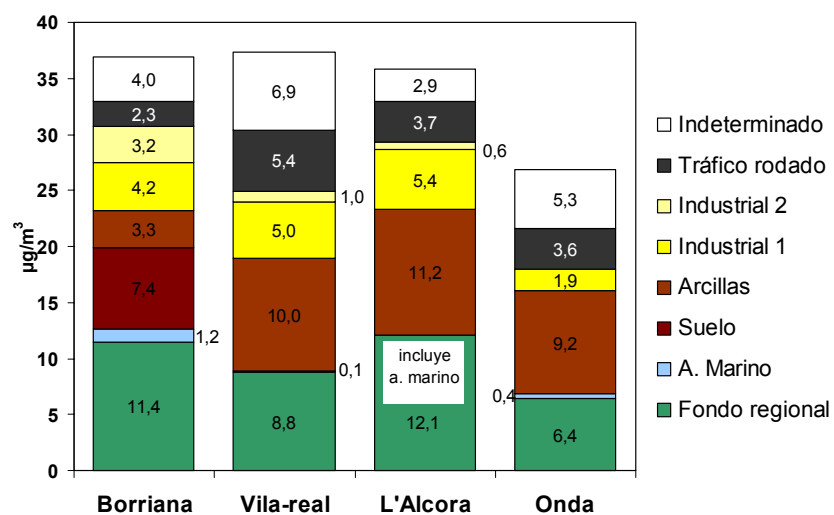


Figura 6.11. Contribución de cada fuente a la media de PM_{10} ($\mu g/m^3$) en VR, LA, ON y BO para el periodo de estudio.

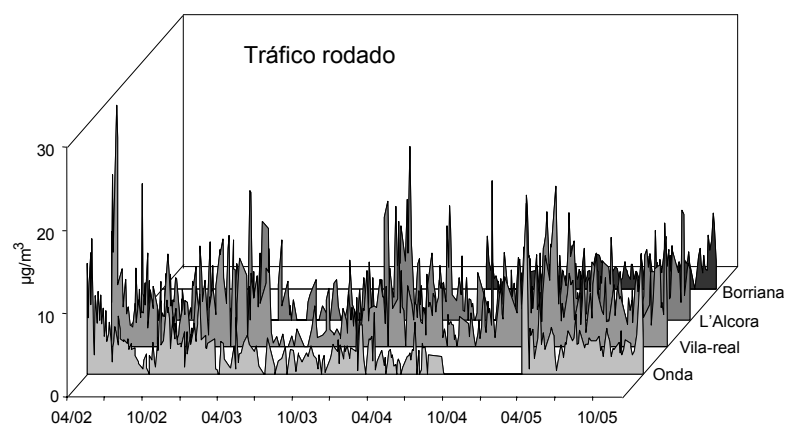
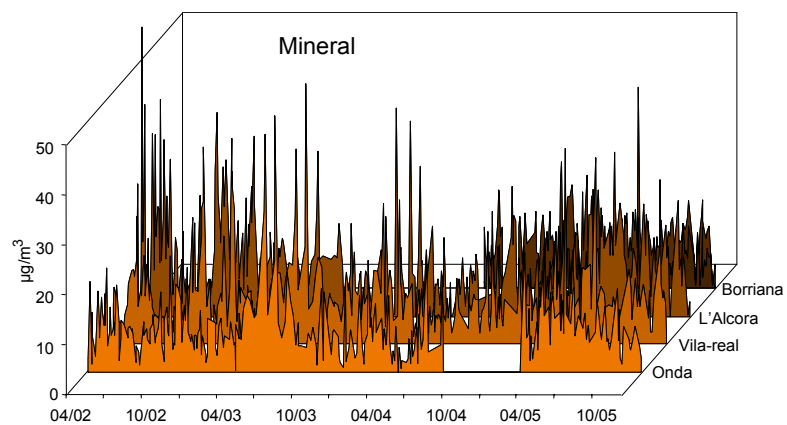
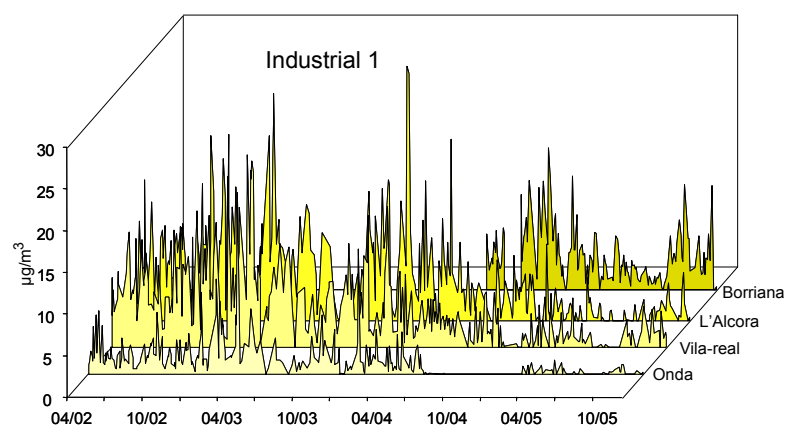
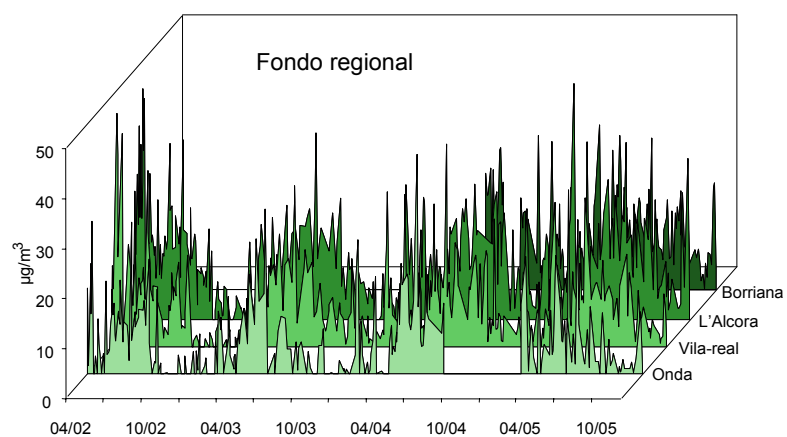


Figura 6.12. Evolución diaria de la contribución de cada fuente a la media de PM₁₀ (µg/m³) en Vila-real, L'Alcora, Onda y Borriana-urbana para el periodo de estudio.

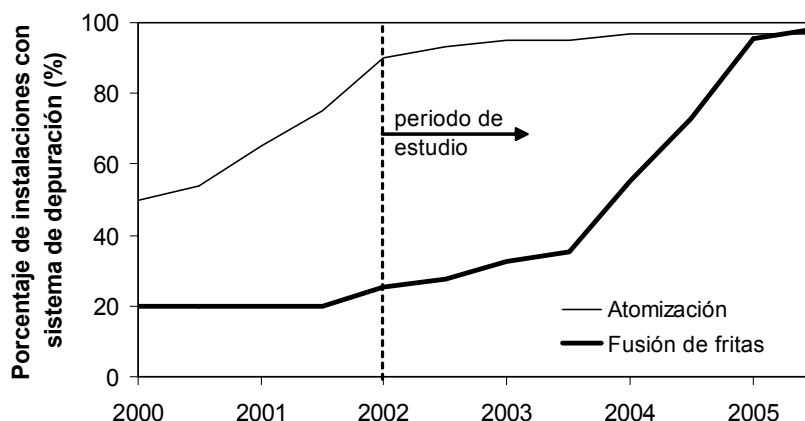


Figura 6.13. Porcentaje de instalaciones de fusión de fritas y de atomización con sistema de depuración.

D) Conclusiones y recomendaciones sobre PM₁₀ y PM_{2.5}

Los niveles de PM₁₀ registrados en la zona cerámica de Castellón, han disminuido en 2003-2005 con respecto a medidas anteriores realizadas en Onda en 1999, cumpliendo los requisitos establecidos por la Directiva 1999/30/CE.

En las estaciones regionales se registran máximos estivales y mínimos invernales (ON, AM y BO-rural) debido a las condiciones de mayor dispersión en verano, que favorecen el transporte de contaminantes de las zonas urbanas e industriales hacia las zonas rurales. Dadas estas condiciones, cabría esperar niveles más altos de PM en invierno en las estaciones urbanas e industriales (LA, VR, BO-urbana), no obstante no se observa un patrón definido, sino que incluso se registraron niveles de PM₁₀ relativamente altos en verano debido a varios factores como la escasa precipitación, el transporte de contaminantes por la brisa marina hacia el interior y los episodios africanos.

Los máximos de PM₁₀ registrados simultáneamente en abril 2002, marzo 2003 y febrero 2004 son atribuibles a escenarios típicos anticiclónicos con inversión térmica que conllevan la acumulación de contaminantes emitidos regionalmente. Los altos niveles de junio y julio de 2003 se deben a intrusiones africanas. Si las superaciones del límite diario de PM₁₀ para 2005 (50 µg/m³) causadas por intrusiones africanas se excluyen, el número anual de superaciones disminuye en 10-17; el percentil 90.4 se reduce en 2-4 µg/m³, mientras que la media anual es sólo 1 µg/m³ inferior.

El principal componente del PM₁₀ en el área de estudio es la materia mineral, que supone 28-51% del PM₁₀, siendo mayor en LA, VR y BO-urbana que en ON; los CIS suponen un 16-28%; OM+EC un 14-20%; el aerosol marino supone un 2-4%; y la suma de todos los elementos traza supone entre 1 y 2%. No se observa una tendencia a incrementar o disminuir en los niveles de los componentes analizados, excepto el componente mineral en LA y VR, que muestra una ligera tendencia a disminuir. La

materia mineral no muestra una variación estacional definida. Los niveles de sulfato varían simultáneamente en VR, ON, LA y BO-urbana registrando máximos en verano y mínimos en invierno debido a la mayor velocidad de conversión del SO_2 en verano. Los niveles de OM+EC son mayores en invierno que en verano, probablemente a causa de la acumulación de contaminantes debido a las condiciones de menor dispersión en invierno.

Los niveles de CIS, OM+EC y aerosol marino están dentro de los rangos habituales en otras estaciones de España, mientras que la carga mineral en PM_{10} supera en 6-9 (regionales) y 5-12 (urbanas) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ los rangos habituales en estaciones similares sin influencia industrial. Estas superaciones de materia mineral son similares o incluso mayores que las superaciones de los niveles de PM_{10} registrados en ON y LA-VR-BO-urbana con respecto a los niveles habituales en otras estaciones (7 y 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en estaciones de fondo regional y de fondo urbano, respectivamente). Por tanto, **para reducir la media anual de PM_{10} , se deberá reducir el componente mineral tomando las medidas expuestas en el apartado 7.2 en lo referente a emisiones canalizadas y difusas.** Esta conclusión se ve apoyada también por los resultados de contribución de fuentes, que indican que la contribución de las fritas se ha reducido considerablemente, mientras que la materia mineral permanece relativamente constante y por tanto tiene aún margen de mejora.

En cuanto a $\text{PM}_{2.5}$, mientras el rango normal de concentración de materia mineral en $\text{PM}_{2.5}$ oscila entre 2 y 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en estaciones de fondo urbano de España, los niveles medios registrados en la zona de estudio varían entre 6 y 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Esta diferencia de 3-6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, coincide con el exceso de masa total de $\text{PM}_{2.5}$ identificado para las medias anuales de LA y VR si se comparan con poblaciones similares españolas sin influencia industrial tan importante.

En caso de que el valor objetivo de $\text{PM}_{2.5}$ se fije finalmente en 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, se deberán tomar las medidas necesarias para reducir los niveles actuales de $\text{PM}_{2.5}$, principalmente actuando sobre la fracción mineral.

Se han identificado cinco grupos de componentes de PM según su origen. Los componentes asociados con emisiones minerales y episodios africanos son Al_2O_3 , Fe, Ti, Ca, Mg, K y algunos elementos traza como Mn, Y, Sr, elementos de las tierras raras, Li, Rb; con el fondo regional con influencia de las emisiones de la central térmica y la planta petroquímica SO_4^{2-} , NH_4^+ , V, Ni y PM_{10} ; con la fabricación y el uso de componentes de esmaltes cerámicos Cs, Zn, As, Pb, Rb, Tl y K y otra fuente con Hf y Zr; con tráfico rodado OM+EC y NO_3^- ; y con aerosol marino Na y Mg.

Basándose en las conclusiones previas y en la eficiencia de las mejores técnicas de depuración disponibles aplicables en las actividades llevadas a cabo en el área de estudio (industria, minería y transporte rodado), se puede fijar un objetivo de reducción a medio plazo con las técnicas actuales de 3-5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la media anual de PM_{10} de las estaciones urbanas (actualmente con niveles de 33-37 $\mu\text{gPM}_{10}/\text{m}^3$). Ello supondría reducir los niveles de PM_{10} medio anuales a valores próximos a 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Una reducción mayor requeriría medidas

adicionales más complejas y costosas. Incluso si se logra este objetivo, el requisito del número de superaciones anual del límite diario será difícil de cumplir, ya que estudios recientes (Querol et al., 2007b) demostraron que para cumplir este requisito, la media anual de PM_{10} no debía superar los $30\mu gPM_{10}/m^3$, valor mucho más restrictivo que el actual límite de $40\mu gPM_{10}/m^3$.

Esta reducción permitiría disminuir los niveles de $PM_{2.5}$ a valores de 20-22 $\mu g/m^3$. No obstante, si finalmente se fija el valor objetivo de $PM_{2.5}$ en 20 $\mu g/m^3$, será necesario reducir todavía más los niveles de $PM_{2.5}$.

Debido a que el exceso encontrado de los niveles de PM_{10} y $PM_{2.5}$ en el área cerámica respecto a poblaciones similares españolas sin influencia industrial tan importante se debe al contenido en materia mineral, los planes y programas encaminados a reducir los niveles de PM_{10} y $PM_{2.5}$ en aire ambiente deben contemplar actuaciones sobre la reducción de emisiones de material arcilloso, tanto de focos canalizados como fugitivos (atomizadoras, transporte, minería, manipulación...) (ver apartado 7.2 en lo referente a emisiones canalizadas y difusas).

6.2.2. Metales

Además de los valores límite para PM, basados también en criterios de salud, la legislación europea ha establecido valores objetivo (As, Cd, Ni) y límite (Pb) para metales y PAH (siglas en inglés de hidrocarburos aromaticos policiclicos) (directivas 2004/107/CE y 1999/30/CE), fijados en $6ngAs/m^3$, $5ngCd/m^3$, $20ngNi/m^3$ y $500ngPb/m^3$. Aunque el cumplimiento de dichos valores no debería suponer un problema en la mayoría de estaciones de fondo urbano en Europa, algunas estaciones industriales podrían necesitar adoptar medidas de reducción de emisiones para alcanzar los valores objetivo. Además, las directrices de calidad de aire de la OMS (WHO, 2000) proponen valores guía para Mn ($150ng/m^3$ como media anual), Hg vapor ($1000ng/m^3$ como media anual) y V ($1000ng/m^3$ como media de 24 h). Estas directrices afirman que no se pueden recomendar niveles seguros de As, Ni y Cr(VI). A una concentración de Cr(VI), As y Ni de $1\mu g/m^3$, el riesgo de vida se estima en $4\times 10^{-2}/1\mu g/m^3$, $1.5\times 10^{-3}/1\mu g/m^3$ y $3.8\times 10^{-4}/1\mu g/m^3$, respectivamente. Se entiende por riesgo de vida lo siguiente: por ejemplo en el caso de Ni, en una población de 10000 habitantes expuesta de por vida a niveles medios de Ni de $1\mu g/m^3$ ($1000ng/m^3$), la mortalidad se incrementa en 3.8 habitantes.

Estudios previos (Alastuey et al., 2000, Querol et al., 2001) sobre la calidad de aire en la zona cerámica de Castellón ya concluyeron que los niveles de metales en PM_{10} eran uno de los parámetros críticos para cumplir la legislación europea.

Las principales fuentes potenciales de metales en el área de estudio son: a) la fabricación de componentes de esmaltes cerámicos (fritas y pigmentos), b) uso de esmaltes cerámicos (fabricación de baldosas esmaltadas) y c) actividades concentradas en la costa (petroquímica, planta de productos químicos orgánicos y una central térmica de fuel y de gas natural). Además, algunos elementos como V, Ni, Cr, Ti, Sr, Ba, Rb o Cs están presentes en arcillas, feldespatos y otros productos

minerales en concentraciones significativas (de decenas a miles de mg/kg). Consecuentemente, el uso de estas materias primas puede suponer una fuente de emisión de estos elementos. Otras fuentes potenciales de metales pueden ser la gestión de residuos (incineración no controlada) y tráfico rodado (desgaste de frenos y neumáticos).

Dado el proceso productivo y las distintas composiciones químicas utilizadas, las emisiones de la fabricación y uso de fritas y pigmentos pueden cambiar su perfil químico a lo largo del año. Esto es un problema para el análisis de contribución de fuentes, pues esta metodología requiere perfiles de emisión relativamente constantes y continuos en cuanto a composición química se refiere. No obstante, la metodología empleada por los estudios realizados para la Conselleria por CSIC-ITC-UJI permite registrar y analizar episodios esporádicos.

Como consecuencia de la Directiva de emisión IPPC y la creciente presión social, se han implantado progresivamente sistemas de depuración en el clúster cerámico durante el periodo de estudio. Con respecto a las emisiones de metales, se han adoptado dos tipos de medidas de depuración:

a) Medidas primarias o preventivas: reducción del uso de esmaltes de Pb; sustitución de materias primas que contienen impurezas de metales, como algunas colemánitas ($\text{CaB}_3\text{O}_4(\text{OH})_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) que pueden tener As como impureza en concentraciones significativas (Arslan et al., 1999; Karagölge et al., 2002).

b) Medidas secundarias o correctoras, como técnicas de depuración de partículas. Los sistemas de depuración de partículas de alta eficiencia pueden reducir las emisiones de metales (Mallol et al., 2001; IPTS, 2000; IPTS, 2005; Arslan et al., 1999).

El control de la implantación de medidas correctoras en cada una de las etapas de la fabricación de baldosas, fritas y pigmentos cerámicos en el área de estudio se ha llevado a cabo desde el año 2000. Para ello, se utilizó información de suministradores de equipos de depuración, organizaciones industriales y datos facilitados por empresas fabricantes de fritas cerámicas. Con respecto al control de las emisiones de metales, la acción más importante tuvo lugar en la etapa de fusión de fritas. La Figura 6.13 presenta la evolución de la implantación de sistemas de depuración de PM en esta etapa, con un incremento gradual desde 2001, y un aumento marcado desde mediados de 2003, alcanzando más del 90 % a principios de 2005. La técnica más utilizada es la depuración mediante filtros de mangas, altamente eficiente en la depuración de metales, ya que la retención de PM se lleva a cabo a menos de 200°C (Irún et al., 2004; Mallol et al., 2001; IPTS, 2001; IPTS, 2006a).

A) Niveles de elementos traza

Los niveles medios anuales de elementos traza en PM_{10} medidos en ON, VR, BO y LA se presentan en la Tabla 6.16. Se ha realizado una clasificación de estos

elementos en función de su concentración en el periodo de estudio: a) $< 1 \text{ ng/m}^3$: Sc, Co, Y, Cs, tierras raras (REEs), Hf, Bi, Th y U; b) de 1 a 4 ng/m^3 : Li, Ni, Se, Rb, Cd, Sn y Tl; c) de 4 a 11 ng/m^3 : V, Cr, Mn, Cu, As y Sr; d) de 11 a 50 ng/m^3 : Zr y Ba; e) de 50 a 100 ng/m^3 : Ti; y f) de 100 a 400 ng/m^3 : Zn y Pb.

Se ha llevado a cabo una comparación con los rangos habituales de concentración en estaciones rurales, urbanas e industriales de España (Querol et al., 2007b). Los niveles medios anuales de 2005 de Li, Sc, Co, Zn, As, Se, Rb, Zr, Cd, Cs, Ce, Tl and Pb son superiores al rango habituales de concentración en áreas urbanas de España (Tabla 6.17). Co y Rb son trazadores de arcillas y feldespatos, por lo que los niveles son ligeramente superiores (pero $< 3 \text{ ng/m}^3$) en la zona cerámica que en otras áreas urbanas. Los altos niveles de Se, Cd y Ce se deben a episodios esporádicos en estaciones concretas, pero no se observó un incremento general en todas las estaciones, con excepción de episodios concretos de Cd y As con focos principales localizados posiblemente al norte de BO.

Los resultados muestran que el Zr, Zn, Pb, Tl y As pueden ser considerados como trazadores de las emisiones cerámicas para esta área, según los siguientes criterios: a) comparación de concentraciones con las registradas en áreas no industriales, b) baja dispersión de datos diarios (para identificar niveles relativamente constantes), y c) concentración anual superior a 2 ng/m^3 en todas las estaciones.

Basándose en los análisis de niveles de metales realizados por el CSIC, y con respecto a los elementos con valores límite u objetivo, los niveles de Ni, Cd y Pb registrados en LA, ON y VR cumplen los requisitos europeos para 2013 (Ni y Cd) y 2005 (Pb), variando entre 2 a 5, 1 a 3, y 35 a 229 ng/m^3 de Ni, Cd y Pb, respectivamente, mientras que los valores establecidos son: 20, 5 y 500 ng/m^3 . En el caso de As, los niveles medios anuales varían entre 3 y 12 ng/m^3 , superando el valor objetivo de 6 ng/m^3 , con los máximos niveles registrados en 2002 y 2003, similares a los obtenidos en 1999 por Alastuey et al. (2000) y Querol et al. (2001). En 2004 y 2005, los niveles variaron entre 2 y 5 ngAs/m^3 , cumpliendo los requisitos europeos para el As siete años antes de su entrada en vigor.

En BO, los niveles de As, Cd, Ni y Pb son mayores, pero las medias anuales de 2005 cumplen los requisitos europeos, con niveles de 4 ngNi/m^3 , 103 ngPb/m^3 , 5 ngAs/m^3 y 1.5 ngCd/m^3 . No obstante, niveles previos de As y Cd eran superiores (16 y 9 ngAs/m^3 en 2003 y 2004 y 13 ngCd/m^3 en 2004).

La localización de BO, generalmente en la dirección del viento desde la zona cerámica (en invierno, primavera y otoño y en las noches de verano), junto con la influencia de algunas fuentes locales en el norte y noroeste de la ciudad, son las causantes de los mayores niveles de elementos traza registrados en esta estación con respecto a LA, ON y VR.

Los niveles de otros elementos incluidos en las directrices de la OMS, como Mn y V, son inferiores a los valores guía (5 to 11 ngMn/m^3 como media anual y 3.4 a 13 ngV/m^3 como niveles máximos diarios, comparados con 150 ngMn/m^3 , en base anual, y 1000 ngV/m^3 en base diaria).

Estos resultados están validados por su publicación en un artículo científico en una revista de prestigio internacional como es *Atmospheric Environment* (Querol et al., 2007a).

Tabla 6.16. Niveles de elementos traza en PM₁₀ registrados en Onda, L'Alcora, Vila-real y Borriana. Medias anuales calculadas a partir de medias mensuales. *Años no completos.

ng/m ³ n (días)	Vila-real				L'Alcora				Onda				Borriana		
	2002*	2003	2004	2005	2002*	2003	2004	2005	2002*	2003	2004*	2005	2003*	2004	2005
	73	80	89	76	85	72	88	82	78	72	58	62	53	82	102
Li	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1
Sc	0.7	0.4	0.1	0.4	0.9	0.6	0.1	0.5	0.4	0.4	0.1	0.3	0.2	0.2	0.4
Ti	48	59	49	51	69	52	56	57	28	39	29	33	75	67	56
V	7	8	6	5	6	5	4	4	4	5	4	4	7	6	5
Cr	4	5	5	7	7	5	6	8	3	3	3	3	6	8	6
Mn	8	11	8	8	8	7	6	7	6	7	5	6	9	8	7
Co	0.6	1.1	0.8	0.7	0.8	0.8	0.7	0.7	0.4	0.6	0.5	0.4	2.8	1.2	0.6
Ni	4	4	4	5	3	3	3	4	3	2	3	3	4	4	4
Cu	10	9	9	8	7	6	5	6	5	4	5	4	15	16	10
Zn	364	361	186	86	416	336	244	89	190	282	134	45	628	380	183
As	12	11	4	3	11	10	6	3	6	9	3	2	16	9	5
Se	2	2	2	2	3	3	3	2	2	1	1	1	4	5	2
Rb	3	3	2	2	5	3	3	2	2	2	1	1	4	3	2
Sr	5	5	4	4	6	5	4	5	4	4	3	3	6	6	4
Y	0.2	0.3	0.1	0.3	0.4	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5	0.3	0.3
Zr	15	15	10	13	35	28	24	20	10	10	7	10	24	24	17
Cd	1.7	1.3	2.9	0.7	1.4	1.3	1.8	0.8	1.0	1.0	1.2	0.6	2.0	13.4	1.5
Sn	2	3	3	1	1	2	2	1	1	2	2	1	3	2	1
Cs	0.6	0.5	0.3	0.2	0.9	0.6	0.5	0.3	0.4	0.4	0.2	0.1	0.6	0.5	0.3
Ba	120	74	34	12	100	66	27	12	68	60	22	14	29	27	16
La	0.7	0.6	0.5	0.5	1.0	0.6	0.5	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.6	0.7	0.5
Ce	1.2	1.2	0.8	1.2	5.2	1.8	2.1	1.9	0.9	1.0	0.6	0.7	1.4	1.8	1.6
Pr	0.3	0.2	0.1	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
Nd	0.5	0.5	0.3	0.4	0.8	0.5	0.4	0.5	0.4	0.3	0.2	0.3	0.5	0.6	0.5
Hf	0.4	0.3	0.2	0.3	0.8	0.6	0.5	0.4	0.4	0.2	0.1	0.2	0.6	0.6	0.4
Tl	2	1	1	1	4	3	3	3	1	1	1	1	2	2	1
Pb	229	183	107	70	198	208	181	92	114	138	88	35	226	185	103
Bi	0.3	0.1	0.2	0.5	0.2	0.1	0.2	0.8	0.3	0.1	0.1	0.4	0.2	0.2	1.5
Th	0.4	0.1	0.1	0.1	0.5	0.2	0.1	0.2	0.6	0.1	0.04	0.1	0.2	0.2	0.2
U	0.6	0.1	0.1	0.1	0.9	0.1	0.2	0.1	0.9	0.1	0.1	0.04	0.1	0.2	0.1

Tabla 6.17. Rangos habituales de niveles de elementos traza en 28 estaciones urbanas, industriales y rurales de España (Querol et al., 2007b) comparados con los niveles registrados en la zona cerámica, 2005.

Ng/m ³	Fondo rural		Fondo urbano		Acero inoxidable		Metalurgia cobre	Polígonos petroquímicos		Zona cerámica	
	min	max	min	max	media	media	media	min	max	min	max
Li	0.1	0.3	0.2	0.7	0.4	0.6	0.2	0.2	1.0	0.6	1.3
Be	0.01	0.02	0.02	0.05	0.06	0.03	0.07	0.01	0.07	0.02	0.05
Sc	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.2	0.1	0.1	0.3	0.3	0.5
Ti	7	22	18	83	24	36	60	23	62	33	57
V	2	5	2	15	8	28	7	7	25	4	5
Cr	1	2	2	8	25	24	2	2	6	3	8
Mn	5	5	4	23	87	17	11	8	11	6	8
Co	0.1	0.1	0.2	0.5	0.5	0.6	0.4	0.2	0.8	0.4	0.7
Ni	2	3	2	7	33	20	3	3	11	3	5
Cu	4	8	7	81	33	11	70	23	33	4	10
Zn	16	30	14	106	417	73	51	35	54	45	183
Ga	0.1	0.2	0.1	0.3	0.4	0.2	0.3	0.2	0.4	0.2	0.3
Ge	0.1	0.3	0.04	0.3	0.2	0.3	0.1	0.1	0.2	0.03	0.1
As	0.3	0.4	0.3	1.5	1.8	0.9	5	0.5	1.9	1.7	5
Se	0.3	0.5	0.3	1.1	3	0.8	1.5	0.5	0.6	1.0	3
Rb	0.5	0.6	0.5	1.8	1.1	0.8	1.5	0.6	1.6	1.2	2.4
Sr	1	5	3	10	3	6	4	4	5	3	5
Y	0.1	0.1	0.1	0.4	0.1	0.3	0.3	0.1	0.3	0.2	0.3
Zr	4	4	2	10	2	5	2	2	6	10	20
Nb	0.04	0.1	0.05	0.4	0.1	0.2	0.2	0.1	0.3	0.2	0.3
Mo	2	3	2	5	15	15	2	2	7	1	2
Cd	0.2	0.2	0.1	0.7	1.2	0.3	0.8	0.1	0.8	0.6	1.5
Sn	1	2	1	6	38	1	2	2	2	1	1
Sb	0.6	0.6	1	11	4	1	3	1	7	1	6
Cs	0.01	0.04	0.03	0.13	0.1	0.1	0.1	0.04	0.2	0.1	0.3
Ba	5	11	4	41	14	15	16	12	16	12	16
La	0.1	0.2	0.2	0.6	0.3	0.6	0.5	0.3	0.9	0.3	0.6
Ce	0.2	0.4	0.4	1.3	0.4	0.7	0.9	0.5	1.2	0.7	1.9
Pr	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2
Hf	0.1	0.2	0.1	0.3	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4
W	0.01	0.03	0.05	0.6	0.7	0.2	0.06	0.04	0.2	0.10	0.3
Tl	0.1	0.1	0.05	0.4	0.3	0.04	0.2	0.03	0.3	0.5	2.8
Pb	5	10	7	57	102	13	37	8	37	35	103
Bi	0.1	0.1	0.1	1.0	0.5	0.1	1.6	0.1	0.2	0.4	1.5
Th	0.1	0.2	0.1	0.3	0.1	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.2
U	0.1	0.2	0.1	0.3	0.3	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1	0.1

B) Evolución temporal

Se ha observado una tendencia decreciente en los niveles de la mayoría de los elementos traza desde finales de 2003. La Figura 6.14 muestra como ejemplo el progresivo descenso de las medias mensuales de As, Pb, y Zn en todas las estaciones. Esta tendencia puede atribuirse a la progresiva implantación de sistemas

de depuración en las industrias cerámicas, principalmente en la etapa de fusión de fritas, como se ha indicado previamente (Figura 6.13).

Las medias mensuales de Ni, V y sulfato muestran un claro patrón estacional con máximos en verano y mínimos en invierno (Figura 6.15), mientras que esto no se observa en la mayoría de elementos. Esto se puede deber al origen distinto de estos componentes. Así, la central térmica, y en bastante menor proporción la planta petroquímica, situadas en la costa contribuyen con la mayoría del Ni, V y sulfato en PM_{10} (Ni y V se utilizan como de la combustión de fuel oil o de coque de petróleo, Olmez et al., 1988). En verano, la mayor insolación favorece la conversión del SO_2 en sulfato y la brisa predominante diurna transporta estas emisiones hacia el área cerámica. Esta explicación se confirma por la evolución estacional similar del Na (Figura 6.15).

Al contrario que estos cuatro componentes de PM, los niveles de OM+EC incrementan en invierno, probablemente debido a la acumulación de contaminantes por las condiciones de poca dispersión.

Para la mayoría de los elementos analizados, no se observa un patrón estacional definido y se registran episodios de altos niveles a lo largo del año. No obstante, se han registrado niveles inferiores en verano de algunos elementos en VR y LA (cercanas a las fuentes emisoras), especialmente en agosto, como consecuencia del cierre de algunas instalaciones por vacaciones y debido también a las condiciones de mayor dispersión en verano. En ON, se registraron niveles mayores en verano para algunos elementos, debido a la mayor dispersión.

Con respecto a los niveles de Al, Fe, K, Ca y otros componentes minerales (como Li, Rb, Sc, Y, así como elementos de las tierras raras), no se observa una tendencia clara a lo largo del periodo de estudio, ni un patrón estacional definido. Sólo en LA y VR, se observa un ligero descenso (Figura 6.16), que puede ser debido a la implantación de sistemas de depuración en algunas de las instalaciones cerámicas cercanas. Se han registrado incrementos en los niveles de materia mineral aleatoriamente distribuidos a lo largo del año. En ON (estación de fondo industrial), la mayoría de estos episodios coinciden con episodios africanos (MMA 2002, 2003, 2004 y 2005, Figura 6.17). Sin embargo, en las estaciones industriales (VR en Figura 6.17), los altos niveles no siempre coinciden con episodios naturales, por lo que se pueden atribuir a episodios de contaminación local.

Es difícil diferenciar el perfil químico de la materia mineral procedente de emisiones del área cerámica y la procedente de África. Esta última consta principalmente de illita y/o caolinita, con proporciones variables de cuarzo, calcita, feldespato, óxidos de hierro y otros minerales arcillosos como clorita, esmectita y paligorskita dependiendo del área fuente (Paquet et al., 1984; Sarnthein et al., 1982; Chiapello et al., 1997). Las minas de arcilla de la región que suministran material a la industria cerámica tienen una composición similar.

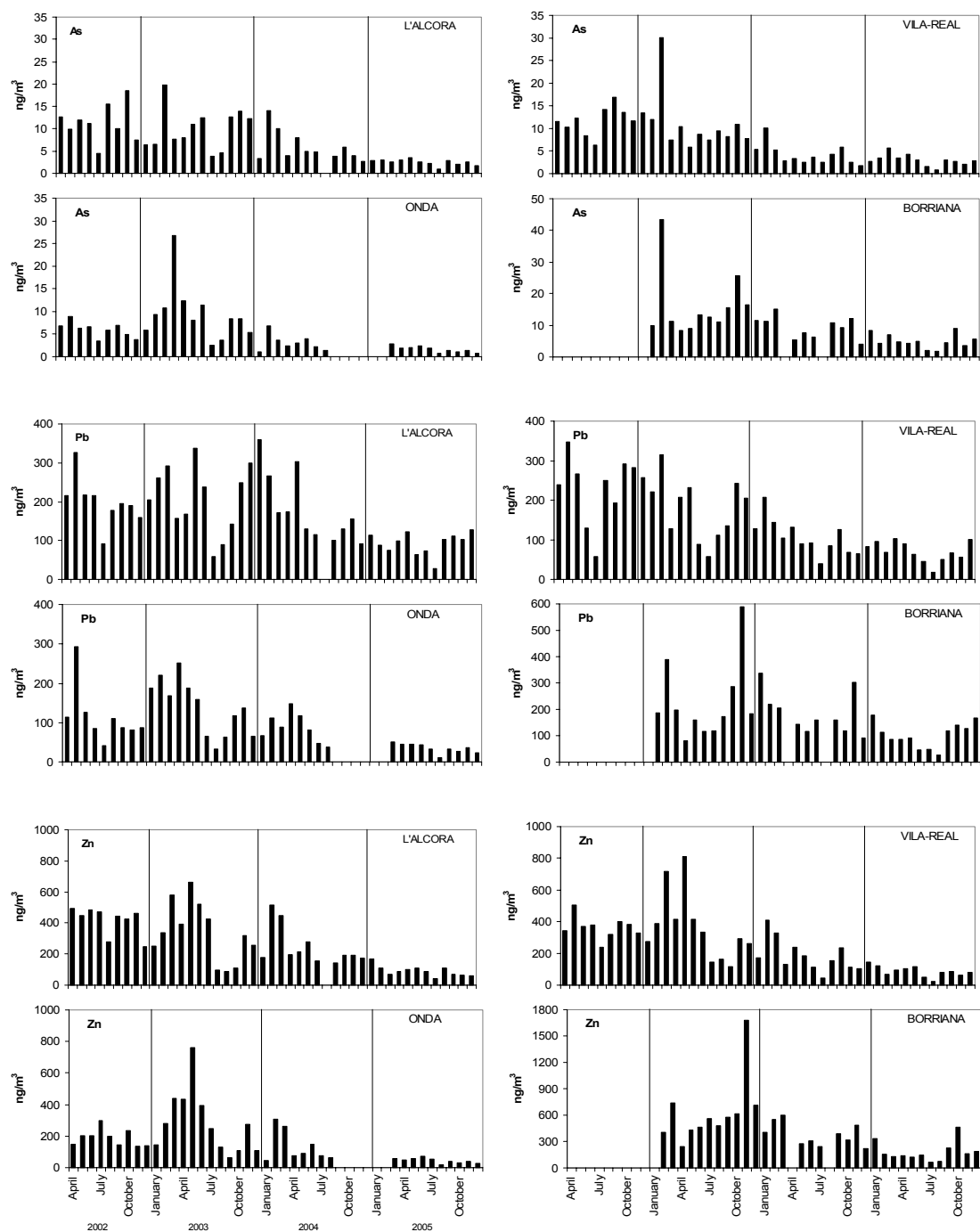


Figura 6.14. Medias mensuales de As, Pb y Zn en L'Alcora, Vila-real, Onda y Borriana en el periodo de estudio.

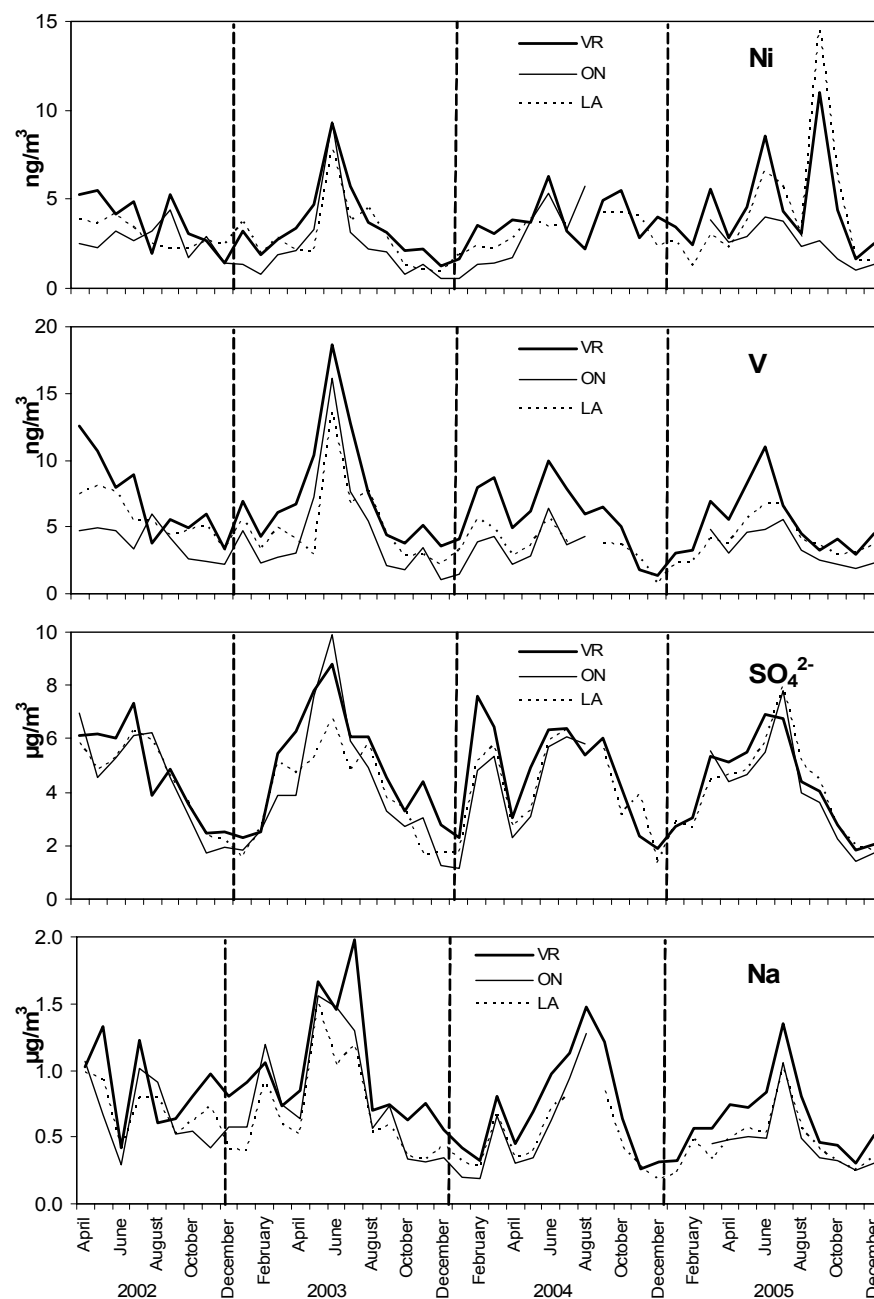


Figura 6.15. Niveles medios mensuales de Ni, V, SO_4^{2-} y Na en VR (Vila-real), ON (Onda) y LA (L'Alcora) en el periodo de estudio.

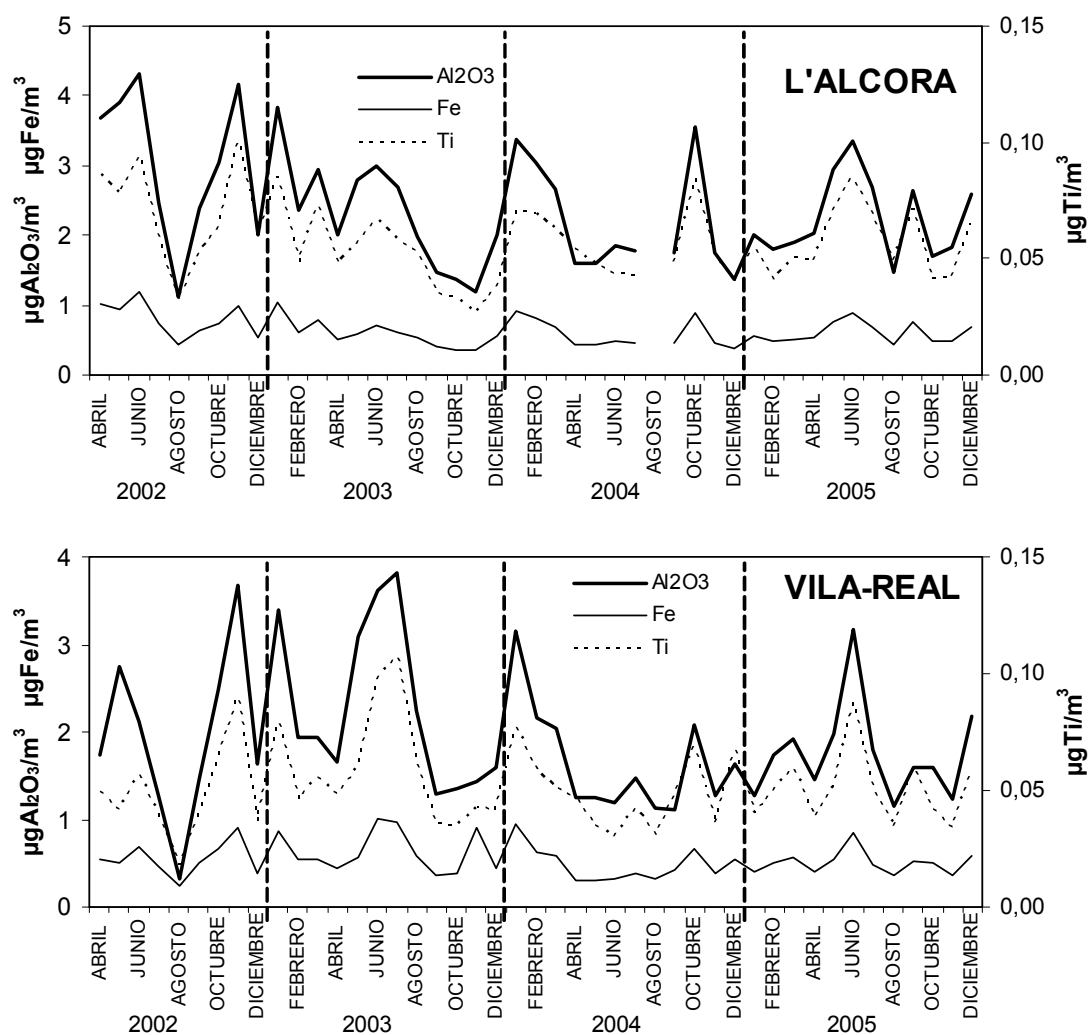


Figura 6.16. Medias mensuales de Al_2O_3 , Fe y Ti en L'Alcorta y Vila-real en el periodo de estudio.

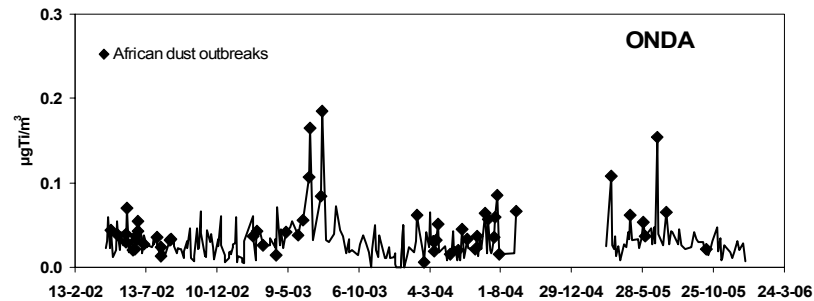
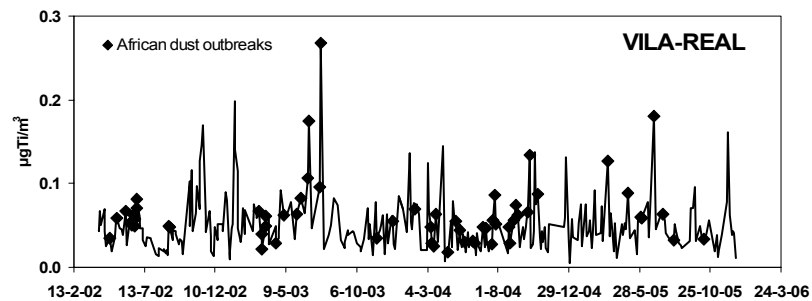
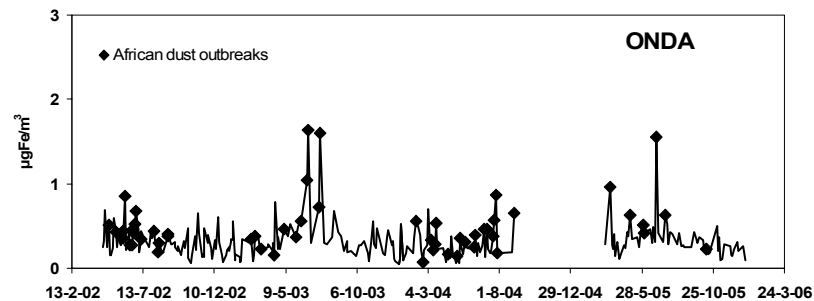
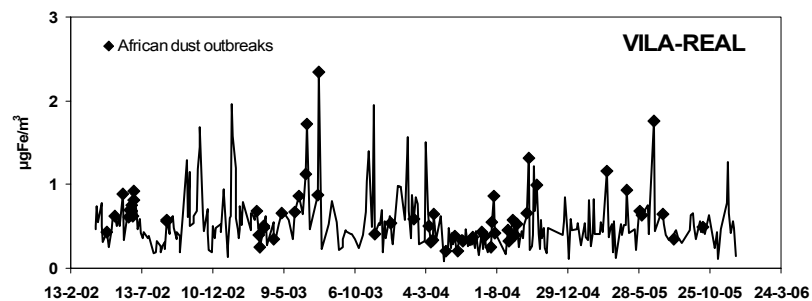
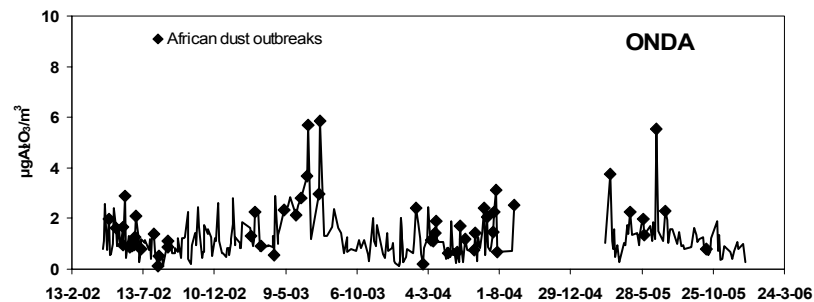
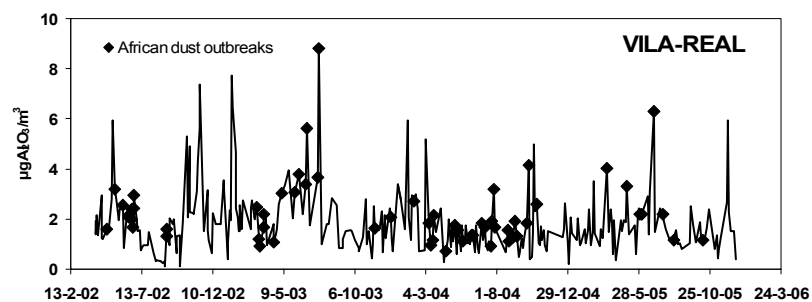


Figura 6.17. Niveles diarios de componentes crustales/minerales en PM₁₀ en Vila-real y Onda.

C) Identificación de fuentes de emisión de elementos traza

El análisis de componentes principales realizado con las series de datos de niveles de todos los componentes de PM dio como resultado la identificación de 5 factores comunes en todas las estaciones, como se ha indicado previamente. Los elementos traza asociados a cada factor se muestran en la Tabla 6.15. Se ha realizado la contribución de fuentes cuantitativa para varios elementos, identificando así qué fuentes lo emiten en mayor medida, contribuyendo a incrementar sus niveles en aire ambiente (Figura 6.18). Se observa que el As, Pb y Zn son principalmente aportados por la fuente industrial 1 (asociada a fritas), así se explica su descenso paralelo a la implantación de medidas correctoras en las instalaciones de fusión de fritas. El Talio también es aportado en gran medida por esta fuente, aunque debe tener influencia de otras fuentes, puesto que sus niveles no descienden de manera tan marcada como los de As, Pb y Zn. Por el contrario, el Zr procede de una mezcla de varias fuentes emisoras, como se ha indicado anteriormente se puede atribuir a la fabricación y/o uso de alguna frita con alto contenido en zirconio o de otros productos que pueden contener compuestos de circonio (pigmentos, atomizados o esmaltes) o al propio procesamiento de minerales de circonio.

Se han detectado episodios durante los que se registraron concentraciones un orden de magnitud superiores a las habituales de Cd y Se (enero-febrero 2004, mayo 2004 y mayo-junio 2005, Figura 6.19), y Ce (LA, Figura 6.20). Durante los episodios de Ce, el resto de tierras raras se registraron en las concentraciones bajas habituales (Figura 6.20) y el ratio Ce/La alcanzó valores de hasta 66 (en masa), mucho más elevado que el ratio habitual en los materiales de la corteza terrestre (cerca de 2, Taylor and McLennan, 1985). Estos episodios, registrados sólo en algunas estaciones y no en todas, indican que estos elementos traza proceden de fuentes muy específicas y discontinuas. Concretamente, las fuentes se podrían identificar como instalaciones de uso o fabricación de distintos tipos de pigmentos o actividades de incineración de residuos no controladas (plásticos, pinturas, etc.) que puedan contener estos metales. En el caso de los episodios de Cd y Se, la variación espacial de los niveles indica que la (o las) fuente (s) principal (es) que los ha (n) causado debería (n) de encontrarse en el norte y noroeste de la ciudad.

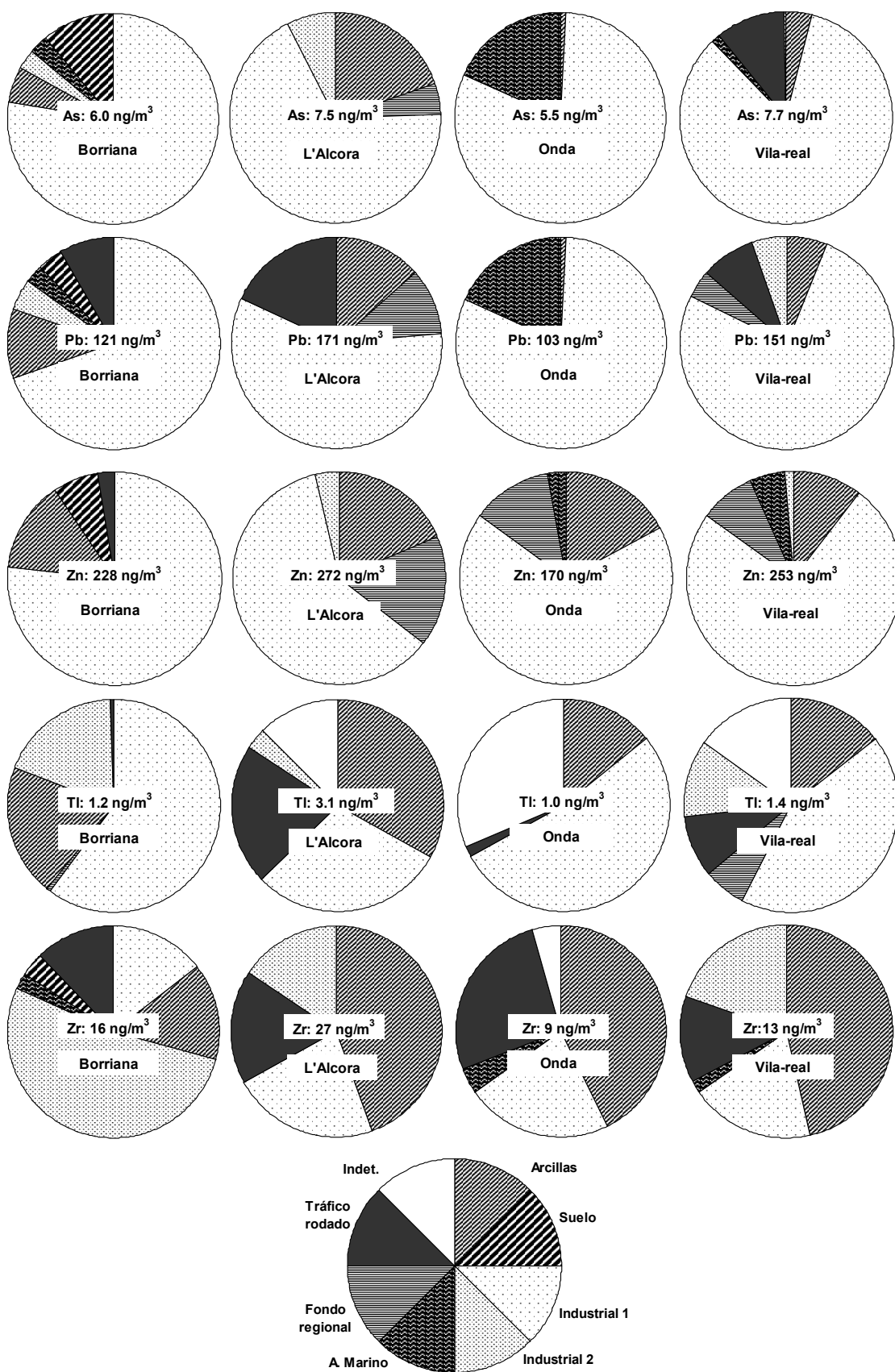


Figura 6.18. Contribución de fuentes por elementos.

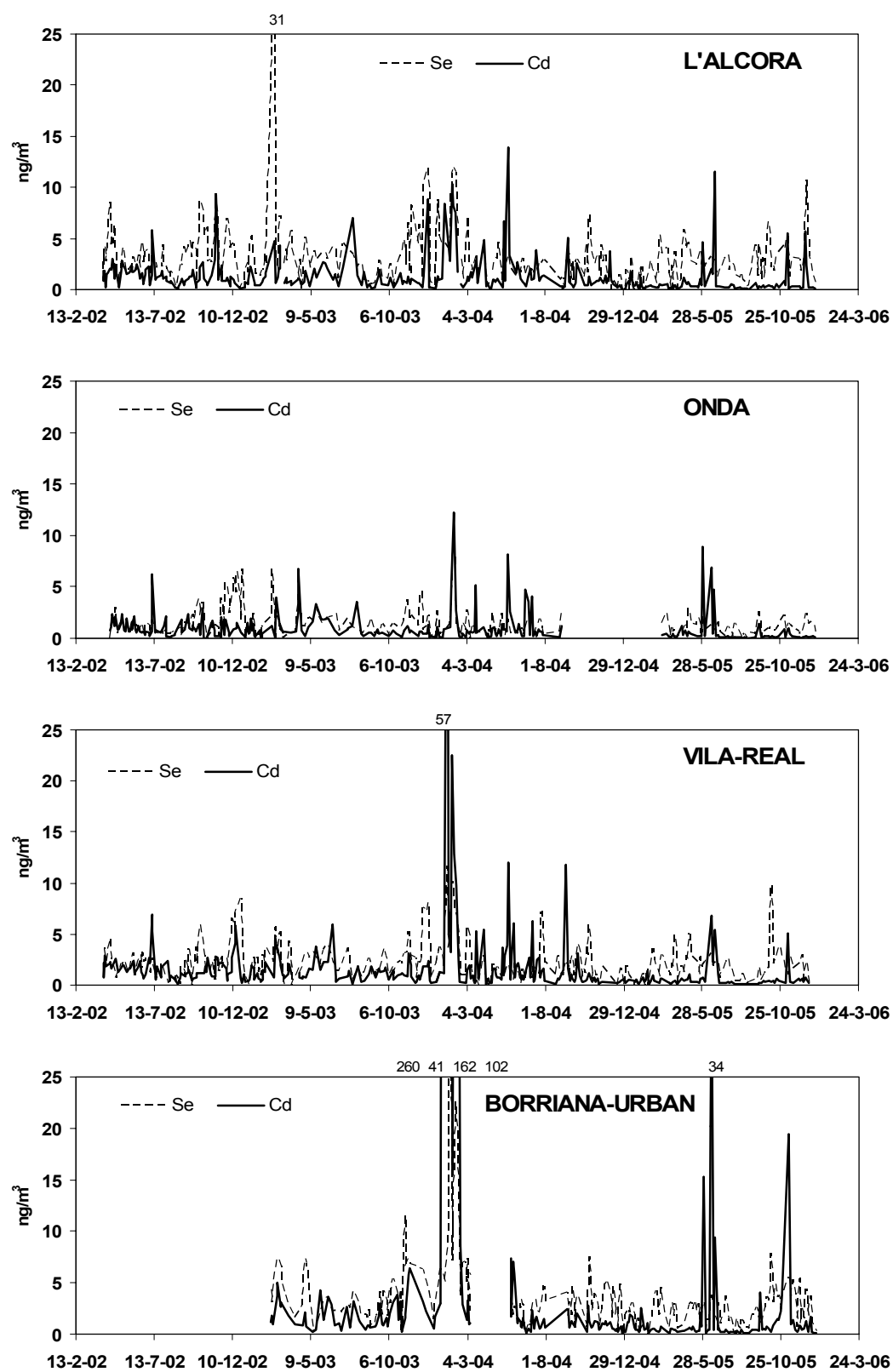


Figura 6.19. Niveles diarios de Se y Cd en PM₁₀ en Onda, Vila-real, L'Alcora y Borriana para 2002-2005.

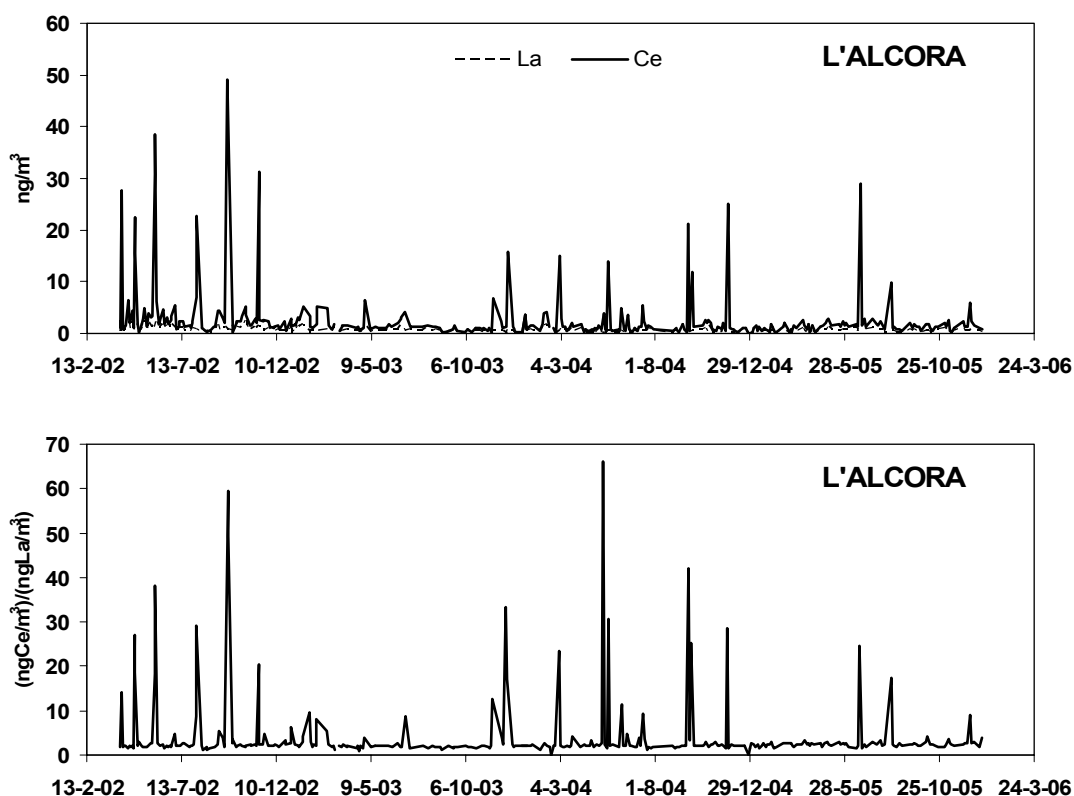


Figura 6.20. Niveles diarios de Ce y La en PM_{10} en L'Alcora y ratios Ce/La (en masa) para el periodo de estudio.

D) Conclusiones y recomendaciones sobre metales

Se ha observado una tendencia decreciente en los niveles de la mayoría de los elementos traza desde finales de 2003, especialmente para As, Pb y Zn, que están asociados principalmente a la fabricación y uso de componentes de esmaltes cerámicos. Esta tendencia puede atribuirse a la progresiva implantación de sistemas de depuración en las industrias cerámicas (principalmente en las instalaciones de fusión de fritas) para cumplir los requisitos de la IPPC. Al final del periodo de estudio, los elementos con valores límite u objetivo se encuentran en concentraciones que cumplen los requisitos para 2013 (2005 para Pb).

Los niveles de Li, Sc, Co, Zn, As, Se, Rb, Zr, Cd, Cs, Ce, Tl y Pb para 2005 son superiores a los habituales en zonas urbanas. Las altas concentraciones de algunos de estos elementos, como Se, Cd y Ce se deben a episodios esporádicos que afectan a lugares determinados, pero no se registra un aumento general y constante de los niveles en todas las estaciones. Los elevados niveles de Rb y Co se deben a su presencia como elementos traza en minerales arcillosos y feldespatos. Por tanto, Zr, Zn, Pb, Tl y As pueden ser considerados como trazadores mayoritarios de las emisiones cerámicas en el área y periodo de estudio. Como demuestra la tendencia a disminuir de los niveles de estos elementos, su emisión se reduce al implantar sistemas de depuración de PM. Además, dado que el As no se requiere en la composición de los esmaltes utilizados actualmente, este elemento podría eliminarse

de esta lista si se suprime el uso de las materias primas que lo contienen como impureza.

Ni, V y sulfato muestran un claro patrón estacional con máximos en verano y mínimos en invierno, OM+EC muestran el comportamiento opuesto, mientras que para la mayoría de elementos minerales no se ha observado ningún patrón estacional. Estas variaciones se pueden explicar por la dinámica atmosférica y la localización de las fuentes de emisión.

Los componentes minerales como Al, Fe, K y Ca no muestran una tendencia temporal clara a lo largo del periodo de estudio, excepto en una estación, donde se observa una ligera tendencia a disminuir. Algunos incrementos en los niveles de materia mineral coinciden con episodios africanos.

Aunque se evidencia un marcado descenso de los niveles de As, Zn y Pb, entre otros elementos desde finales de 2003, pero sobretudo en 2005, y aunque ya se cumplan los niveles objetivo marcados por la Directiva 2004/107/CE para 2013, en las estaciones de medida, hay que remarcar que en algunas de ellas los niveles alcanzados para As son próximos al objetivo y por tanto este parámetro se ha de tener en cuenta en la mejora de la calidad del aire de la zona.

Además, se han registrado episodios esporádicos de Cd y Ni localizados en tiempo y espacio que en el caso del primer elemento han llevado a superar los niveles objetivo para 2013 de la CE.

La Figura 6.21 muestra la comparación de los niveles de elementos traza registrados comúnmente en zonas urbanas españolas, con el rango registrado para cada elemento en la zona cerámica de Castelló. De esta comparación se concluye que los niveles de Zn, Pb, Zr, As, Cd y Tl presentan niveles marcadamente superiores en la zona cerámica y deberían de tenerse en cuenta en los planes y programas para mejorar la calidad del aire en la zona cerámica. Algunos de estos elementos presentan concentraciones hasta 5 y 10 veces superiores respecto a los niveles registrados en ambientes urbanos de España.

Basándonos en los resultados expuestos en lo referente a niveles de elementos traza determinados en la zona cerámica, y su comparación con los niveles objetivo y límite de las directivas de calidad del aire de la CE, así como con los rangos de concentración obtenidos para 28 estaciones de calidad del aire de España, se proponen los niveles meta expuestos en la Tabla 6.18. Estos niveles son inferiores a los valores objetivo o límite de las directivas de calidad del aire y son los que se pretenden alcanzar, pues son los esperables en zonas urbanas. Para alcanzar los objetivos planteados se recomienda tomar las medidas expuestas en el apartado 7.3 en lo referente a emisiones canalizadas de la fabricación y uso de componentes de esmaltes. Se ha de resaltar que en 2006, una gran proporción (próxima al 95%) de unidades industriales de este sector ya se han equipado con tecnología apropiada para la reducción de emisiones de

partículas. Ello se ha reflejado en un descenso notable de los niveles de Zn, Pb y As, hasta casi alcanzar los valores meta planteados. Por tanto en este sentido se recomienda asegurar que todas las unidades industriales de este sector estén equipadas con tecnología para la reducción de emisiones y mantener una vigilancia continuada de las mismas para asegurar su correcto funcionamiento.

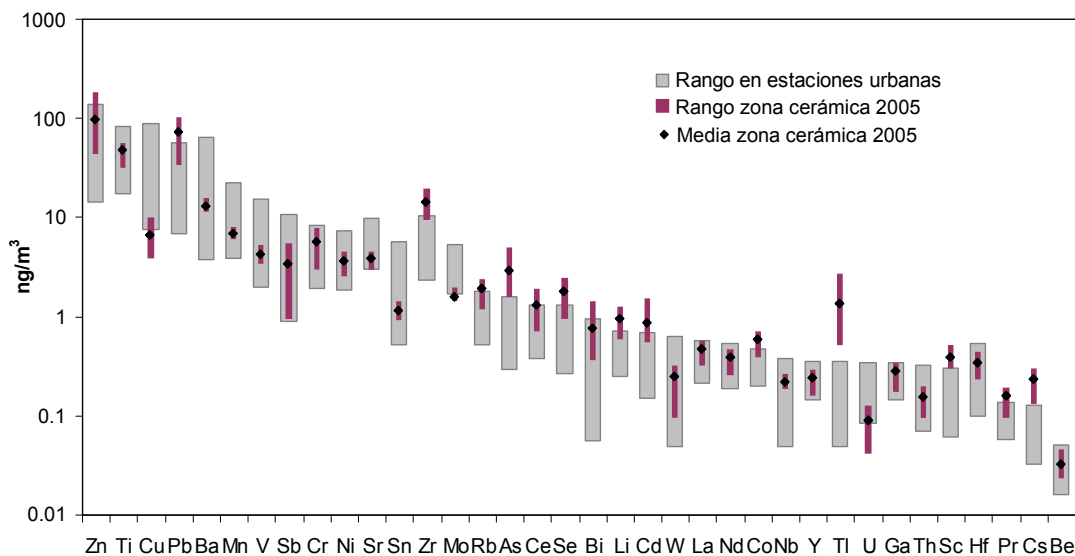


Figura 6.21. Comparación de los niveles de elementos traza registrados comúnmente en zonas urbanas españolas, con el rango registrado para cada elemento en la zona cerámica de Castelló

Tabla 6.18. Niveles de elementos traza determinados en la zona cerámica, comparación con los niveles objetivo y límite de las directivas de calidad del aire de la CE y con los rangos de concentración obtenidos para 28 estaciones de calidad del aire. Se proponen los niveles meta expuestos.

Valores objetivo/Límite legislación		Zona cerámica 2005	Zonas urbanas España	Niveles meta propuestos
As	6ng/m ³	2-5ng/m ³	0.3-1.5ng/m ³	2ng/m ³
Ni	20 ng/m ³	3-4ng/m ³	2-7ng/m ³	5ng/m ³
Cd	5 ng/m ³	0.5-1.5ng/m ³	0.3-0.7ng/m ³	1ng/m ³
Pb	500 ng/m ³	35-105ng/m ³	7-57ng/m ³	80ng/m ³
Zn	(sin legislación)	45-185ng/m ³	14-100ng/m ³	100ng/m ³
Zr	(sin legislación)	10-20ng/m ³	2-10ng/m ³	15ng/m ³
Tl	(sin legislación)	1-3ng/m ³	0.1-0.4ng/m ³	1ng/m ³

6.2.3. NO_x

La estación de vigilancia y control de la contaminación que registra superaciones del valor límite anual que quedarán fijados en la futura normativa de calidad del aire es la estación de Castelló. Esta estación está muy influenciada por las emisiones del tráfico rodado y por tanto las actuaciones para mejorar la calidad ambiental en lo referente a este parámetro deben orientarse al tráfico. Hay que remarcar además que en L'Alcora, Borriana, y Almassora se denota una cierta tendencia a incrementar progresivamente las medias anuales de NO_x entre 2003 y 2005, hasta valores muy próximos al valor límite anual para 2010 de 40 µgNO₂/m³ (L'Alcora 38 µgNO₂/m³ en 2005). Los niveles superiores registrados en Almassora (fondo regional con 38 µgNO₂/m³ en 2005, y L'Alcora con 34 µgNO₂/m³ en 2005) respecto a otras estaciones hacen suponer que además del tráfico, las emisiones de la central térmica y fabricación de fritas pueden contribuir a incrementar los niveles de NO₂ en la zona de estudio. El incremento marcado de NO_x en algunas estaciones poco influenciadas por el tráfico, la variación horaria de los niveles de Borriana (máximos nocturnos) en invierno y máximo a medio día en verano, y la rosa de vientos de las concentraciones horarias de NO₂ (Figura 6.22 y Figura 6.23) indican que probablemente las emisiones industriales de NO_x, y las de la central térmica en verano, son la causa principal de que en las estaciones de fondo regional se alcancen niveles de NO_x muy próximos a los alcanzados en estaciones de tráfico intenso.

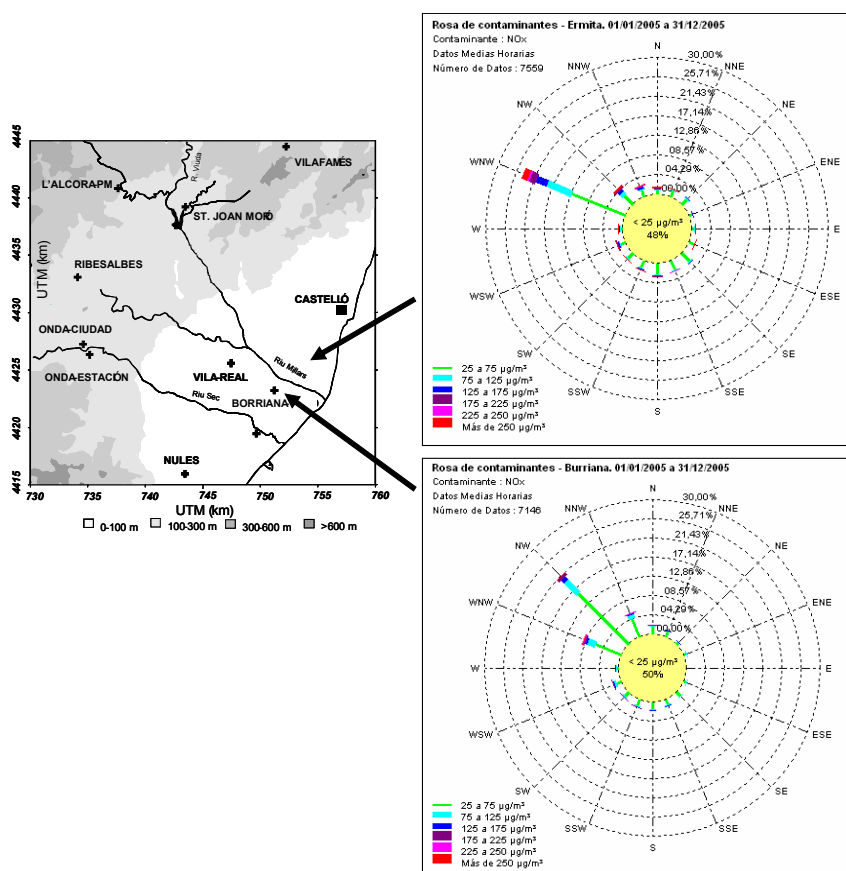


Figura 6.22. Rosa de vientos de las concentraciones horarias de NO₂ para 2005 en Ermita y Borriana.

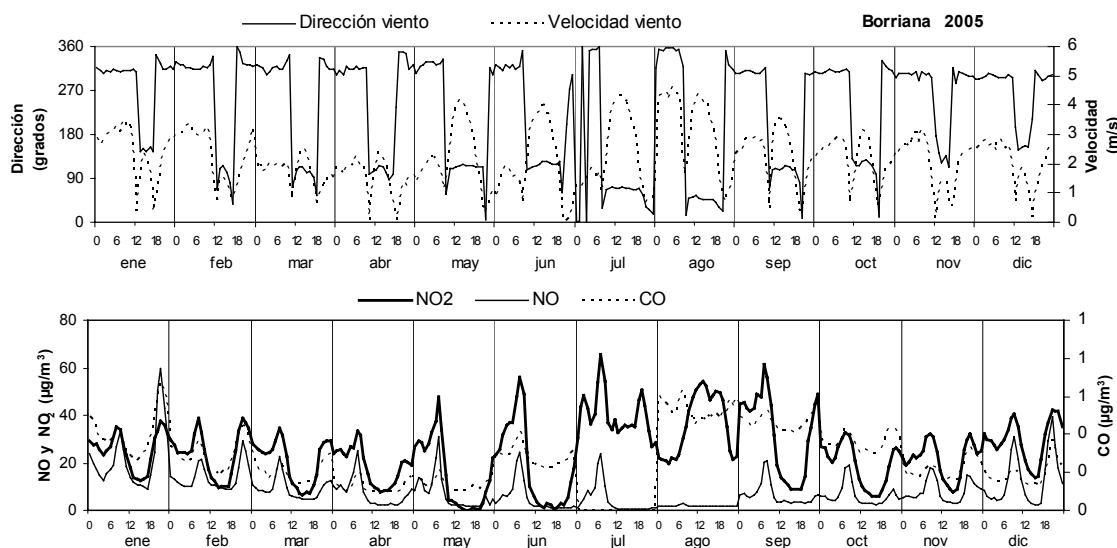
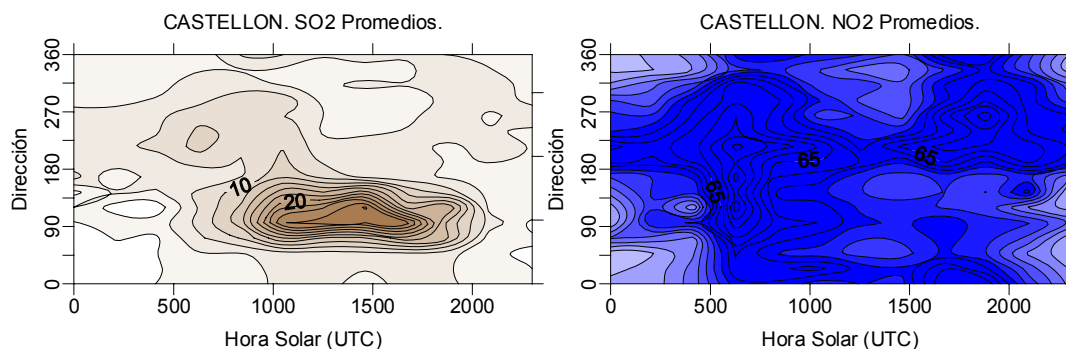


Figura 6.23. Medias horarias mensuales de niveles de CO, NO, NO₂ y dirección y velocidad de viento en Borriana.

Con el fin de valorar la contribución de focos importantes como son el complejo refinero y de producción eléctrica situado al sur del puerto de Castelló, se han realizado las estimaciones que se presentan en las Figura 6.24 y Figura 6.25. Dichas estimaciones se han realizado sobre los valores medios horarios durante los periodos de medida que aparecen en la Tabla 3.1. Si se compara la influencia en la inmisión de dióxido de azufre en tres estaciones, cuyo origen procede básicamente del complejo refinero y de producción eléctrica, se aprecia que están fuertemente ligados a la dirección de transporte del viento. Así, Ermita y Castelló, situadas en línea aproximadamente (esta última más alejada), reciben concentraciones para circulaciones de levante (debidas a la brisa diurna), con diferente grado de dispersión, en función de esta distancia; Grau, situada aproximadamente al norte de las instalaciones, recibe impactos en situaciones de circulación del sur, y de menor intensidad en promedio (situaciones mucho menos frecuentes) (Figura 6.23).



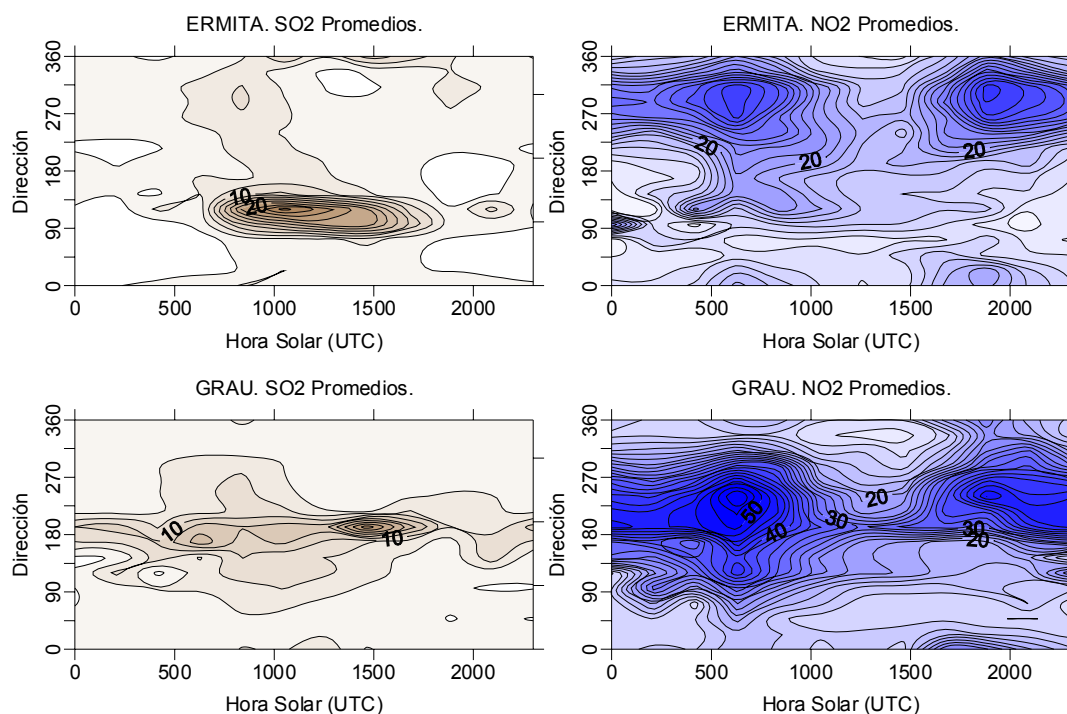


Figura 6.24. Valores promedios horarios de SO₂ y NO₂ en el emplazamiento de Castelló, Ermita y Grau.

Si se comparan las distribuciones de dióxido de nitrógeno para las mismas estaciones, se ve que no siguen patrones similares, sino más bien complementarios. En estos casos, el aporte del tráfico resulta el factor fundamental. En el casco urbano de Castelló las concentraciones son elevadas a casi todas horas y en cualquier dirección del viento, si bien aparecen los máximos característicos del ciclo diario de actividad humana: las horas matutinas y, en menor medida, las vespertinas.

Los mismos máximos se manifiestan en las estaciones de Ermita y Grau, aunque en este caso ligados a una circulación más definida e influenciada por las características del emplazamiento (en general se reducen las emisiones en condiciones de flujo del mar) (Figura 6.24). Equivalentemente las estaciones de L'Alcora, Borriana y Almassora presentan un gran paralelismo a las anteriores, con las necesarias diferencias en los niveles (Figura 6.25). Si se contrastan con los patrones de inmisión de SO₂, en éstas últimas los máximos de concentración están asociados a la actividad que se inicia a primeras horas y con un patrón que no depende de la dirección del viento, esto puede explicarse por la intensificación a primeras horas de la mezcla vertical y fumigación de los niveles altos debido al aumento de la turbulencia térmica, mientras que en Castelló, Ermita y Grau la influencia en las inmisiones está ligada al transporte directo desde los focos, siendo evidente por la dirección dónde se observan. Por otro lado, estas estaciones vuelven a tener el mismo patrón de impacto de NO₂ asociado a las horas de tráfico intenso, incrementados por los niveles de fondo.

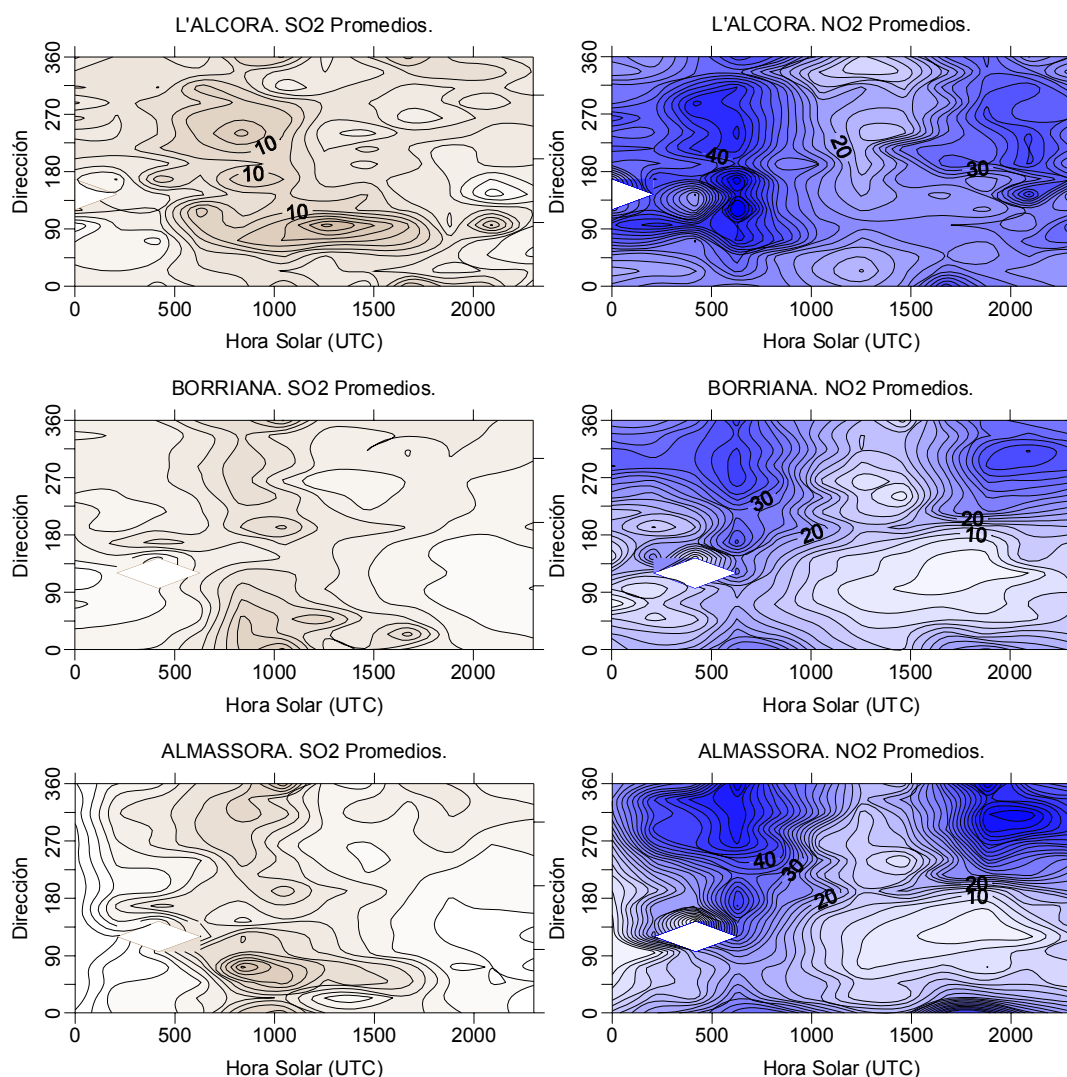


Figura 6.25. Valores promedios horarios de SO₂ y NO₂ en el emplazamiento de L'Alcora, Borriana y Almassora.

Se ha de resaltar que la superación del valor límite anual en estaciones de tráfico de zonas urbanas densamente pobladas es frecuente en España y en el resto de Europa. Este parámetro es bastante estricto. Basándonos en las concentraciones de NO₂ registradas en otras zonas urbanas de España de dimensiones similares a las del área de estudio, se propone un nivel meta de 30 µgNO₂/m³ como media anual.

6.2.4. O₃

Especial atención requeriría la contaminación fotoquímica en tanto que presenta la dificultad adicional, frente a la de origen primario, de que el mayor impacto se produce frecuentemente alejado de las zonas de emisión de los compuestos precursores, dependiendo además fuertemente de las condiciones meteorológicas, no solamente desde el aspecto exclusivamente dispersivo, sino por la posibilidad adicional de transporte de masas aéreas ya envejecidas, que estimulan la reactividad

local de las emisiones frescas; es por ello que resulta más difícil establecer una relación causa efecto entre emisiones (de especies precursoras) y niveles de inmisión.

Los factores ambientales que propician la formación de ozono troposférico están asociados en gran medida a la ocurrencia de condiciones de estabilidad atmosférica, elevada insolación, escasa ventilación, etc, situaciones que se repiten con frecuencia en toda la cuenca mediterránea occidental bajo la persistencia de las altas presiones estivales. Ello da lugar al desarrollo y potenciación de circulaciones locales, favorecidas por la disposición orográfica y los grandes corredores hidrológicos.

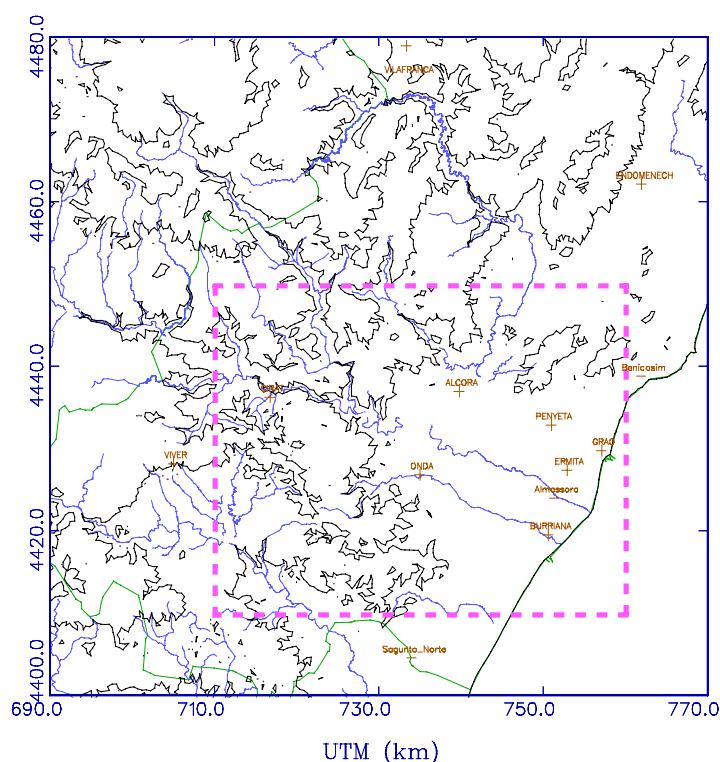


Figura 6.26. Área ampliada de la ventana de interés y situación de las cabinas de la red valenciana de vigilancia.

Bajo estas condiciones meteorológicas se desarrollan ventajosamente circulaciones mesoescalares (característicos ciclos de brisa de mar y montaña), que penetran desde la costa hacia el interior montañoso, apoyándose sobre los principales accidentes orográficos. Esta circulación tiene continuidad en las capas altas, donde parte de las emisiones son transportadas hacia niveles superiores en la zona de convergencia del flujo que se forma como consecuencia del frente de brisa (favorecido en presencia de un viento general predominante del oeste, situación habitual en estas latitudes) a lo que hay que añadir el forzamiento orográfico, resultando transportadas con frecuencia de nuevo hacia la costa con el flujo de retorno

En este entorno, resultan pues habituales los procesos de recirculación, que dan lugar a la formación de estratos envejecidos ricos en ozono (y otras especies

químicas, componentes del ciclo fotoquímico). Para la consideración de la contaminación fotoquímica se ha ampliado el área de atención inicial a una ventana más extensa (tal y como se presenta en la Figura 6.26).

Dentro de este circuito el ozono presenta ciclos específicos y característicos a nivel superficial dependiendo de la posición de la estación de medidas en este escenario. La medida en continuo de las concentraciones de ozono en las diferentes estaciones de la red de vigilancia de la Comunidad Valenciana en la zona seleccionada muestran esta característica onda diurna del ozono, con un comportamiento bien diferenciado dependiendo de las peculiaridades orográficas de cada emplazamiento.

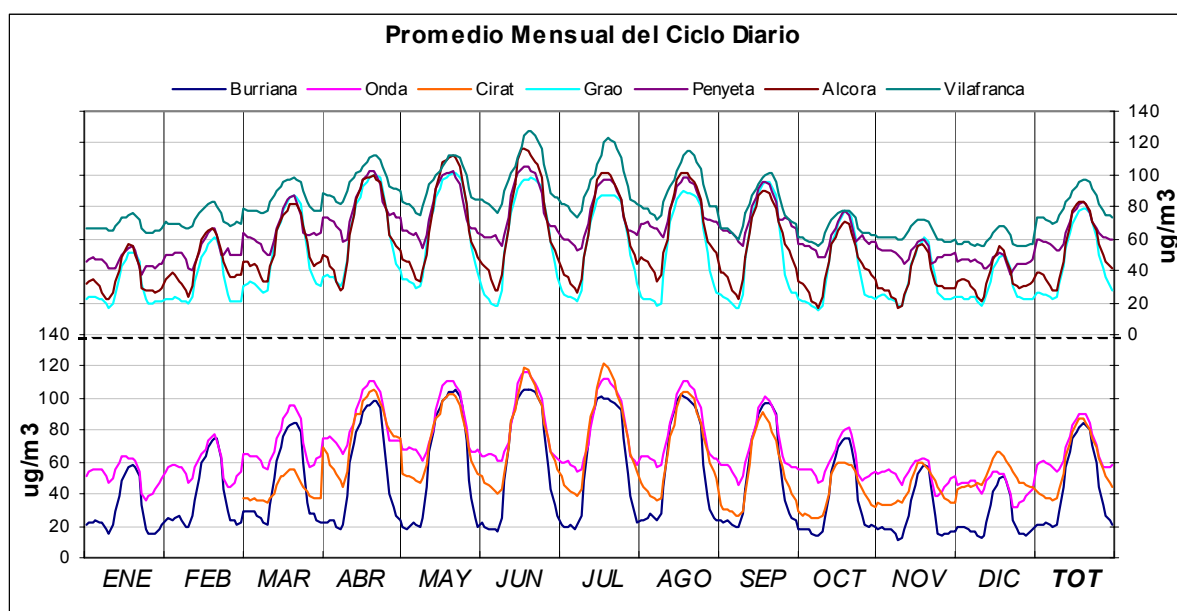


Figura 6.27. Variación mensual de los ciclos diarios promedios de ozono en varias estaciones de la RVCCA.

En la Figura 6.27 se muestran la evolución mensual del promedio diario para diferentes estaciones de la red situadas en el entorno de la zona de interés, que participan de características orográficas bien diferenciadas. Las estimaciones se han realizado sobre valores medios horarios durante el periodo completo 2000 a 2005, presentándose al final de la secuencia la onda diaria promedio para el periodo completo. De acuerdo al plano de situación, se pueden considerar las estaciones a lo largo de dos transectos espaciales, que seguirían respectivamente las cuencas de los ríos Mijares y Rambla de la Viuda. Borriana, Onda y Cirat definirían el primero de ellos, mientras que Grau, Penyeta, Alcora y continuando hacia Vilafranca, formarían parte del segundo. La figura resulta muy ilustrativa sobre la presencia de una marcada onda diurna en todas las estaciones, que resulta especialmente intensa en verano, mientras que se amortiguan considerablemente durante el periodo invernal. Todas las estaciones quedan dentro de la circulación diurna durante los meses estivales, apreciándose pequeñas diferencias en los máximos entre estaciones costeras e

interiores, excepto en la de Vilafranca que, incluida a modo de ejemplo pese a quedar fuera de la zona de interés, donde la producción neta de ozono resulta relevante y diferenciadora respecto a las restantes. Esta producción fotoquímica a partir de las emisiones (fundamentalmente litorales) determina un incremento neto de los máximos diurnos entre las estaciones Borriana-Onda-Cirat y Grau-Penyeta-Alcora (patente en los meses de verano), pero mucho más marcado en Vilafranca, situada también en la línea de transporte de las circulaciones costeras (a través de la rambla de la Viuda). Esta diferencia en las concentraciones pico de esta última estación se debe a que las especies químicas emitidas han tenido mayor tiempo de transformación a lo largo del recorrido desde la costa. También se aprecia el diferente tipo de comportamiento de los niveles nocturnos, que decrecen considerablemente en las estaciones costeras y menos en las más interiores. Dos factores influyen en este registro: la proximidad a la costa y la altura del emplazamiento. Bajo la circulación nocturna característica de los ciclos mesoescalares se invierte el sentido del flujo, que lo hace ahora de tierra hacia el mar, si bien con un menor desarrollo. La posibilidad de que sobre el emplazamiento circule aire con emisiones urbanas o industriales recientes, consumidoras de ozono (en ausencia de producción solar) aumenta cuanto más próximas a la costa se sitúen o más centradas en el fondo del valle (si bien este esquema puede verse afectado por la presencia de núcleos urbanos/industriales próximos). En este sentido, Onda presenta aire más limpio durante la noche que Cirat o Borriana, lo que parecería indicar que, como muestra el análisis de la dinámica atmosférica en dicho punto, la estación queda bajo la circulación de derrame que fluye desde las cuencas subsidiarias de la vertiente al sur del emplazamiento, desacoplándose en cierto sentido del valle principal del Mijares.

En los meses invernales la altura de la estación marca una diferencia fundamental, y mientras Penyeta, Grau y Alcora puede decirse que quedan bajo la misma masa aérea durante el día, se producen fuertes gradientes nocturnos, siendo especialmente relevante en la estación de Vilafranca, que permanece en gran medida desacoplada de la circulación de aquellas, registrando niveles de ozono sensiblemente superiores, característicos de los estratos atmosféricos de más altura.

En este panorama no parece haber una gran diferencia en las concentraciones de ozono de la masa aérea en el entorno del área de estudio (el contraste se muestra por comparación con la estación de Vilafranca, donde sí pueden resultar estimulados los niveles debido a la emisión de precursores en la zona cerámica), más allá de las determinadas por las peculiaridades orográficas de cada emplazamiento en relación a la propia dinámica a la que se encuentra sometido. Una revisión del cumplimiento normativo de las estaciones del entorno, respecto a los actuales valores límite legislados de protección a la salud e información a la población, para el mismo intervalo de seis años, se presenta en la Tabla 6.19 (se han incluido también las estaciones del norte de la Comunidad, representativas de estaciones de altura, como punto de contraste).

Tabla 6.19. Cumplimiento normativo de las concentraciones de ozono en distintas estaciones de la RVVCCA.

ESTACIÓN	Superaciones del valor objetivo de protección de salud 120 µg/m ³ (máx de medias octohorarias del día)							Superaciones del umbral de información 180 µg/m ³ (Promedio horario)						
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	MED	2000	2001	2002	2003	2004	2005	SUMA
Zorita	40	65	40	54	29	34	44	0	0	0	1	0	0	1
Coratxar	90	79	36	62	36	46	58	0	0	0	0	0	0	0
Morella	97	87	56	72	72	80	77	0	0	0	0	0	0	0
Vilafranca	33	84	56	70	39	71	59	0	7	4	4	2	0	17
Cirat				5	0	34	13				0	0	0	0
Vivers				9	0	34	14				0	0	0	0
Endomenech				2	0	14	5				0	0	0	0
Alcora				17	16	31	21				0	0	0	0
Onda	45	58	47	24	19	25	36	0	1	0	0	0	0	1
Penyeta	11	34	12	12	18	13	17	0	1	0	0	1	0	2
Grau	3	1	21	20	13	8	11	0	0	2	0	0	1	3
Ermita	0	5	2	2	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0
Borriana				41	11	8	20				0	0	0	0

El primero de los valores objetivo considerado (protección a la salud, 120 µg/m³), establecido en términos de máximo diario de las medidas móviles octohorarias, se supera claramente con más frecuencia en las estaciones más elevadas e interiores, disminuyendo radicalmente en estaciones situadas bajo la influencia de emisiones próximas, destructoras netas de ozono. Se trata de un valor promediado sobre ocho horas, por lo que penaliza aquellos emplazamientos que se encuentran sometidos a niveles sostenidos a lo largo del tiempo, aunque presenten una onda diurna menos marcada.

Como se comentó, son las cabinas ubicadas en entornos de altura, que miden durante buena parte del tiempo en el seno de la circulación no perturbada por los flujos locales, las que presentan superaciones más elevadas. En la tabla son las cuatro estaciones superiores las que presentan precisamente estas características, mientras que en el resto no se supera el límite de un máximo de 25 superaciones anuales como promedio de los tres últimos.

Por el contrario, el umbral de información a la población (180 µg/m³ como máximo diario de los promedios horarios), vigila precisamente la ocurrencia de picos intensos de concentración, aunque sean de corta duración. En este caso, resulta la estación de Vilafranca la más sensible a este comportamiento. En este caso son los emplazamientos situados a sotavento de los grandes centros de actividad humana, emisores de grandes cantidades de precursores, pero situados a suficiente distancia de aquellos como para permitir que se alcance el máximo de producción fotoquímica en el proceso de transporte de dicha masas contaminadas. No obstante, ocasionalmente pueden registrarse superaciones de este umbral en cualquier emplazamiento, resultado del proceso de recirculación de estratos enriquecidos en

ozono o transporte desde otras regiones, aunque suelen ser episodios de muy corta duración.

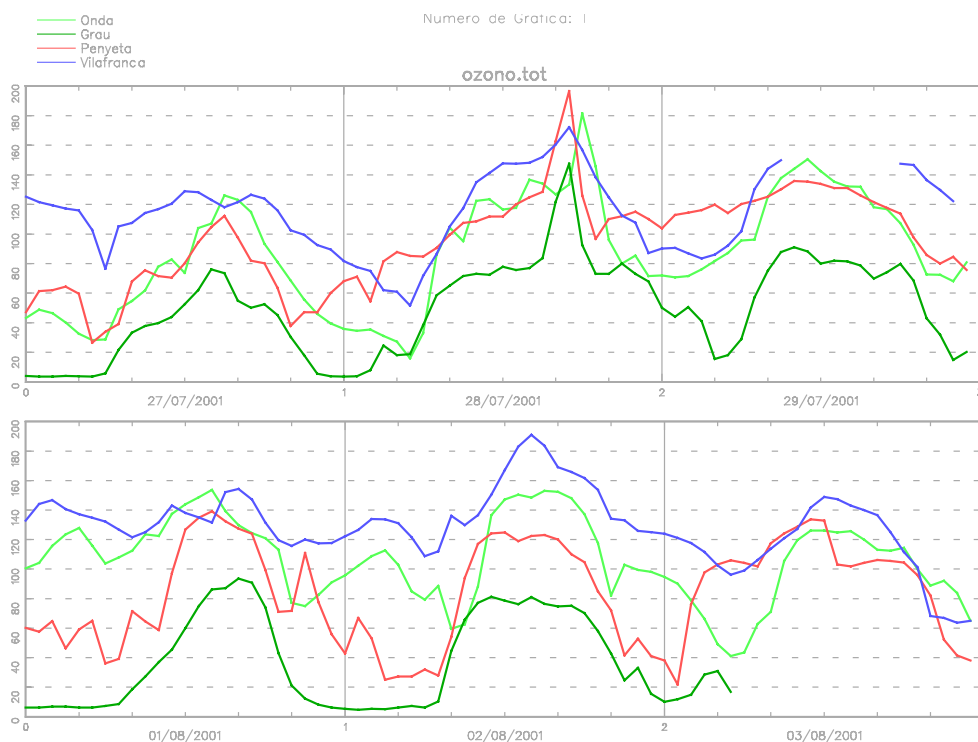


Figura 6.28. Ejemplo de evolución de los niveles de ozono en varias estaciones bajo un episodio elevada concentración.

En la Figura 6.28 se muestran dos episodios de superación del nivel de información a la población, para los días 28 de julio y 2 de agosto de 2001, en las estaciones de Onda, Grau, Penyeta y Vilafranca respectivamente, donde se pone de manifiesto este carácter puntual de este tipo de comportamiento. Estas superaciones del umbral normativo no son muy frecuentes en la Comunidad, y en muy raras ocasiones persisten más allá de una o dos horas, con valores tampoco muy importantes (también resultan escasos promedios horarios por encima de los 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

7. PROGRAMA DE ACCIÓN

En este apartado se describen las medidas a adoptar para conseguir una mejora de la calidad del aire en los parámetros evaluados en la zona objeto de estudio, separadas por actividades.

Este programa de acción se desprende de la evaluación exhaustiva de la calidad de aire de los últimos años y se estructura en una serie de actuaciones sectoriales cuya **aplicación debe realizarse de forma simultánea a corto y medio plazo (2009-2012)**. No obstante, para mayor claridad al final del presente capítulo las acciones propuestas se priorizan temporalmente en dos fases. La **primera fase** correspondería al periodo 2009-2010 y la **segunda fase** al periodo 2011-2012. Una vez llevadas a cabo las acciones que aquí se describen, serán de aplicación los indicadores de seguimiento establecidos en este Plan de Mejora, que se desarrollan con más detalle en el Apartado 8.4 del presente documento.

7.1. Introducción a las Mejores Técnicas Disponibles

El término *Mejores Técnicas Disponibles* (MTDs o BAT, del inglés Best Available Techniques) se utiliza en la Directiva 96/61/CE y la Ley 16/2002 (IPPC, siglas en inglés de Integration Prevention Pollution and Control) y hace referencia a las mejores técnicas ambientales, primarias o secundarias, disponibles y viables técnica y económicamente para reducir los impactos ambientales. Las técnicas consideradas como MTDs para los sectores afectados por la IPPC se detallan en unos documentos elaborados por el IPTS (Institute for Prospective Technological Studies) denominados documentos de referencia o BREF (BAT Reference Document). Existen algunos BREF que no se refieren a un sector concreto sino a una actividad (que se puede llevar a cabo en varios sectores) y son denominados BREF horizontales. En los BREF, además, se establecen los mínimos niveles de emisión alcanzables para distintas actividades asociados a la aplicación de las Mejores Técnicas Disponibles. La filosofía de aplicación de esta Directiva es que en las Autorizaciones a las actividades afectadas por la misma se tengan en cuenta dichas MTDs a la hora de su concesión, teniendo también en consideración las características locales de la instalación y del entorno.

Las MTDs se pueden clasificar en dos tipos:

- las que reducen las emisiones generadas en origen mediante la aplicación de buenas prácticas, modificando algunos parámetros del proceso o forma de operar;
- las que depuran las emisiones una vez han sido generadas y antes de ser emitidas a la atmósfera.

Cabe destacar que las MTDs y sus niveles de emisión asociados están definidos únicamente para las actividades afectadas por la IPPC. No obstante, en este

documento se utilizará el concepto de MTD para referirse en ocasiones a medidas a adoptar en otras actividades no contempladas en dicha Directiva.

A este respecto, cabe mencionar que La Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y vivienda, a través del Centro de Tecnologías Limpias, y en colaboración con el Instituto de Tecnología cerámica de la Universitat Jaume I, está elaborando una Guía de Mejores Tecnologías Disponibles (MTD's) para el sector cerámico, y ya está prevista la posterior elaboración de una Guía de MTD's para el sector de fritas cerámicas.

7.2. Medidas en actividades de fabricación de gránulo atomizado y baldosas cerámicas (B)

En el sector industrial de fabricación de baldosas cerámicas se han incluido las instalaciones de fabricación de gránulo atomizado, que pueden encontrarse en la misma planta que la de fabricación de baldosas (plantas de ciclo completo) o pueden estar ubicadas en instalaciones separadas; siendo este segundo caso bastante habitual en el sector cerámico de Castellón.

Para realizar los cálculos de este sector industrial se ha tomado como referencia la producción del último año disponible (2005) considerando que en la zona de estudio se fabrica alrededor del 90% de la producción española de baldosas cerámicas. Además, se ha estimado un incremento anual de un 3% durante el periodo 2008-2011, periodo en el que previsiblemente se implantarán las medidas propuestas en este Plan. De acuerdo con estos criterios, la producción que se toma como base de cálculo es la siguiente:

- Baldosas: 660 millones m²/año.
- Atomizado: 13 millones de toneladas de gránulo atomizado/año (considerando un consumo específico de materia prima de alrededor de 20 kg/m²).

Para simplificar los cálculos se supone que la fabricación se realiza en plantas de la misma producción nominal. Por tanto, el número de plantas teóricas suponiendo que todas son del mismo tamaño es:

- Baldosas: 200 plantas con una capacidad productiva de 10000 m²/d (lo que se traduce en unos 400 hornos con una capacidad productiva nominal de 5000 m²/d).
- Atomizado: 30 plantas con una capacidad productiva nominal de 9000 Tm/semana de gránulo atomizado (90 secaderos por atomización).

Aunque esta situación no es la real, se considera suficientemente aproximada para realizar los cálculos de estimación de inversiones ambientales en las medidas propuestas en el programa de actuación. En cualquier caso una planta real que

fabrique por ejemplo unos 40000 m²/d se podrá suponer equivalente a cuatro plantas como la considerada.

Los **VLE** se han expresado como concentración máxima permitida en la corriente de salida (mg/Nm³) en las **condiciones de referencia**, para que sean comparables independientemente del grado de dilución de los gases y de la temperatura de los mismos. Así, se han de expresar en condiciones normales (273 K, 101.3 kPa) y en gases de combustión referidos a un contenido en oxígeno de referencia de 18% en volumen.

7.2.1. Actuación B.1: emisiones difusas de partículas en el sector de baldosas cerámicas

Antecedentes: Breve descripción del problema

Dentro del sector cerámico, las empresas que presentan mayores problemas de emisiones difusas son las fabricantes de gránulo atomizado, debido a que necesitan grandes acopios de materias primas, pues el volumen de producción es muy elevado y algunas consumen materias primas sin homogeneizar.

En el caso de las empresas fabricantes de baldosas, cuando el ciclo de producción es completo (incluye la atomización), la problemática es similar a la comentada para fabricantes de polvo atomizado pero en menor escala, dado que los niveles de producción de estas empresas son menores porque el atomizado es únicamente para consumo propio.

También se debe prestar atención a las emisiones difusas en la gestión de los residuos sólidos pulverulentos (material recogido en los filtros de mangas, restos de piezas crudas, etc.).

Descripción de las medidas propuestas

Las medidas propuestas para la reducción de las emisiones difusas se han obtenido de la revisión del documento BREF sobre la industria cerámica (IPTS, 2006c), que en este apartado se remite al BREF horizontal sobre emisiones por almacenamiento “Emissions from Storage” (IPTS, 2006b).

En este documento se indica que las Mejores Técnicas Disponibles (MTDs) en **almacenamiento y manipulación de materiales pulverulentos** son, por orden de eficacia, las siguientes:

1. **Almacenamiento en instalaciones cerradas.** Se incluye el almacenamiento en **silos** de los materiales pulverulentos, con sistemas de carga y descarga del silo completamente cerrados y dotados de sistemas de aspiración en los puntos en los que pueda generarse polvo; o alternatively realizar todas las operaciones de almacenamiento y manipulación en **naves cerradas y en depresión** con filtración posterior del aire evacuado de estos locales.
2. Almacenamientos en instalaciones abiertas o al aire libre. Cuando no se puedan aplicar las medidas anteriores se realizará el almacenamiento al aire

libre de los materiales tomando una serie de medidas preventivas. Entre ellas destacan el almacenamiento en compartimentos o celdas formadas por muros de contención. Otras medidas a adoptar son: limitar la altura de montones, orientar los montones adecuadamente con respecto a la dirección del viento, mantener siempre humedecidos los materiales al menos superficialmente, disponer de vallas perimetrales con una altura superior a los acopios, cubrir los materiales con lonas, evitar trabajos en días de viento intenso, etc. Todas estas actuaciones deberán ser realizadas con el fin de minimizar al máximo la posible resuspensión del material existente en los acopios.

La elección de una u otra medida dependerá de las características de la instalación en concreto. El **criterio** mayormente adoptado por la **Conselleria** en la concesión de las **AAIs** para este tipo de actividad para establecer cada una de esta tipología de MTDs es la distancia a núcleo urbano. Siguiendo este criterio en las instalaciones ubicadas a una **distancia inferior o igual a 1000 metros de un núcleo urbano** de población o cualquier núcleo residencial, las operaciones deben realizarse en **Almacenamiento en instalaciones cerradas** (punto 1). Las instalaciones ubicadas a una distancia superior a 1000 metros de un núcleo urbano de población o cualquier núcleo residencial, aplicarán los **almacenamientos en instalaciones abiertas o al aire libre** (punto 2).

Las **operaciones susceptibles de generar emisiones de partículas difusas deben disponer de cerramiento y sistemas de depuración del aire aspirado**. De estas operaciones, las más importantes son: cintas transportadoras, cangilones, trituradores, sistemas de gestión de finos, carga de gránulo atomizado, etc.

Para reducir las emisiones por **transporte de materiales pulverulentos** se requiere pavimentar y mantener limpios los viales de circulación, limitar la velocidad, controlar que a la entrada y salida del complejo los camiones vayan cubiertos y cerrados para evitar derrames y reboses, e instalar sistemas de limpieza vía húmeda para los bajos y neumáticos de los camiones a la salida de las empresas, empleando sistemas de presión cuando sea necesario.

Estimación de la eficacia prevista

El grado de implantación de medidas correctoras en los parques de almacenamiento de materias primas del sector cerámico es muy variable según la empresa, pero en conjunto en el año 2006 se considera medio-bajo. Así se estima que como máximo el 40% de las empresas tienen implantadas medidas correctoras de medio (15%) o alto rendimiento (25%), por lo que el margen de mejora es muy elevado.

El cálculo de la cantidad de emisiones difusas de partículas generadas en estas operaciones es complejo, porque depende de muchos factores, algunos de ellos de difícil consideración y muy variables: humedad del material, grado de molienda, altura

de montones, configuración de los montones, orientación con respecto a la dirección del viento, velocidad y dirección del viento dominante, etc. Del mismo modo la estimación de la eficacia de las medidas preventivas y correctivas aplicadas también depende de un número significativo de variables.

A pesar de estas limitaciones y tomando como base el documento AP-42 de la EPA (U.S. Environmental Protection Agency) y el “Emission Estimation Technique Manual for Mining” versión 2.3 (diciembre 2001), propuesto para elaborar el Nacional Pollutant Inventory de Australia, se estima que si se implantan las medidas propuestas cabe esperar una eficacia global aproximada del 85%. Este porcentaje resulta de considerar que el **encerramiento total con filtración se aplicará a un 35 % de las instalaciones** y que tiene un rendimiento del 95% (medidas de alto rendimiento) y todas las **medidas propuestas para las instalaciones al aire libre** (acopio en celdas, pavimentación, etc.) se aplicarán en un **65%** de instalaciones y tienen un rendimiento de alrededor del 75% (medidas de rendimiento medio, Monfort et al. 2006c). Ésta es la situación que se considera en una primera fase con la implantación de las MTDs; en futuras revisiones del plan en función de los niveles de calidad de aire y los estudios de contribución de fuentes, se podrían proponer medidas más estrictas, como el cerramiento total de todas las instalaciones (95% de eficacia).

Tomando estos datos, las referencias bibliográficas indicadas y los estudios realizados por el ITC en este campo (Monfort et al., 2006b y 2006c), se obtiene que sin la implantación de medidas correctoras o con la implantación de pocas medidas de bajo rendimiento la emisión difusa de partículas media en este tipo de actividad se sitúa en torno a 0.30-0.50 kgPM₁₀ por tonelada de gránulo atomizado; mientras que implantado medidas de bajo, medio y alto rendimiento se considera que se puede reducir respectivamente hasta 0.22, 0.08 y 0.01 kgPM₁₀ por tonelada de gránulo atomizado. Si se toma PST como parámetro, el factor de emisión sin depuración es de alrededor de 2 kg PST/Tm.

En la Tabla 7.1 se indican la estimación de las emisiones difusas en el escenario considerado como actual y las emisiones que resultarían en el caso de aplicar las medidas correctoras propuestas, calculadas según los criterios indicados (dados los márgenes de incertidumbre los valores se han redondeado a centenas).

Tabla 7.1. Estimación de la reducción potencial en emisiones difusas.

Emisiones difusas	TmPM₁₀/año
Emisión actual	2000
Emisión con MTDs propuestas	800
Reducción potencial de la emisión	1200

Estimación del coste económico

Para estimar las inversiones pendientes de realizar teniendo en cuenta el grado de inversiones realizadas, las valoraciones se pueden calcular por la siguiente fórmula:

$$I_G = n_a \cdot (I_p \cdot G_p + I_t \cdot G_t) \cdot F_1 \cdot F_2 \quad [1]$$

donde:

- I_G : inversión sectorial
- n_a : número de plantas de fabricación de atomizado
- I_p : inversión unitaria necesaria para las plantas de fabricación de atomizado con cerramiento parcial de las eras
- G_p : grado de implantación de sistemas de medio rendimiento (cerramiento parcial de las eras), según estimación del ITC
- I_t : inversión unitaria necesaria para las plantas de fabricación de atomizado con cerramiento total de las eras
- G_t : grado de implantación de sistemas de alto rendimiento (cerramiento total de las eras), según estimación del ITC
- F_1 : factor corrector de la actualización de precios teniendo en cuenta la inflación. Aplicando un valor del IPC anual del 3% hasta el año 2010 y promediando con los valores actuales se ha estimado un valor de F_1 de 1.1.
- F_2 : factor corrector por el incremento de coste que suponen las instalaciones complementarias a los equipos medioambientales, como acondicionamiento de las instalaciones, fontanería, etc., este factor se considera en todos los casos 1.15.

En este caso, como se ha indicado se considera que sobre 50% de empresas del sector cumplen ya los requisitos ($G=0.50$), al menos los que requieren unas inversiones mayores, de los propuestos en la actuación B.1.

La inversión unitaria pendiente se ha estimado considerando que las mayores inversiones pendientes son la obra civil para cerramientos de almacenes y construcción de celdas para confinar el material, suponiendo que la provisión de materia prima será para unos dos meses de producción y que las celdas permitirán una capacidad de almacenamiento media sobre 7 toneladas por metro cuadrado de nave. Además, se considera un coste pendiente de completar las instalaciones de prevención y corrección ambiental y las instalaciones de sistema de limpieza de camiones a la salida de las empresas (Tabla 7.2).

Los datos económicos se han obtenido a partir de presupuestos de empresas constructoras y proveedores de equipamiento, y datos facilitados por empresas fabricantes de gránulo atomizado.

Tabla 7.2. Estimación de la inversión requerida para implantar las medidas propuestas en la actuación B.1.

INVERSIÓN UNITARIA
Suponiendo una planta con una producción nominal de 9000 toneladas semanales de gránulo atomizado: Obra Civil: graneros y/o celdas con vallado perimetral, pavimentación, mejora de accesos, etc. Cierre total: $15\,000\text{ m}^2/\text{planta} * 200\text{ Euros/m}^2 = \mathbf{3\,000\,000\text{ Euros/planta}}$ Cierre parcial: $15\,000\text{ m}^2/\text{planta} * 130\text{ Euros/m}^2 = \mathbf{1\,950\,000\text{ Euros/planta}}$ Equipamiento: nuevas aspiraciones, completar cerramientos, sistema de lavado de camiones, sistemas de control adicionales, gestión de finos, etc. (Nota: Esta estimación incluye las aspiraciones nuevas debidas a los cerramientos) 1 000 000 Euros/planta TOTAL INVERSIÓN UNITARIA: Cierre total: 4 000 000 Euros/planta Cierre parcial: 2 950 000 Euros/planta
INVERSIÓN SECTORIAL
INVERSIÓN GLOBAL NECESARIA (según [1] para $G_p=0.65$ y $G_t=0.35$): $I_G = 30 * (0.65*2.95 + 0.35*4) * 1.1 * 1.15 = \mathbf{125.9\text{ Millones de Euros}}$ INVERSIÓN GLOBAL ACTUAL (según [1] para $G_p=0.15$ y $G_t=0.25$): $I_G = 30 * (0.15*2.95 + 0.25*4) * 1.1 * 1.15 = \mathbf{54.7\text{ Millones de Euros}}$ INVERSIÓN GLOBAL PENDIENTE: 71.2 Millones de Euros

Otras consideraciones

El esfuerzo que tienen que realizar las industrias afectadas para implantar las medidas propuestas se considera importante, no sólo en términos económicos, puesto que la aplicación de estas medidas conllevará una reducción considerable de stocks de materias primas. Este hecho supone modificar la metodología de gestión de materias primas implantada y del “modus operandi”, no sólo de la propia instalación

sino también de sus proveedores, especialmente en la fabricación de gránulo atomizado de coloración roja en cocido.

Por tanto, en el complejo problema de la reducción de las emisiones difusas existen conceptos adicionales a considerar aunque son de muy difícil cuantificación económica.

Tabla 7.3. Actuación B.1. Ficha-resumen de las medidas propuestas para reducir las emisiones difusas de partículas en el sector de baldosas cerámicas.

Actividad/Focos	Recepción y preparación de materias primas en la fabricación de gránulo atomizado y de baldosas cerámicas con ciclo completo, y suministro de materia prima.
Emisión	Emisión difusa de partículas
Contaminantes	Material particulado (PM ₁₀ y PM _{2.5})
Medidas propuestas	Encerramiento dotado de aspiración y filtración posterior en las operaciones generadoras de polvo (trituración, molienda, etc.) Cerramiento parcial o total de las instalaciones de almacenamiento y manipulación de materias primas Otras: riego, pavimentación, etc.
Regulación	Legislación derivada de la Directiva IPPC Ordenanzas municipales y/o Planes de Ordenación Urbana
Responsables	Fabricantes de gránulo atomizado y de baldosas cerámicas con ciclo completo, y suministro de materia prima.
Grado de implantación 2006	50%
Estimación de la mejora	Reducción sobre 1200 Tm anuales de PM ₁₀
Inversiones pendientes	71 Millones de Euros
Plazo de ejecución	Instalaciones Nuevas: 2009
Indicadores	<u>Emisión</u> : Niveles de PST y/o PM ₁₀ en el perímetro de la instalación <u>Inmisión</u> : Niveles de PM ₁₀ y/o PM _{2.5} y componente mineral

7.2.2. Actuación B.2: emisiones canalizadas de focos fríos en el sector de baldosas cerámicas.

Antecedentes: Descripción del problema

A lo largo del proceso de fabricación de gránulo atomizado y baldosas cerámicas se pueden encontrar emisiones canalizadas frías que son fruto de la evacuación del aire ambiente general del interior de las fábricas y de diferentes puntos de aspiración en los sistemas de extracción localizados utilizadas a lo largo de la línea de fabricación (mezclado de materias primas, molienda, prensado, etc.)

El principal contaminante de estas corrientes es el material particulado, que tendrá aproximadamente la misma composición química que las materias primas, enriquecido normalmente en los materiales más finos (arcillas).

Descripción de las medidas propuestas

La medida propuesta es la confinación de las fuentes de generación de estas partículas, conectar estos cerramientos a un sistema de aspiración y la filtración posterior del aire aspirado garantizando una **emisión a la atmósfera inferior a 10 mgPST/Nm³ o a 30 mgPST/Nm³ dependiendo del sistema de depuración utilizado.**

Para alcanzar estos valores en esta corriente, las tecnologías disponibles se reducen prácticamente a:

- Sistemas de depuración vía seca:
 - **Filtros de mangas:** en estos sistemas la corriente de gases a limpiar pasa a través de unas mangas filtrantes (estas mangas pueden ser de diferentes materiales como algodón, poliéster, Nomex, teflón, etc.), de modo que las partículas son depositadas en la superficie de las mangas formando a su vez una capa filtrante. Cabe destacar que este sistema de depuración es el más extendido en la industria de fabricación de baldosas cerámicas.
 - **Filtros de láminas:** los principales elementos de este filtro son los medios filtrantes rígidos, que se montan como elementos compactos en el sistema filtrante; estos elementos filtrantes consisten normalmente en polietileno sinterizado recubierto de teflón. Las principales ventajas de este moderno sistema son la alta eficiencia de limpieza de partículas de una corriente gaseosa, la alta resistencia contra el desgaste abrasivo que producen las partículas y un menor volumen de los equipos comparado con los filtros de mangas.
- Sistemas de depuración vía húmeda:

- **Separadores de partículas vía húmeda de elevado rendimiento:** en estos sistemas se pone en contacto la corriente gaseosa a depurar con un líquido (generalmente agua) que retiene las partículas que se encuentran suspendidas en ella. Según el diseño, se pueden distinguir varios tipos, por ejemplo tipo Venturi.

El rendimiento alcanzable mediante la aplicación de estos sistemas a las corrientes frías típicas de la industria cerámica es elevado. En la Tabla 7.4 se muestra además la concentración de salida resultante elaborada a partir de distintas fuentes (ITC, 2001; Blasco et al., 1992; Busani et al., 1995).

Tabla 7.4. Características de las emisiones frías y rendimiento de los sistemas de depuración.

Etapa del proceso	Medida correctora	Rendimiento (%)	Concentración (mgPST/Nm ³)
Aspiración de molienda y prensado	Tecnología de bajo rendimiento		<100
	Filtro de mangas	~ 99	< 10
	Filtro vía húmeda	~ 99	< 30
Aspiración de preparación y aplicación de esmaltes	Tecnología de bajo rendimiento		<100
	Filtro de mangas	~ 99	< 5
	Filtro vía húmeda	~ 90	< 15

Estimación de la eficacia prevista

Según las medidas propuestas y teniendo en cuenta la tendencia existente a utilizar filtros de mangas en las instalaciones nuevas frente al decreciente uso de los sistemas vía húmeda se puede realizar la estimación de la reducción de emisiones en el sector con la aplicación de estas medidas (Tabla 7.5). Para ello se ha considerado que el **grado de implantación** de las MTDs (filtros de mangas) es ya del orden del **90% en la etapa de molienda, de prácticamente el 100% en la etapa de prensado y del 50% en la etapa de esmaltado** (siendo el porcentaje restante correspondiente a los sistemas vía húmeda). Además se han considerado los ratios PM₁₀/PST expuestos en el apartado 4 del presente documento.

Tabla 7.5 Estimación de la eficacia prevista aplicando las medidas propuestas.

Emisiones canalizadas frías de fabricación de baldosas	TmPST/año	TmPM₁₀/año
Emisión actual	1420	920
Emisión con MTDs propuestas	1060	590
Reducción potencial de la emisión	370	330

Estimación del coste económico (Tabla 7.6)

Para estimar las inversiones pendientes de realizar teniendo en cuenta el grado de inversiones realizadas, las valoraciones se pueden calcular por la siguiente fórmula:

$$I_G = (n_a \cdot I_a + n_b \cdot I_b) \cdot G \cdot F_1 \cdot F_2 \quad [2]$$

donde:

- I_G : inversión sectorial
- n_a : número de plantas de fabricación de atomizado
- I_a : inversión unitaria necesaria para las plantas de fabricación de atomizado
- n_b : número de plantas de fabricación de baldosas cerámicas
- I_b : inversión unitaria necesaria para las plantas de fabricación de baldosas cerámicas
- G : grado de implantación de medidas correctoras, según estimación del ITC.
- F_1 : factor corrector de la actualización de precios teniendo en cuenta la inflación. Aplicando un valor del IPC anual del 3% hasta el año 2010 y promediando con los valores actuales se ha estimado un valor de F_1 de 1.1.
- F_2 : factor corrector por el incremento de coste que suponen las instalaciones complementarias a los equipos medioambientales, como acondicionamiento de las instalaciones, fontanería, etc., este factor se considera en todos los casos 1.15.

Para la estimación del coste económico, se ha considerado que faltaría completar las medidas correctoras en un 5% en inversiones nuevas, y mejorar en un 15-20% los sistemas existentes para adaptarlos al grado de eficacia necesaria para garantizar menos de 30 mgPST/Nm³ exigidos en las nuevas AAI. Esta segunda medida se estima equivalente al 10% en inversiones nuevas, por lo tanto, se ha considerado un **grado de implantación medio** en el sector en las emisiones frías de baldosas de **85%**.

Tabla 7.6 Estimación de la inversión requerida para implantar las medidas propuestas en la actuación B.2.

INVERSIÓN UNITARIA
Sistemas de aspiraciones, depuración y control: Planta de baldosas: 250 000 Euros/planta Planta de atomizado: 400 000 Euros/planta
INVERSIÓN SECTORIAL
INVERSIÓN GLOBAL NECESARIA (según [2] para G=1) $I_G = (0.25 \cdot 200 + 0.40 \cdot 30) \cdot 1.1 \cdot 1.15 = \mathbf{78.4 \text{ Millones de Euros}}$ INVERSIÓN GLOBAL ACTUAL (según [2] para G=85) $I_G = (0.25 \cdot 200 + 0.40 \cdot 30) \cdot 0.85 \cdot 1.1 \cdot 1.15 = \mathbf{66.7 \text{ Millones de Euros}}$ INVERSIÓN GLOBAL PENDIENTE: 11.8 Millones de Euros

Tabla 7.7 Actuación B.2. Ficha-resumen de las medidas propuestas para reducir las emisiones de focos canalizados a temperatura ambiente o focos fríos del sector de baldosas cerámicas

Actividad/Focos	Focos canalizados a temperatura ambiente o focos fríos debidos a las aspiraciones de aire en la fabricación de gránulo atomizado y de baldosas cerámicas
Contaminantes	Material particulado (PM ₁₀ y PM _{2.5})
Medida	Sistemas de aspiración y filtración
Regulación	Legislación derivada de la Directiva IPPC
VLE – autorizado	30 mgPST/Nm ³
Responsable	Fabricantes afectados
Grado de implantación 2006	85% (global emisiones frías), resto medidas de medio rendimiento
Estimación de la eficacia ambiental	Reducción de unas 330 Tm de PM ₁₀ anuales
Inversión pendiente	11.8 Millones de Euros

Plazo de ejecución	2009
Indicadores	<u>Emisión:</u> Niveles de PST y/o PM ₁₀ en la corriente de salida después del sistema de depuración <u>Inmisión:</u> Niveles de PM ₁₀ y/o PM _{2.5} y componente mineral

7.2.3. Actuación B.3: emisiones canalizadas de focos de combustión en el sector de baldosas cerámicas

Antecedentes: Descripción del problema

Los principales contaminantes emitidos de los focos de combustión en el sector de baldosas cerámicas son: partículas en suspensión en el secado por atomización y secado de baldosas (esta última etapa contribuye en menor medida); y contaminantes ácidos, fundamentalmente HF, HCl y SO₂, en la etapa de cocción de baldosas, donde se genera también emisión de partículas en suspensión.

Descripción de las medidas propuestas

Teniendo en cuenta las emisiones actuales de las diferentes etapas de proceso que producen emisiones calientes durante la fabricación de baldosas cerámicas, únicamente los secaderos por atomización están obligados a depurar estas **partículas** de sus corrientes, con el fin de alcanzar el **valor límite establecido de 30 mgPST/Nm³, excepto en el caso de atomizadores existentes para los que el valor límite es 50 mgPST/Nm³.**

En la actualidad se estima que un 10% de las instalaciones aún presentan sistemas de bajo rendimiento (con una emisión sobre 125 mgPST/Nm³), que deberán adaptarse a los nuevos requisitos.

Para alcanzar los citados valores en esta corriente, las tecnologías disponibles (según el BREF de la industria cerámica) son: **filtros de mangas** o ciclones junto con **depuradores vía húmeda** instalados en serie (Figura 7.1). Con estos sistemas se puede conseguir un rendimiento del 95% (Tabla 7.8). Por tanto, se propone como medida correctora la **sustitución de los sistemas de bajo rendimiento por filtros de mangas**. A más largo plazo (y de manera obligatoria en 2015, coincidiendo con la renovación de la Autorización Ambiental Integrada), se tendrán que sustituir los sistemas vía húmeda por filtros de mangas. No obstante se recomienda incentivar la sustitución de estos equipos desde la entrada en vigor del presente plan.

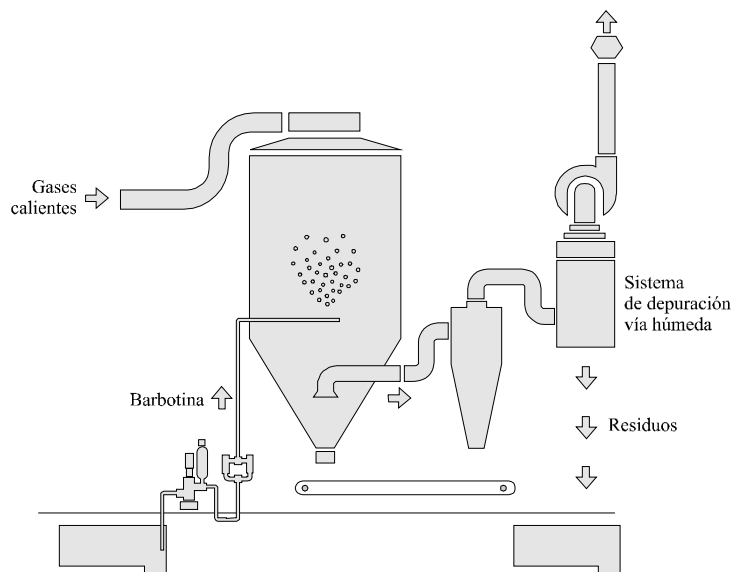


Figura 7.1. Sistema de depuración vía húmeda instalado después de un ciclón en la etapa de atomización.

En cuanto a **emisiones ácidas**, en la etapa de cocción es necesaria la implantación de sistemas de depuración de gases mediante un filtro de mangas con adición de reactivo. No obstante, esta medida se recomienda para una **segunda fase** (2011-2012). Este sistema consiste en poner en contacto los gases con una sustancia o reactivo que retenga los contaminantes. Los reactivos más frecuentes son $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NaHCO_3 o Na_2CO_3 generalmente utilizados en forma de sólidos secos. El rendimiento depende del contaminante a eliminar, del sistema utilizado, de la temperatura, de la presencia de otros contaminantes y del tipo de reactivo, entre otros factores (Mallol et al, 2001).

Las emisiones que pueden necesitar depuración son las de HF y HCl, mientras que las emisiones de SO_x sólo requerirán una depuración específica si se usan arcillas con elevados contenidos en azufre. Además, los filtros de mangas, al realizar una captación muy eficaz de las partículas emitidas, consiguen un elevado rendimiento en la captación de plomo (90%, Busani et al., 1995). En la Figura 7.2 se presenta un esquema de la instalación de un sistema de depuración de gases mediante un filtro de mangas en un horno monoestrato de cocción de baldosas con adición de reactivo para la captación de los compuestos gaseosos ácidos (fundamentalmente HF).

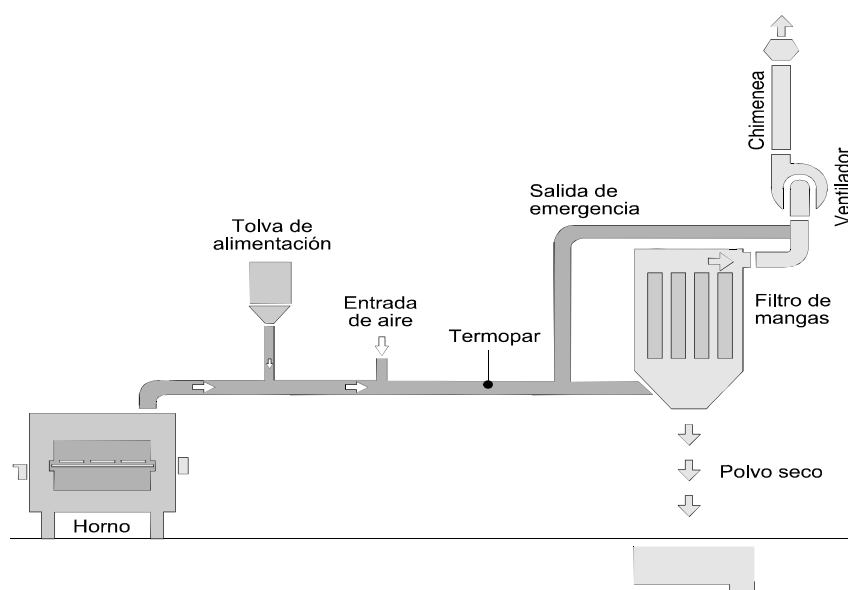


Figura 7.2 Depuración de ácidos en un sistema de adición de reactivos y filtro de mangas en un horno monoestrato de cocción de baldosas.

Existen otros sistemas alternativos tanto vía seca (adsorbedores de lecho tipo cascada, adsorbedores de módulos, etc.) como sistemas vía húmeda (IPTS, 2006c), pero los más utilizados en el sector de baldosas cerámicas en la UE son los filtros de mangas, por lo que los cálculos se realizan a partir de los datos obtenidos para estos sistemas.

Las características de estos sistemas aplicados a las emisiones de focos canalizados de combustión de la industria cerámica dan como resultado los expuestos en la Tabla 7.8, en los que se observa el elevado rendimiento alcanzable (ITC, 2001; IPTS, 2006c).

Tabla 7.8. MTDs para las emisiones calientes en la fabricación de baldosas, con rendimiento y concentración final resultante.

Etapa del proceso	Contaminante	MTD	Rendimiento (%)	C _{final} (mg/Nm ³)
Secado por atomización	Partículas	Filtro de mangas	99	< 15
		Ciclones+Filtro vía húmeda	95	< 40
Secado de baldosas	Partículas	Mantenimiento adecuado	-	< 10
Cocción de baldosas	Partículas	Mantenimiento adecuado	-	< 10
	Compuestos ácidos: HF, HCl, SO ₂	Filtro de mangas + reactivo	HF: 90	HF <5
			HCl: 85	HCl <30
			SO ₂ : 30-70	SO ₂ <200

Estimación de la eficacia prevista

Para la evaluación de la situación actual se ha considerado que el **10% de las instalaciones de atomización disponen de sistemas de bajo rendimiento**, como se ha indicado, el **60%** disponen de sistemas **vía húmeda de alto rendimiento** y el resto (30%) de **filtros de mangas**. Con la aplicación de la medida propuesta (sustitución de los sistemas de bajo rendimiento por filtros de mangas), se calcula la eficacia prevista (Tabla 7.9). Además, se han tenido en cuenta los ratios PM₁₀/PST expuestos en el apartado 4 del presente documento.

En cuanto a los secaderos y los hornos de baldosas, la reducción de sus emisiones se considera nula, pues actualmente presentan niveles de emisión buenos.

En cuanto a las emisiones de compuestos ácidos, se considera que el grado de implantación en 2006 es prácticamente nulo. El cálculo de la reducción de emisión conseguida con la implantación de las MTDs sólo se ha realizado con detalle para el HF, considerando que las concentraciones de salida sin depuración se pueden estimar como media del orden de 30 mgHF/Nm³, aunque varían bastante (entre 10 y 50 mgHF/Nm³) con el tipo de composición (Blasco et al., 1992; Busani et al., 1995; Mallol et al., 2001; Monfort et al., 2003).

Tabla 7.9. Estimación de la eficacia prevista aplicando las medidas propuestas.

Emisiones canalizadas calientes de fabricación de baldosas	TmPST/año	TmPM₁₀/año	TmHF/año
Emisión actual	2165	2057	1560
Emisión con MTDs propuestas	1584	1505	260
Reducción potencial de la emisión	581	552	1300

Estimación del coste económico (Tabla 7.10)

Para estimar las inversiones pendientes de realizar teniendo en cuenta el grado de inversiones realizadas, las valoraciones se pueden calcular por la siguiente fórmula:

$$I_G = (n_a \cdot (I_h \cdot G_{ah} + I_s \cdot G_{as}) + n_b \cdot I_b \cdot G_b) \cdot F_1 \cdot F_2 \quad [3]$$

donde:

- I_G : inversión sectorial
- n_a : número de plantas de fabricación de atomizado
- I_h : inversión unitaria necesaria para las plantas de fabricación de atomizado con tecnología vía húmeda para la depuración de partículas
- G_{ah} : grado de implantación de sistemas de medio rendimiento (vía húmeda), según estimación del ITC
- I_s : inversión unitaria necesaria para las plantas de fabricación de atomizado con tecnología vía seca (filtro de mangas) para la depuración de partículas

- G_{as} : grado de implantación de sistemas de alto rendimiento (filtro de mangas), según estimación del ITC
- n_b : número de plantas de fabricación de baldosas cerámicas
- I_b : inversión unitaria necesaria para las plantas de fabricación de baldosas cerámicas para la depuración de contaminantes ácidos
- G_b : grado de implantación para la depuración de contaminantes ácidos en la fabricación de baldosas, según estimación del ITC
- F_1 : factor corrector de la actualización de precios teniendo en cuenta la inflación. Aplicando un valor del IPC anual del 3% hasta el año 2010 y promediando con los valores actuales se ha estimado un valor de F_1 de 1.1.
- F_2 : factor corrector por el incremento de coste que suponen las instalaciones complementarias a los equipos medioambientales, como acondicionamiento de las instalaciones, fontanería, etc., este factor se considera en todos los casos 1.15.

Como se ha indicado previamente en cuanto a depuración de compuestos ácidos, se considera que el grado de implantación en el año 2006 es prácticamente nulo. El mismo sistema puede utilizarse para otros compuestos ácidos modificando, en su caso, el reactante utilizado.

En este plan no se consideran sistemas de depuración específicos para NO_x , tomando como base el BREF sobre la industria cerámica (IPTS, 2006c) que no recomienda la instalación de sistemas de reducción de las emisiones de NO_x en este tipo de procesos de fabricación, dado que pueden presentar unos valores de emisión bajos adoptando medidas primarias que suelen ser habituales (selección de materias primas, combustibles exentos de nitrógeno, control de la combustión, etc.).

Tabla 7.10. Estimación de la inversión requerida para implantar las medidas propuestas en la actuación B.3.

INVERSIÓN UNITARIA
Sistemas de depuración y control de partículas: 180 000 Euros/planta (abatidores-atomizador) 500 000 Euros/planta (filtros de mangas-atomizador) Sistemas de depuración y control de compuestos ácidos: 200 000 Euros/planta de baldosas (un filtro para cada dos hornos)
INVERSIÓN SECTORIAL
INVERSIÓN GLOBAL NECESARIA (según [3] para $G_{ah}=0.6$, $G_{as}=0.4$ y $G_b=1$) $I_G = (30 \cdot (0.18 \cdot 0.6 + 0.50 \cdot 0.4) + 200 \cdot 0.2) \cdot 1.1 \cdot 1.15 = \mathbf{62.3 \text{ Millones de Euros}}$ INVERSIÓN GLOBAL REALIZADA (según [3] para $G_{ah}=0.6$, $G_{as}=0.2$ y $G_b=0$) $I_G = (30 \cdot (0.18 \cdot 0.6 + 0.50 \cdot 0.3) \cdot 1.1 \cdot 1.15 = \mathbf{9.8 \text{ Millones de Euros}}$ INVERSIÓN GLOBAL PENDIENTE: 52.5 Millones de Euros (de los cuales 50.6 Millones de Euros para depuración de contaminantes gaseosos)

Tabla 7.11. Actuación B.3. Ficha-resumen de las medidas propuestas para reducir las emisiones de focos canalizados de combustión del sector de baldosas cerámicas

Actividad/Focos	Focos canalizados de combustión (secaderos por atomización con o sin cogeneración, secaderos y hornos de baldosas cerámicas)
Contaminantes	Material particulado (PM ₁₀ y PM _{2.5}) Metales pesados (Pb y otros componentes de esmaltes) Compuestos gaseosos (HF, HCl, SO _x , NO _x)
Medidas	Medidas primarias: selección de materias primas y combustibles Sistema de depuración de partículas Sistemas de depuración de gases
Regulación	Legislación derivada de la Directiva IPPC
VLE autorizados	30 mgPST/Nm ³ , excepto atomizadores existentes 50 mgPST/Nm ³ 10 mgHF/Nm ³ , 200 mgSO ₂ /Nm ³ 250 mgNO _x /Nm ³ , atomizadores con cogeneración 800 mgNO _x /Nm ³
Responsable	Fabricantes afectados
Grado de implantación 2006	Partículas: Secaderos por atomización: 60% vía húmeda y 30% filtro de mangas Secaderos y hornos de baldosas cerámicas: <1% Contaminantes ácidos: <1%
Estimación de la eficacia ambiental	552 TmPM ₁₀ /año 1300 Tm anuales de HF y reducción difícilmente cuantificable en otros compuestos (Pb, HCl, SO _x , etc.)
Inversión pendiente	50.6 Millones de Euros para contaminantes ácidos 1.9 Millones de Euros para partículas
Plazo de ejecución	Partículas: 2009 Contaminantes ácidos: 2011
Indicadores	<u>Emisión</u> : Niveles de contaminantes en la corriente de salida <u>Inmisión</u> : Niveles de PM ₁₀ , PM _{2.5} , materia mineral, compuestos secundarios y metales

7.3. Medidas en actividades de fabricación de fritas, esmaltes y pigmentos cerámicos (F)

El sector industrial de fabricación de fritas, esmaltes y pigmentos incluye instalaciones que fabrican únicamente fritas y esmaltes, otras que fabrican sólo pigmentos y algunas que fabrican fritas, esmaltes y pigmentos. Para realizar los cálculos de este sector industrial se ha tomado como referencia la producción de baldosas y se ha calculado la producción de fritas y pigmentos a partir de dicha producción, tomando como base la producción de baldosas del año 2005. Además, se ha estimado un incremento anual de un 3% durante el periodo en el que se implantarán las medidas propuestas en este Plan.

De acuerdo con estos criterios, se toma como producción base de cálculo:

- Fritas y esmaltes: sobre 1.2 millones de toneladas anuales
- Pigmentos y colorantes cerámicos: sobre 80 000 toneladas anuales

Para simplificar los cálculos, al igual que se ha hecho en baldosas, se toman plantas hipotéticas de referencia suponiendo que la fabricación se realiza en plantas de la misma producción nominal. Por tanto, el número de plantas teóricas suponiendo que todas son del mismo tamaño son:

- **Fritas y esmaltes:** 20 plantas de 12 hornos continuos con una capacidad productiva (por planta) de unas 60 000 Tm anuales de fritas y esmaltes (unos 240 hornos continuos en el sector)
- **Pigmentos y colorantes cerámicos:** Se consideran 8 plantas, equipadas con 12 discontinuos y la mitad de ellas con un horno continuo (en total operan unos 100 hornos, 4 continuos y 96 discontinuos).

Aunque esta situación no es la real, se considera suficientemente aproximada para realizar los cálculos de estimación de las inversiones ambientales en el programa de actuación.

Los **VLE** se han expresado como concentración máxima permitida en la corriente de salida (mg/Nm^3) y como tasa de emisión (kg/Tm de vidrio fundido). El uso de VLE como tasa de emisión es muy conveniente en las corrientes de hornos de oxidación (en los que se reduce el caudal de humos sobre un 80%). Si se expresan como concentración, se ha de hacer en las **condiciones de referencia**, según se especifica en las AAI, para que sean comparables independientemente del grado de dilución de los gases y de la temperatura de los mismos. Así, se han de expresar en condiciones normales (273 K, 101.3 kPa) y en los focos calientes expresar

los datos a un contenido en oxígeno de referencia del 15%. En la etapa de calcinación el contenido en oxígeno de referencia es variable según la fuente consultada y el tipo de horno, pero en la AAls publicadas en la Comunitat Valenciana se toma como referencia un 15%. Además, siguiendo las recomendaciones del BREF sobre la industria de vidrio los límites de emisión de metales se han asociado en dos grupos: clase 1 (Arsénico, Cobalto, Níquel, Selenio, Cromo VI) y clase 2 (Antimonio, Plomo, Cromo III, Cobre, Vanadio, Estaño) (IPTS, 2001).

Desde el punto de vista medioambiental, la fabricación de fritas y la fabricación de pigmentos corresponden a dos actividades distintas, de hecho el IPTS para determinar las MTDs y los VLE ha encuadrado estas actividades en dos sectores industriales diferentes (fritas en la industria de vidrio, y pigmentos en la de productos inorgánicos especiales). A pesar de ello en este apartado se considerarán ambas simultáneamente, dado que en el cluster de Castelló, estas actividades se desarrollan en muchas empresas de forma conjunta, y de hecho en algunas de las AAI publicadas ambas actividades se consideran conjuntamente.

7.3.1. Actuación F.1: emisiones de focos canalizados a temperatura ambiente en el sector de fritas, esmaltes y pigmentos

Antecedentes: Descripción del problema

A lo largo del proceso de fabricación de fritas, esmaltes y pigmentos cerámicos se pueden encontrar emisiones canalizadas frías que son fruto de la evacuación del aire ambiente general del interior de las fábricas y de diferentes puntos de aspiración en los sistemas de extracción localizados en las etapas de preparación de materias primas y de molienda.

El principal contaminante de estas corrientes es el material particulado, que tendrá aproximadamente la misma composición química que las materias primas o el producto molido, conteniendo así varios metales. Las concentraciones de salida sin sistema de depuración pueden alcanzar 500 mgPST/Nm³, aunque los datos varían en función del tipo de producto fabricado, y según las fuentes de información (Blasco et al., 1992; Busani et al., 1995; Monfort et al., 2006a; IPTS, 2006a).

Según estimaciones realizadas por el ITC, el grado de implantación de medidas correctoras en 2005 es muy elevado, alcanzando el 90%, siendo el resto correspondiente a instalaciones dotadas de sistemas de depuración de bajo rendimiento, con niveles de emisión de 100 mg/Nm³.

Descripción de las medidas propuestas

La medida propuesta es la confinación de las fuentes de generación de estas emisiones, dotando estos cerramientos con sistema de aspiración y filtración posterior del aire aspirado garantizando un **valor límite de emisión a la atmósfera inferior a**

30 mgPST/Nm³, aunque en las AAI se ha fijado para las instalaciones existentes un límite de emisión de 40 mgPST/Nm³.

Para alcanzar estos valores en esta corriente, las tecnologías disponibles más recomendadas son filtros de mangas o filtros de láminas. La aplicación de estos sistemas en las corrientes frías descritas tiene un rendimiento del 99%, permitiendo alcanzar concentraciones en la corriente de salida inferiores a 10 mgPST/Nm³. Por tanto, la medida propuesta es la sustitución de los sistemas de bajo rendimiento por filtros de mangas o con un rendimiento equivalente.

Estimación de la eficacia prevista

Tomando en consideración los datos expuestos anteriormente, se puede calcular la reducción de las emisiones si se aplican las medidas propuestas, que consisten en la total implantación de los filtros de mangas como sistema de depuración (Tabla 7.12).

Tabla 7.12. Estimación de la eficacia prevista aplicando las medidas propuestas.

Emisiones canalizadas frías de fabricación de fritas, esmaltes y pigmentos	TmPST/año
Emisión actual	90
Emisión con MTDs propuestas	50
Reducción potencial de la emisión	40

Estimación del coste económico (Tabla 7.13)

Para estimar las inversiones pendientes de realizar teniendo en cuenta el grado de inversiones realizadas, las valoraciones se pueden calcular por la siguiente fórmula:

$$I_G = (n_f \cdot I_f + n_p \cdot I_p) \cdot G \cdot F_1 \cdot F_2 \quad [3]$$

donde:

- I_G : inversión sectorial
- n_f : número de plantas de fabricación de fritas y esmaltes
- n_p : número de plantas de fabricación de pigmentos
- I_f : inversión unitaria necesaria para las plantas de fabricación de fritas y esmaltes
- I_p : inversión unitaria necesaria para las plantas de fabricación de pigmentos
- G : grado de implantación de medidas correctoras, según estimación del ITC.
- F_1 : factor corrector de la actualización de precios teniendo en cuenta la inflación. Aplicando un valor del IPC anual del 3% hasta el año 2010 y promediando con los valores actuales se ha estimado un valor de F_1 de 1.1.

- F_2 : factor corrector por el incremento de coste que suponen las instalaciones complementarias a los equipos medioambientales, como acondicionamiento de las instalaciones, fontanería, etc., este factor se considera en todos los casos 1.15.

Tabla 7.13. Estimación de la inversión requerida para implantar las medidas propuestas en la actuación F.1.

INVERSIÓN UNITARIA	
Filtros de mangas en aspiraciones:	
300 000 euros/planta de fritas y esmaltes	
300 000 euros/planta de pigmentos	
INVERSIÓN SECTORIAL	
INVERSIÓN GLOBAL NECESARIA (según [3] para $G=1$)	
$I_G = (20 \cdot 0.3 + 10 \cdot 0.3) \cdot 1.1 \cdot 1.15 = 11.4$ Millones de Euros	
INVERSIÓN GLOBAL ACTUAL (según [3] $G=90$)	
$I_G = (20 \cdot 0.3 + 10 \cdot 0.3) \cdot 0.90 \cdot 1.1 \cdot 1.15 = 10.2$ Millones de Euros	
INVERSIÓN GLOBAL PENDIENTE: 1.2 Millones de Euros	

Tabla 7.14. Actuación F.1. Ficha-resumen de las medidas propuestas para reducir las emisiones de focos canalizados a temperatura ambiente en el sector de fritas.

Actividad/Focos	Focos canalizados a temperatura ambiente procedentes de aspiraciones en la fabricación de fritas, esmaltes y pigmentos cerámicos
Contaminantes	Material particulado (PST, PM ₁₀ y PM _{2.5}) Metales pesados
Medida	Completar y mejorar los sistemas de filtración de las emisiones de las aspiraciones localizadas
Regulación	Legislación derivada de la Directiva IPPC Acuerdo Voluntario ANFFECC-Conselleria
VLE –autorizado	40 mgPST/Nm ³ , para instalaciones existentes 30 mgPST/Nm ³ , para instalaciones nuevas
Responsable	Fabricantes afectados
Grado de implantación 2006	90%
Estimación de la eficacia ambiental	40 Tm anuales de PST
Inversión pendiente	1.2 Millones de Euros
Plazo de ejecución	Inmediato
Indicadores	<u>Emisión</u> : Niveles de contaminantes en la corriente de salida <u>Inmisión</u> : Niveles de PM ₁₀ , PM _{2.5} y metales

7.3.2. Actuación F.2: emisiones de focos canalizados de combustión o calientes en el sector de fritas, esmaltes y pigmentos

Antecedentes: Descripción del problema

La **fusión de fritas** es una fuente emisora significativa de partículas si no se aplica ninguna medida correctora, pudiendo alcanzar 400 mgPST/Nm³. Además, como se ha indicado en el apartado 4 del presente documento, su composición es variable, pudiendo contener trazas de elementos especialmente dañinos para la salud. Actualmente, el grado de implantación de medidas correctoras en este tipo de focos es muy elevado, alcanzando el 95%.

En la **calcinación de pigmentos** se pueden utilizar hornos continuos o discontinuos. Los segundos son mucho más frecuentes por la flexibilidad que ofrecen. Desde el punto de vista ambiental la emisión de partículas se considera en general baja en condiciones habituales de operación en ambos tipos hornos; en los hornos continuos porque se utilizan filtros de mangas para recuperar el material, y en hornos discontinuos porque el material se encuentra dentro de recipientes porosos (gacetas refractarias) que evitan su dispersión. La emisión de partículas sólo ocasionalmente puede ser significativa si hay alguna alteración o accidente en el proceso productivo (como roturas de gacetas en hornos discontinuos o rotura de mangas en los hornos continuos). En el caso de tener que disponer de sistemas de depuración, por ejemplo para contaminantes gaseosos, es más factible la instalación de sistemas de depuración en sistemas continuos que en discontinuos.

Descripción de las medidas propuestas

Las medidas propuestas para la reducción de las emisiones de focos canalizados de combustión se han obtenido de la revisión del documento BREF sobre la industria del vidrio, en la que se engloba la fabricación de fritas cerámicas, y otras referencias bibliográficas (Blasco et al., 1992; Busani et al., 1995; Monfort et al., 2006a; IPTS 2006a). Los principales contaminantes de estas corrientes son partículas en suspensión, metales y algunos contaminantes ácidos, fundamentalmente NO_x .

Con el fin de alcanzar el **valor límite establecido de $40 \text{ mgPST}/\text{Nm}^3$** , se recomienda la instalación de filtros de mangas. La implantación de estos sistemas de depuración en las corrientes de salida de los hornos de fusión de fritas permite alcanzar niveles de emisión de **5 a $30 \text{ mg}/\text{Nm}^3$** (para los cálculos se ha utilizado un valor de $10 \text{ mg}/\text{Nm}^3$) o alternatively una tasa de emisión menor de **$0.1 \text{ kg}/\text{Tm}$ de vidrio fundido**.

En la Figura 7.3 se presenta un esquema de instalación de un filtro de mangas en un horno de fabricación de fritas, que requiere normalmente de la instalación de un intercambiador de calor previo (enfriador) para reducir la temperatura de los gases a valores inferiores a 200°C .

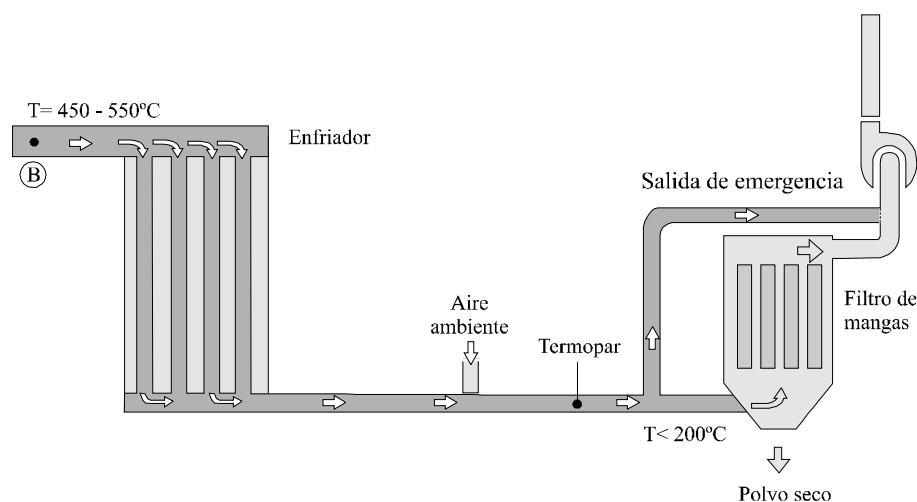


Figura 7.3. Esquema de instalación de un filtro de mangas en un horno de fabricación de fritas con un intercambiador previo.

En la calcinación de pigmentos, si se utilizan hornos continuos es necesaria la instalación de un filtro de mangas para separar las partículas presentes en los gases emitidos. Por el contrario en los hornos discontinuos no se requiere del uso de sistemas de depuración para separar las partículas de la corriente de salida, aunque sí es necesario un control del buen funcionamiento del sistema, para evitar las posibles emisiones esporádicas de alta concentración. En el caso de emisión de contaminantes en fase gaseosa se requerirá el uso de sistemas específicos en función del contaminante generado (IPTS, 2006a).

Para reducir la emisión de **metales**, se pueden adoptar tanto medidas primarias como secundarias. Así, es necesaria una selección cuidadosa de las materias primas para reducir al mínimo la presencia de metales como impurezas. Además, los **filtros de mangas**, que realizan una captación muy eficaz de las partículas emitidas, consiguen también un elevado rendimiento en la captación de los metales emitidos en forma de partículas a la temperatura de filtración (Busani et al, 1995).

Para alcanzar los VLE fijados para **NO_x** en los hornos de fabricación de fritas es necesario adoptar algunas medidas primarias, como la selección de materias primas con bajo contenido en nitratos, el control de los procesos (hornos de oxidación, recirculación interna o externa de los gases de combustión), etc. En caso de no alcanzar los valores límite con estas medidas, se deben implantar sistemas de depuración, que presentan costes importantes, basados en la adición de NH₃ a la corriente a depurar, tanto en sistema catalítico SCR (Selective Catalytic Reduction) como en sistemas no catalíticos SNCR (Selective Non Catalytic Reduction) (IPTS, 2001). La implantación de esta medida no se considera en los cálculos de estimación de eficacias y de inversiones económicas, y se considera que en esta primera fase únicamente se adoptan medidas primarias. En cualquier caso, en función de los valores de calidad de aire en revisiones futuras se pueden incluir medidas secundarias.

En los secaderos utilizados en el sector de fritas, esmaltes y pigmentos se han de utilizar filtros de mangas para separar las partículas de la corriente emitida, el grado de implantación de los mismos se considera muy elevado (95%).

Estimación de la eficacia prevista

Como se ha indicado, el grado de implantación de medidas correctoras en la depuración de partículas se considera muy elevado en los hornos de fusión de fritas, y en hornos de pigmentos cerámicos (los hornos discontinuos no requieren depuración, como se ha indicado). A efectos de cálculo se tomará un 95% como grado de implantación global. Además, para calcular la reducción de la emisión global (Tabla

7.15), se considera que los niveles de emisión de la etapa de fusión de fritas tanto antes como después de la depuración son aplicables a las etapas de calcinación de pigmentos. Asimismo a efectos de estos cálculos se considera la producción global de fritas, esmaltes y pigmentos conjuntamente. Por último, se han considerado los ratios PM_{10}/PST expuestos en el apartado 4 del presente documento.

La reducción de las emisiones de NO_x en la etapa de fusión de fritas mediante medidas primarias y secundarias es difícil de estimar con la información disponible en el BREF sobre la industria del vidrio (IPTS 2001), tanto en valores de eficacia como en términos económicos, por lo que no se ha incluido su cálculo. Los datos de eficacia y económicos incluidos en este documento se basan en procesos de fabricación de otros tipos de vidrio, por lo que es discutible la extrapolación de dichos datos al proceso de fabricación de fritas. Esta información debe ser actualizada en base a las sucesivas revisiones del BREF del vidrio. Por esta razón, y dado que el material particulado aparece como un parámetro más crítico en los análisis de calidad de aire, los siguientes apartados se han centrado en la minimización de la emisión de partículas.

Tabla 7.15. Estimación de la eficacia prevista aplicando las medidas propuestas

Emisiones canalizadas calientes de fabricación de fritas, esmaltes y pigmentos	TmPST/año	TmPM₁₀/año
Emisión actual	250	190
Emisión con MTDs propuestas	80	80
Reducción potencial de la emisión	170	110

Estimación del coste económico (Tabla 7.16)

Para estimar las inversiones pendientes de realizar teniendo en cuenta el grado de inversiones realizadas, las valoraciones se pueden calcular por la siguiente fórmula:

$$I_G = (n_f \cdot I_f + n_p \cdot I_p) \cdot G \cdot F_1 \cdot F_2 \quad [3]$$

donde:

- I_G : inversión sectorial
- n_f : número de plantas de fabricación de fritas y esmaltes
- I_f : inversión unitaria necesaria para las plantas de fabricación de fritas y esmaltes
- n_p : número de plantas de fabricación de pigmentos y colorantes
- I_p : inversión unitaria necesaria para las plantas de fabricación de pigmentos
- G : grado de implantación de las medidas correctoras, según estimación del ITC.
- F_1 : factor corrector de la actualización de precios teniendo en cuenta la inflación. Aplicando un valor del IPC anual del 3% hasta el año 2010 y promediando con los valores actuales se ha estimado un valor de F_1 de 1.1.

- F_2 : factor corrector por el incremento de coste que suponen las instalaciones complementarias a los equipos medioambientales, como acondicionamiento de las instalaciones, fontanería, etc., este factor se considera en todos los casos 1.15.

Para realizar el cálculo económico se ha supuesto la instalación de filtros de mangas en todos los hornos de fritas y hornos continuos de pigmentos, considerando un factor adicional del 25% incluido en los valores de inversión unitaria, para tener en consideración los sistemas de depuración en secaderos de fritas y pigmentos, y las medidas primarias para depuración de NO_x (instalaciones de algunos quemadores de oxidación, quemadores de bajo nivel de NO_x , selección de materias primas, etc.). La estimación de este factor es muy difícil, porque depende de muchos factores, por lo que debe considerarse puramente orientativa.

Tabla 7.16. Estimación de la inversión requerida para implantar las medidas propuestas en la actuación F.2.

INVERSIÓN UNITARIA
Sistemas de depuración y control en hornos y secaderos: 2.2 Millones de Euros/planta de fritas y esmaltes 0.3 Millones de Euros/planta de pigmentos
INVERSIÓN SECTORIAL
INVERSIÓN GLOBAL NECESARIA (según [3] para $G=1$) $I_G = (2.2 \cdot 20 + 0.3 \cdot 8) \cdot 1.1 \cdot 1.15 = 58.7$ Millones de Euros INVERSIÓN GLOBAL REALIZADA (según [3] para $G=95$) $I_G = (2.2 \cdot 20 + 0.3 \cdot 8) \cdot 0.95 \cdot 1.1 \cdot 1.15 = 55.8$ Millones de Euros INVERSIÓN GLOBAL PENDIENTE: 2.9 Millones de Euros

Tabla 7.17. Actuación F.2. Ficha-resumen de las medidas propuestas para reducir las emisiones de focos canalizados de combustión o calientes en el sector de fritas.

Actividad/Focos	Focos canalizados de combustión: hornos de fusión para fritas, hornos de calcinación de pigmentos y secaderos
Contaminantes	Material particulado (PST, PM ₁₀ y PM _{2.5}) Metales pesados (As, Cd, Ni, Pb, Zn, Zr, Tl) Compuestos gaseosos (HF, SO _x y NO _x)
Medidas	Medidas primarias: selección de materias primas, procesos (hornos de oxidación, recirculación interna o externa de los gases de combustión), etc. Sistema de depuración de partículas Sistemas de depuración de gases
Regulación	Legislación derivada de la Directiva IPPC Acuerdo voluntario ANFFECC-Conselleria
VLE autorizados	Fusión de fritas: 40 mgPST/Nm ³ 1600 mgNO _x /Nm ³ ; 25 mgSO ₂ /Nm ³ ; 10 mgHCl/Nm ³ ; 5mgHF/Nm ³ 5 mg/Nm ³ metales clases (1+2); 1 mg/Nm ³ metales clase 1 Calcinación de pigmentos: 40 mgPST/Nm ³ 400 mgNO _x /Nm ³ ; 500 mgSO ₂ /Nm ³ 5 mgHF/Nm ³ Otros focos: 30 (40) mgPST/Nm ³ instalaciones nuevas (existentes)
Responsable	Fabricantes afectados
Grado de implantación 2006	Sistema de depuración de partículas (y metales): 95%
Estimación de la eficacia ambiental	110 Tm de PM ₁₀
Estimación del coste económico	2.9 Millones de Euros
Plazo de ejecución	Inmediato
Indicadores	<u>Emisión</u> : Niveles de contaminantes en la corriente de salida <u>Inmisión</u> : Niveles de PM ₁₀ y PM _{2.5} primarios y secundarios, metales y NO _x

7.4. Medidas en actividades no cerámicas (N)

En este apartado se incluyen las medidas a aplicar en las actividades industriales no cerámicas de la zona de estudio.

Aunque las fuentes de emisión incluidas en esta sección contribuyen a incrementar los niveles de contaminantes atmosféricos en la zona, en lo referente a PM_{10} , $PM_{2.5}$ y metales, los estudios de caracterización química y de contribución de fuentes identifican, para la zona de estudio, las fuentes cerámicas como las principales causantes de los incrementos de los niveles de dichos contaminantes respecto a otras ciudades españolas, por lo que se ha hecho más hincapié en las medidas a adoptar en las instalaciones cerámicas (descritas en los apartados 7.2 y 7.3) que en otro tipo de focos. Esta situación es diferente para NO_x y O_3 , para los cuales las emisiones no cerámicas pueden tener una influencia muy importante.

Las instalaciones de la central térmica y la refinería tienen mayor impacto en los niveles de contaminantes de PM secundarios (generados a partir de emisiones de SO_2 y NO_x principalmente) que en los primarios (PM emitido como tal), como así lo indica la contribución de fuentes, por lo que en posteriores fases de planes de mejora de calidad de aire será necesaria la reducción de las emisiones de SO_2 y NO_x procedentes de estas fuentes.

7.4.1. Central térmica

La central térmica situada en la zona dispone de varios grupos, dos que funcionan con gas natural y uno que funciona con fuelóleo. Dado que las emisiones generadas por la combustión de fuelóleo son mayores que las generadas por la combustión de gas natural, se recomienda minimizar la utilización del grupo de generación con fuelóleo, llegando a su sustitución por generación con gas natural en ciclo combinado con quemadores de bajo NO_x (Tabla 7.18).

Tabla 7.18. Actuación N.4. Ficha-resumen de las medidas propuestas para la reducción de emisiones procedentes de la central térmica.

Actividad	Generación eléctrica térmica (Emisiones de gases de combustión)
Contaminantes	Material particulado (PM ₁₀ y PM _{2.5}), SO _x , NO _x y algunos metales
Medidas propuestas	Minimizar el uso del grupo de generación con fuelóleo Sustitución de la generación con fuelóleo por generación con gas natural en ciclo combinado con quemadores de bajo NO _x
Regulación	Legislación derivada de la Directiva IPPC para centrales térmicas
VLE autorizados	Turbina de gas que funciona con gas natural: 11.6 mg SO ₂ /Nm ³ 50 mg NO _x /Nm ³ Turbina de gas que funciona con gasoil: 20 mgPST/Nm ³ 55.5 mg SO ₂ /Nm ³ (máximo 0,1 % en peso de azufre en el gasoil) 120 mgNO _x /Nm ³ Todas ellas referidas a un contenido en O ₂ del 15%
Responsable	Empresa propietaria de la central térmica
Grado de implantación	Inicio de las obras de construcción de una nueva planta de ciclo combinado de 850 mw
Estimación de la eficacia ambiental	Eliminación de la emisión de SO ₂ y partículas. Reducción del 90 % de la emisión específica de NO _x Reducción del 66 % de la emisión específica de CO ₂
Estimación del coste económico	340 M€
Plazo de ejecución	2009
Indicadores	<u>Emisión</u> : niveles de contaminantes en las corrientes de gases de salida <u>Inmisión</u> : Niveles de PM ₁₀ y PM _{2.5} y componente carbonoso

7.4.2. Refinería

La planta de refino de petróleo tiene previstas algunas medidas de reducción de emisión de contaminantes que se detallan en la Tabla 7.19. Dadas las emisiones

actuales de dicha instalación y la evaluación de su impacto en los niveles de calidad de aire de la zona, las medidas previstas se consideran adecuadas.

Tabla 7.19. Actuación N.5. Ficha-resumen de las medidas propuestas para la reducción de las emisiones procedentes de la refinería.

Actividad	Refino de petróleo
Contaminantes	Material particulado (PM ₁₀ y PM _{2.5}), SO _x , NO _x y algunos metales
Medidas propuestas	1- Reducción de las emisiones de SO₂ en la unidad de Craqueo Catalítico en lecho fluido (FCC) por aditivación de un producto químico capaz de capturar el SO₂ en el regenerador de la unidad de Craqueo. 2- Mejora de la eficiencia de las unidades de recuperación Claus de azufre a un 98% en condiciones óptimas de operación, mediante modificaciones en la unidad y cambio de catalizador en el último reactor catalítico de ambos trenes, asegurando un rendimiento de desulfuración del 98%. 3- Nueva Planta de Aminas (Lavado de Gases): para el lavado de fuel-gas del Coker antes de ser quemado en hornos, mejorando la calidad del mismo y minimizando las emisiones de SO₂. El gas ácido generado alimentará la nueva Planta de Recuperación de Azufre. Esta planta no produce emisiones a la atmósfera. 4- Nuevo Tren en la Planta de Recuperación de Azufre: con capacidad de 65 Tm/día con cuatro etapas de conversión catalítica para una eficiencia de recuperación de 98.5%. 5- Nueva Turbina de Cogeneración de 25 MW con una producción de vapor de 40 Tm/h, que mejorará la eficiencia energética de la refinería y consumirá el excedente de fuel-gas producido por el Coker, de forma que la cantidad de fuel-gas a quemar en antorchas será menor, reduciéndose las emisiones a la atmósfera.
Regulación	Legislación derivada de la Directiva IPPC para refinerías Autorización Ambiental Integrada de junio de 2006 (Expte nº 040/05 IPPC).
VLE autorizados	Hidrosulfuración, reformado, destilación a vacío, aceite térmico-planta asfaltos, generación de vapor, precalentamiento FCC, cogeneración (turbina tornado y turbina huracán), alquilación: 1500 mg SO₂/Nm³

	616 mg NO₂/Nm³ 5 mg H₂S/Nm³ 120 mg PST/Nm³ Craqueo catalítico en lecho fluido: 3000 mg SO₂/Nm³ al 6% O₂ Cogeneración (turbina nómada): 4000 mg SO₂/Nm³ 616 mg NO₂/Nm³ 5 mg H₂S/Nm³ 120 mg PST/Nm³ Producción de hidrógeno: 1000 mg SO₂/Nm³ 616 mg NO₂/Nm³ 5 mg H₂S/Nm³ 120 mg PST/Nm³
Responsable	Empresa propietaria
Grado de implantación 2006	Iniciada la ingeniería básica del proyecto de aditivación y de mejora de recuperación de azufre Realizada la ingeniería de detalle de la planta de aminas y el nuevo tren de recuperación de azufre Nueva turbina de cogeneración: en fase de desarrollo y aprobación, se ha iniciado la ingeniería básica
Estimación de la eficacia ambiental	FCC: reducción de un 20% de SO₂ Mejora recuperación de azufre: eficiencia de 98% Nueva Unidad de Lavado de Gases: eficiencia de 92% Nuevo tren de recuperación de azufre: eficiencia del 98.5% Nueva turbina de cogeneración: de los 25 MW que producirá, 12 MW serán de autoconsumo y 13 MW se importarán.
Estimación del coste económico	Aditivación en FCC: 1.2 M\$ Mejora eficiencia recuperación azufre: 1.6 M\$ Nueva Unidad de Lavado de Gases, Aminas IV: 7 M\$ Nueva Unidad de Recuperación de Azufre asciende a 13 M\$ Mejora de la eficiencia de la unidad de recuperación de azufre: 30 M\$.

Plazo de ejecución	2011
Indicadores	<u>Emisión:</u> niveles de contaminantes en la corriente de salida 1- Aditivación en FCC: medida en continuo de SO₂ en la corriente de salida 2- Se realizará un Test Run después de la puesta en marcha de las mejoras de las unidades de recuperación de azufre para comprobar el % de recuperación 3- Seguimiento de la eficiencia de la unidad de lavado de gases mediante el análisis de la calidad del fuelgas quemado en hornos, y el porcentaje de SH₂ a la entrada y salida de la unidad de Aminas IV 4- Se realizará un Test Run después de la puesta en marcha de la unidad nueva, con el fin de chequear la eficiencia y capacidad de recuperación de azufre. 5- Energía Eléctrica y Vapor producidos diariamente <u>Inmisión:</u> Niveles de PM₁₀, PM_{2.5}, SO_x, NO_x y metales

7.4.3. Planta de fabricación de caprolactama y sulfato amónico

Antecedentes: Descripción del problema

Unidad de recuperación de compuestos orgánicos volátiles.

Los gases de salida del reactor de oxidación contienen Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs), en su mayoría ciclohexano (94% aproximadamente) que no ha reaccionado. Dichos gases pasan por etapas de recuperación con el objeto de reducir las pérdidas: contactor directo, caldera de recuperación de calor que produce vapor de agua, torre intercambiadora de calor y torre agotadora de ciclohexano. Los gases de salida de esta torre son los que se emiten a la atmósfera y han de ser depurados.

Unidad de combustión de licores residuales.

Esta unidad se utiliza para eliminar varias corrientes residuales procedentes de los bloques de fabricación de ciclohexanona y caprolactama, mediante su combustión para producir vapor con el calor generado. Los gases de emisión están saturados en vapor de agua y llevan partículas en suspensión y dioxinas y furanos.

Unidad de reducción de gases nitrosos

En la fabricación de sulfato de hidroxilamina, una de las materias primas en la síntesis de caprolactama, se genera una elevada emisión de gases nitrosos.

Descripción de las medidas propuestas

Unidad de recuperación de compuestos orgánicos volátiles.

La medida para reducir las emisiones de COVs a la atmósfera es la adsorción en carbón activo de los COVs presentes en los gases de salida. Actualmente existe una unidad que lleva a cabo esta operación. La eficacia de recuperación de ciclohexano mediante esta unidad es del 99%. El proceso tiene dos funciones: adsorción de ciclohexano (en lechos de carbón activo) y recuperación del ciclohexano adsorbido (depósito colector de mezcla agua-ciclohexano y un enfriador-condensador de mezcla vapor de agua y ciclohexano).

Unidad de combustión de licores residuales.

Recientemente se ha instalado un sistema de depuración de partículas (precipitador electrostático) que asegura una concentración de salida inferior a 30 mg/Nm³, lo cual mejora los lavadores de gases existentes anteriormente.

Además, se han realizado modificaciones en el modo de operación para la destrucción completa de dioxinas y furanos.

Unidad de reducción de gases nitrosos.

Está prevista la instalación de una unidad de reducción catalítica de NO_x.

Estimación de la eficacia prevista

Unidad de recuperación de compuestos orgánicos volátiles.

La concentración de ciclohexano en la corriente de salida de la planta es inferior a 150 mg/Nm³, lo que supone una tasa de recuperación del 99%, que equivale a unas 780 Tm/año de ciclohexano.

Unidad de combustión de licores residuales.

La emisión de partículas procedentes de la unidad de combustión de licores residuales sin las medidas propuestas es de 132 kg/día (concentración de salida de 166 mg/Nm³), mientras que con la aplicación de las medidas propuestas, dicha emisión queda reducida a 36 kg/día de partículas (30 mg/Nm³).

Unidad de reducción de gases nitrosos

El objetivo es alcanzar una emisión de 300 vpm en la Unidad de Nitrito Amónico, lo que supondría una reducción del 96% de la emisión de partida en lugar del 93% de la reducción alcanzada hasta el momento. Para ello, se está investigando con distintos catalizadores.

Estimación del coste económico

En la Tabla 7.20 se presenta la inversión necesaria prevista para llevar a cabo las medidas descritas.

Tabla 7.20. Inversión necesaria para la implantación de medidas propuestas para reducción de emisiones en la planta de caprolactama.

Medida /Unidad	Inversión (Euros)
Unidad de recuperación de compuestos orgánicos volátiles	720 000
Unidad de combustión de licores residuales	2 195 000
Unidad de reducción de gases nitrosos	9 023 372

En la Tabla 7.21 se presenta un resumen de las medidas propuestas para la reducción de las emisiones procedentes de la planta de fabricación de caprolactama y sulfato amónico.

Tabla 7.21. Actuación N.6. Ficha-resumen de las medidas propuestas para la reducción de emisiones de la planta de fabricación de caprolactama.

Actividad	Fabricación de caprolactama y sulfato amónico
Contaminantes	Material particulado (PM ₁₀ y PM _{2.5}), SO _x y NO _x , COVs, dioxinas y furanos
Medidas propuestas	Unidad de recuperación de COVs Instalación de sistemas de depuración de partículas más eficientes (precipitadores electrostáticos) en la corriente de salida de la unidad de combustión de licores residuales Instalación de una unidad de reducción catalítica de NO _x
Regulación	Legislación derivada de la Directiva IPPC para plantas de fabricación de productos químicos
VLE autorizados	Planta para fabricar Nylon 6 y copolímeros: 150 mgPST/Nm ³ Planta para fabricar policarbonatodiol (PCD): 450 mg NO _x /Nm ³ referidas a un contenido en O ₂ del 3% 100 mg CO/Nm ³ referidas a un contenido en O ₂ del 3% <200 mg SO ₂ /Nm ³ referidas a un contenido en O ₂ del 18%
Responsable	Empresa propietaria
Plazo de ejecución	2009
Indicador	Emisión: niveles de contaminantes en las corrientes de salida Inmisión: Niveles de PM ₁₀ , PM _{2.5} , SO _x y NO _x .

7.4.4. Tráfico rodado

Las emisiones asociadas al tráfico suponen un porcentaje significativo de las emisiones totales generadas en el área de estudio (3.4% de las emisiones de PM₁₀ y

17% de las emisiones de NO_x, considerando únicamente los gases de combustión y el desgaste de frenos y neumáticos).

Además, en la zona de estudio hay una cantidad significativa de material depositada en el firme, debido a otras emisiones de material particulado, por lo que la resuspensión debida al tráfico puede ser más elevada que en otras zonas.

Con el fin de reducir las emisiones procedentes de los motores, se propone incentivar la renovación del parque de vehículos para ir suprimiendo los que no cumplan la norma EURO 3, lo cual tendría que ser regulado por la normativa autonómica con un plan específico. Los niveles de emisión alcanzables por los vehículos están fijados por la legislación (Tabla 5.16 a Tabla 5.18 del apartado de marco normativo).

Como medida adicional, se propone incentivar el uso de tecnologías de reducción de emisiones en vehículos diésel, como filtros de partículas, reducción catalítica selectiva (SCR) o recirculación de gases de combustión (EGR). El uso de estas tecnologías se puede promover mediante incentivos fiscales (reducción de la tasa de permiso de circulación, tasa de matriculación, etc.) especialmente para vehículos de transporte comercial, autobuses escolares y otros vehículos pesados de carácter privado. Además, los vehículos públicos también se pueden equipar con estas tecnologías (vehículos de recogida de basuras, camiones de bomberos, transporte público, etc.).

Como ya se ha expuesto en el apartado 5, las medidas de reducción de emisiones de los motores de vehículos tienen efectos a muy largo plazo. Así, aunque se establezca una normativa muy estricta en Euro 5, ésta tendrá efecto solamente en los nuevos vehículos. Aunque entre en vigor esta normativa, seguirán circulando vehículos anteriores a Euro 3 que son los principales causantes de las elevadas tasas de emisión. Esta situación es muy diferente de las mejoras tecnológicas ambientales industriales, las cuales tienen un efecto directo sobre la reducción de emisiones.

Por último, se recomienda controlar la circulación de vehículos pesados por el interior de los núcleos urbanos, creando rutas alternativas, que pueden ser un by-pass o rondas de circunvalación. Esta opción conllevaría una mayor inversión (Tabla 7.22).

En cuanto a las **emisiones debidas a resuspensión**, se propone realizar una **limpieza del firme de las carreteras** más transitadas por vehículos de transporte de material pulverulento, con el fin de reducir la cantidad de material depositado en el firme y consecuentemente reducir las emisiones debidas a resuspensión. Dicha limpieza debería llevarse a cabo de manera periódica y aumentar la frecuencia en épocas de sequía.

La responsabilidad en las actuaciones, tales como la limpieza de las carreteras, corresponderá, según los casos, a las entidades locales o a la administración autonómica, en función de la titularidad de las carreteras existentes en los municipios que se ven afectados por este Plan de Mejora de la Calidad del Aire, detallados en el capítulo 2 del mismo.

Tabla 7.22. Actuación N.3. Ficha-resumen de las medidas propuestas para la reducción de emisiones por tráfico rodado.

Actividad	Tráfico rodado: fundamentalmente vehículos pesados diésel (Emisiones de motores de combustión y abrasión mecánica)
Contaminantes	Material particulado (PM ₁₀ y PM _{2.5}), NO _x y metales (Fe, Zn, Sb, Ba).
Medidas propuestas	Renovación del parque de vehículos anteriores a EURO 3 (2000). Incentivo fiscal al uso de tecnologías de reducción de emisiones en vehículos diésel (filtros de partículas en vehículos diésel, reducción catalítica selectiva, recirculación de gases de combustión, ...), especialmente vehículos de transporte comercial, autobuses, administración, escolar, etc. Limpieza del firme de las carreteras más transitadas y cercanas a núcleos urbanos. Control del circuitos de circulación de vehículos pesados
Regulación	Directivas de emisión de vehículos EURO 4 (2005) y EURO 5
Responsable	Empresas de transporte profesional Administración local y autonómica
Grado de implantación 2006	Bajo, sin cuantificar
Estimación de la eficacia ambiental	Sin cuantificar
Estimación del coste económico	Sin cuantificar
Plazo de ejecución	2009-2012
Indicadores	Niveles de PM ₁₀ y PM _{2.5} y componente carbonoso en aire ambiente

7.4.5. Actividades de gestión de materias primas pulverulentas (incluido su transporte por carretera), minería de arcillas, extracción y procesado de áridos, construcción y demolición

Además de la gestión de materias primas pulverulentas en las instalaciones cerámicas o en actividades de construcción y demolición, se ha considerado la manipulación de materias primas utilizadas para otras industrias en la zona de estudio, o bien para la industria cerámica pero fuera de sus instalaciones propiamente dichas.

Las medidas propuestas para la reducción de las emisiones generadas en **actividades que gestionan materias primas** se detallan en la Tabla 7.23. Se propone cerramiento dotado de aspiración y filtración posterior en las operaciones generadoras de polvo (tritución, molienda, etc.) y cerramiento parcial o total de las instalaciones de almacenamiento y manipulación de materias primas. Como medidas complementarias se propone el riego de zonas no pavimentadas y la pavimentación de las más transitadas, con una limpieza regular.

En cuanto al **transporte por carretera**, la medida más drástica sería sustituir, para los materiales micronizados y/o granulados, los camiones bañera por camiones cuba o transporte en silos. No obstante, es posible evitar o reducir las emisiones mediante la implantación de buenas prácticas aun utilizando camiones bañera:

- Cubrir la bañera (tanto con como sin carga) con una lona en buen estado.
- Transportar una cantidad de material que no supere el límite de la bañera, de modo que no sobresalga la pila del material por encima del nivel de la bañera.
- Mantener la puerta trasera de la bañera en buenas condiciones de forma que el cierre sea lo más hermético posible, evitando pérdidas de material.
- Humedecer el material susceptible de ser emitido (parte baja de la bañera y parte superior).
- Circular a una velocidad moderada, sobre todo en curvas, rotondas, etc.
- Lavado de neumáticos y bajos de camiones previamente a la salida a las vías públicas.
- Favorecer la circulación por vías pavimentadas dentro y fuera de las instalaciones (accesos y salidas de minas, obras públicas, etc.), o cuando no sea posible, regar las zonas de circulación y dotarlas de una capa de materiales granulares (gravas, arenas, chamota, etc.) para evitar la resuspensión.

En el caso del **transporte por carretera de materiales pulverulentos**, como se ha indicado anteriormente, se generan emisiones de partículas por cuatro mecanismos (los dos primeros inherentes al tráfico):

- Emisiones de motores diésel de los vehículos pesados, que podrían estimarse en 500 a 250 mgPM₁₀/km y 5000-2000 gNO_x/kWh.
- Desgaste de frenos, neumáticos y firme de rodadura, que podrían estimarse en unos 250 a 100 mgPM₁₀/km.
- Pérdidas de la carga del camión por reboses o cierres deficientes. Las emisiones de estas pérdidas dependen del tipo de camión (camiones cisterna o bañera), de las condiciones del transporte y de las prácticas de carga, descarga y transporte (buen estado de la puerta trasera de la bañera que garantice un cierre adecuado, cobertura total de carga con toldos, grado de llenado para evitar reboses superiores, grado de limpieza de ruedas y bajos del camión, entre otros factores). Por ello las emisiones por kilómetro

son muy variables, pero en todo caso varios órdenes de magnitud superiores a los dos tipos de emisiones anteriores. Se considera este foco de emisión como uno de los principales a controlar mediante la supervisión de las condiciones del transporte del material pulverulento.

- Resuspensión de material depositado en el firme. Aunque esta resuspensión se produce en todas las áreas afectadas por emisiones del tráfico, en la zona cerámica este tipo de emisión es de especial relevancia. La pérdida y deposición sobre la calzada de material pulverulento durante el transporte de las materias primas o bien el depósito atmosférico de las emisiones canalizadas provocan unas emisiones muy importantes por la continua resuspensión del citado material por el tráfico rodado. Una limpieza periódica de los firmes de rodadura garantizaría una reducción considerable de estas emisiones.

En este punto se recordará la cuantificación realizada en el apartado 4.1.4 para las emisiones generadas por **transporte de material pulverulento** por tráfico rodado. Se ha realizado una estimación de la emisión debida a las pérdidas de material durante su transporte por carretera en camiones bañera, aunque se ha de considerar meramente orientativa del orden de magnitud de estas emisiones.

Cabe recordar que para el cálculo se ha tenido en cuenta que hay un flujo de transporte medio de materia prima pulverulenta de unos 20000 viajes semanales, con unas pérdidas de carga de unos 0.05 kg de PM₁₀ por tonelada transportada que se traducen a nivel sectorial en unas 1200 toneladas de PM₁₀.

Se considera que estas pérdidas por transporte se pueden asimilar a emisiones, dado que existen otras emisiones debidas a la gestión de materias primas que no se consideran, por ejemplo las debidas a descarga en puerto de las materias primas pulverulentas a granel para la industria cerámica, gestión por los suministradores, etc. En consecuencia, dado que no se dispone de información de detalle para realizar una cuantificación completa, se tomará el valor anterior como representativo del global de todas estas emisiones, a falta de una cuantificación de mayor detalle de todas ellas.

A este valor, como se ha indicado anteriormente, se han de añadir 15 toneladas de PM₁₀ por emisiones del motor y desgaste mecánico y de rodadura del vehículo.

Si se adoptan todas las medidas correctoras previstas, tanto en los vehículos como en las infraestructuras (asfaltado completo, limpieza de viales, etc.) se puede considerar que tomando las eficacias consideradas en la bibliografía - fundamentalmente en el documento "Emission Estimation Technique Manual for Mining (Versión 2.3)" para la elaboración del "National Pollutant Inventory" de la Agencia de Protección Ambiental de Australia- pueden tener una eficacia global sobre un 90%, por lo que la reducción prevista, en el transporte de materias primas para la industria cerámica estaría sobre 1080 toneladas anuales de PM₁₀

Por otra parte, en este apartado se tendrían que añadir las emisiones debidas al transporte de materiales no cerámicos (materiales de construcción, movimentación de

tierras en obra pública y privada, demolición, extracción y procesado de áridos, etc.), que no se han cuantificado.

Tabla 7.23. Actuación N.1. Ficha-resumen de las medidas propuestas para reducir las emisiones difusas de partículas en industrias que gestionan materias primas pulverulentas.

Actividad	Recepción y preparación de materias primas en otras industrias que gestionen materias primas pulverulentas: ladrilleras, suministradores de materias primas, Puerto de Castelló. Transporte por carretera de dichas materias primas
Contaminantes	Material particulado (PST, PM ₁₀ y PM _{2.5}) (emisiones difusas)
Medidas propuestas	Encerramientos dotados de aspiración y filtración posterior en las operaciones generadoras de polvo (trituration, etc.) Cerramiento parcial o total de las instalaciones de almacenamiento y manipulación de materias primas Riego y pavimentación de viales de circulación. Mantenimiento adecuado de la bañera de los camiones (lona, cierre, etc.) e inspección Limpieza periódica de las carreteras principales
Regulación	Legislación derivada de la Directiva IPPC Ordenanzas municipales y/o Planes de Ordenación Urbana
Responsable	Suministradores de materias primas para la industria cerámica Gestión de graneles en el Puerto de Castelló Otras industrias que gestionen materias primas pulverulentas a granel
Grado de implantación 2006	Bajo, sin cuantificar
Estimación de la eficacia ambiental	Materiales cerámicos: 1080 toneladas anuales de PM₁₀ Materiales no cerámicos: sin cuantificar
Estimación del coste económico	Sin cuantificar
Plazo de ejecución	Instalaciones Nuevas: 2009 Instalaciones Existentes: 2009-2012
Indicadores	<u>Emisión</u>: Niveles de PST y/o PM₁₀ en los alrededores de la actividad <u>Inmisión</u>: Niveles de PM₁₀ y/o PM_{2.5} y componente cristal

7.4.6. Agricultura. Quema de biomasa

La **quema de biomasa no controlada** es una práctica habitual llevada a cabo con los residuos de poda en la zona de estudio. Esta actividad tiene asociadas emisiones de partículas, con alto contenido de carbono en su composición. Para reducir dichas emisiones, se propone una alternativa a la quema: la trituración de residuos de poda y su posterior utilización como fertilizante. Para ello se requiere la adquisición de vehículos de trituración (bien por parte de la administración o bien por parte de los agricultores). Además, es necesario que la disposición de los árboles en la parcela sea adecuada, dejando suficiente espacio entre árboles para el paso de esta maquinaria especializada. Actualmente, la Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación incentiva la compra de este tipo de maquinaria y su utilización mediante distintas líneas de ayuda como la Promoción de nuevas tecnologías en maquinaria y productos agrarios, Producción integrada, Cultivos en común y Fondos operativos. Estas líneas de actuación están funcionando como medidas correctoras permitiendo así una mejora en la situación.

Si la quema de residuos de poda se sustituye progresivamente por la trituración y quema controlada, cabe esperar una reducción ulterior de unas 164 TmPM₁₀/año, suponiendo un grado de implantación del 85% (Tabla 7.24).

Tabla 7.24. Actuación N.2. Ficha-resumen de las medidas propuestas para reducir las emisiones difusas de partículas en actividades agrícolas.

Actividad	Agricultura: Quema de biomasa (residuos de poda) al aire libre
Contaminantes	Material particulado (PM ₁₀ y PM _{2.5}) (emisiones difusas)
Medidas propuestas	Trituración de residuos de poda y uso como material fertilizante del suelo en vez de su combustión Instalaciones de quema comunes acondicionadas con sistema de depuración
Regulación	Actividad sin apenas regulación Conselleria de Agricultura
Responsable	Agricultores y cooperativas agrarias Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda, y Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación.
Grado de implantación 2007	Medio en cítricos, bajo en el resto de cultivos.
Estimación de la eficacia ambiental	164 Tm de PM ₁₀
Estimación del coste económico	Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación.
Plazo de ejecución	2009-2012
Indicadores	Niveles de PM ₁₀ y PM _{2.5} y componente carbonoso en aire ambiente

7.4.7. Sector residencial y servicios

Para la reducción de las emisiones procedentes del sector residencial y servicios se propone una serie de medidas que se detallan en la Tabla 7.25.

Tabla 7.25. Actuación N.9. Ficha-resumen de las medidas propuestas para reducir las emisiones procedentes del sector residencial y servicios.

Actividad	Sector residencial y servicios (Emisiones difusas de material particulado y gases contaminantes)
Contaminantes	Material particulado (PM ₁₀ , PM _{2.5}), NO _x y SO ₂
Medidas	Sustitución de calderas de combustibles sólidos o fuel óleo por otras que operen con combustibles más limpios (gasoil o gas natural) Fomento del uso de energía solar térmica (agua sanitaria)
Regulación	Conselleria Nuevo Código de Edificación
Responsable	Ayuntamientos, distribuidores de gas, empresas eléctricas, comunidades de vecinos
Plazo de ejecución	2009-2012
Indicadores	Número de calderas sustituidas/año Número de instalaciones de energía solar térmica Consumo (por municipios) de energía eléctrica convencional Consumo (por municipios) de gas natural

7.4.8. Sector transporte

La primera cuestión que es necesario considerar es que muchas de las soluciones técnicas sugeridas para reducir las emisiones de vehículos (especialmente diesel) no contemplan las no relativas al motor. Se ha de tener en cuenta que, como media, alrededor del 50% de las emisiones de PM₁₀ de un vehículo de pasajeros se realiza a través del tubo de escape, mientras que el otro 50% se debe al desgaste de frenos, firme de rodadura y ruedas. Esta proporción de emisiones por abrasión se reduce ligeramente en PM_{2.5}, pero continúa siendo importante dado que la mayor parte de los productos de abrasión de los frenos se emite en forma de partículas finas (PM_{2.5}). La reducción de estas emisiones es un problema mucho más complejo, y probablemente las estrategias más efectivas para actuar sobre ellas se basan en la reducción de la intensidad del tráfico. Cabe resaltar que las normas de emisión de vehículos no contemplan las emisiones por desgaste de ruedas, frenos y firme de

rodadura, a pesar de que éstas pueden suponer un volumen similar al emitido por los motores.

En la última década la industria automovilística ha realizado un esfuerzo considerable para adaptar los vehículos a una reducción tan drástica de los niveles de emisión de contaminantes atmosféricos. A modo de ejemplo se resume la evolución normativa vehículos de diesel pasajeros y comerciales ligeros.

1992	EURO 1	180 mg PM / km
1996	EURO 2	80 mg PM / km
2000	EURO 3	50 mg PM / km
2005	EURO 4	25 mg PM / km
2008	EURO 5	5 mg PM / km

A pesar de este esfuerzo de la industria automovilística, el incremento en el parque de vehículos y la ‘dieselización’ del mismo han impedido que estas medidas ambientales tuvieran repercusión sobre el descenso paralelo de los niveles de PM en aire ambiente.

A continuación se revisa una serie de **medidas tecnológicas y no tecnológicas** para la reducción de emisiones de contaminantes atmosféricos del tráfico. Las primeras son aquellas que se basan en modificaciones tecnológicas de los motores o en la aplicación de tecnología para tratar de reducir las emisiones de los motores. Las medidas no tecnológicas son aquellas encaminadas a reducir las emisiones del tráfico mediante actuaciones o modulaciones del mismo como crear zonas peatonales, limitar flujos vehiculares, limitar la velocidad, entre otras medidas.

Las medidas no tecnológicas son las que se pueden utilizar para aplicación en pre-alertas y alertas de calidad del aire, ya que las medidas tecnológicas tienen impacto a medio y largo plazo, pero no a corto. Así, las medidas tecnológicas pueden llegar a tener un efecto muy marcado en la reducción de emisiones de contaminantes por motores en vehículos nuevos o relativamente nuevos, o bien en las emisiones del transporte público si se aplican tecnologías de reducción de emisiones a vehículos existentes. Sin embargo, no tienen efecto en la reducción inmediata de los contaminantes en un episodio de alerta.

Así gran parte de las emisiones de contaminantes procedentes del tráfico rodado en áreas urbanas son atribuibles a vehículos ligeros y pesados de cierta antigüedad. Como se ha expuesto anteriormente, se ha avanzado mucho en la reducción de contaminantes de motores diesel desde los años 90, aunque no siempre es posible técnicamente equipar los vehículos de mayor antigüedad con las tecnologías descritas para la reducción de emisiones.

Además existen unas emisiones por abrasión mecánica (desgaste de ruedas, frenos y firme de rodadura) para las que ninguna medida tecnológica actual permite reducir este tipo de emisiones.

Por tanto para reducir a corto, medio y largo plazo las emisiones de los vehículos son necesarias las medidas no tecnológicas. Ejemplos de este tipo de medidas son la prohibición de circulación de transporte privado en días de elevada contaminación, la implantación de zonas peatonales, el uso de estructuras para limitar velocidades, y el incremento de la capacidad de medios de transporte con emisiones bajas (metro, tranvía, tren, bicicletas, y otros tipos de transporte no motorizado).

Medidas no tecnológicas con impacto a corto plazo

Las dos medidas con mayor efecto a corto plazo son las que restringen el tráfico en un periodo de tiempo y en un área determinada, y las actividades de lavado del polvo del firme de rodadura para evitar resuspensión. Estas actuaciones pueden reducir las emisiones de PM a corto plazo y son medidas utilizadas para impedir superaciones de los niveles límite de la directiva de calidad del aire durante episodios agudos de contaminación.

Actuaciones para restringir el volumen de tráfico (Fuente: Fundación Gas Natural, cuaderno nº 4, la calidad del aire urbano, salud y tráfico rodado)

Las prohibiciones temporales de circulación de vehículos privados en zonas urbanas específicas reducen las emisiones con gran efectividad. Sin embargo estas medidas afectan en gran medida al flujo de tráfico y por tanto deben ser aplicadas únicamente en casos excepcionales ya que pueden provocar el desplazamiento del tráfico de unas zonas a otras y por tanto incrementar los niveles de emisión en las zonas hacia donde se desplaza el tráfico desde la zona afectada por la prohibición. Es muy aconsejable aplicar modelos para predecir los efectos de las prohibiciones temporales de circulación.

Se ha de tener muy en cuenta que los vehículos diesel fabricados a principios de los años 90 y anteriores, y por tanto producidos según criterios EURO poco exigentes (especialmente los anteriores a EURO2 para vehículos de pasajeros o comerciales ligeros), generan volúmenes de emisiones de contaminantes muy elevados. En lo referente a los vehículos pesados, es a partir de la norma EURO 4 cuando se reducen considerablemente las emisiones. En caso de aplicación forzosa de restricciones el impacto de la reducción de emisiones sería mayor si éstas afectasen a los vehículos más antiguos.

Los vehículos diesel superiores a 12 toneladas son generalmente los que emiten mayores volúmenes de PM en el medio urbano. Por tanto, para obtener el máximo rendimiento en la reducción de emisiones en las prohibiciones temporales de tráfico sería recomendable actuar sobre este tipo de vehículos, y autorizar la circulación a

vehículos de tonelaje inferior. Para ello es siempre necesario poder ofrecer unas rutas alternativas para la circulación de vehículos pesados durante las prohibiciones.

Además del efecto de la reducción de emisiones de motores diesel, las prohibiciones temporales disminuyen también las emisiones de PM derivadas de la erosión del firme de rodadura, la resuspensión y la abrasión de frenos y ruedas, emisión atribuible a todo tipo de vehículos (incluidos los de gasolina). Por ello, este tipo de medida puede tener efectos inmediatos y ayudar a mejorar la calidad del aire temporalmente en casos extremos de contaminación aguda, tales como los producidos en episodios de calma atmosférica (típicos de invierno y otoño). En determinadas ciudades se aplican las prohibiciones temporales de circulación de vehículos privados de pasajeros (y en algunos casos también vehículos con tonelaje superior a 7.5 t) en las zonas centrales de la ciudad durante los domingos y festivos, mientras que en otras ciudades la prohibición afecta a vehículos según el número de las matrículas, pares o impares. En estudios específicos realizados para determinar la eficiencia de estas medidas, en este último caso (matrículas pares e impares) los resultados muestran que en algunas ciudades italianas y alemanas la disminución ha sido poco significativa (10-20%, CE, 2004). Hay que tener en cuenta que existen vehículos comerciales, de la administración y de transporte urbano que por razones logísticas no pueden estar afectados por tales medidas. Además un gran número de usuarios puede tener más de un vehículo con matrículas pares e impares. Sin embargo en Alemania se han determinado eficiencias de reducción de los niveles de PM en aire ambiente del orden de 35-45% mediante aplicación de prohibiciones en domingos y festivos.

i. Limitación de la velocidad de circulación

Mediante la limitación de la velocidad de circulación en zonas urbanas a un máximo de 30 km/h en zonas de congestión donde los valores límite se superen con frecuencia, en conjunción con medidas acordes en lo referente a la sincronización de semáforos, se han logrado obtener reducciones importantes de todo tipo de contaminantes procedentes del tráfico (del motor y por abrasión mecánica). Sin embargo los efectos no son extrapolables a todas las situaciones. Así, en Berlín se ha podido demostrar que su efecto no es importante en las zonas de tráfico intenso, y que la reducción obtenida era del rango inferior al obtenido por variaciones meteorológicas en el periodo de control. En accesos a aglomeraciones urbanas mediante autovías y autopistas se ha aplicado la reducción de 120 a 80 km/h. Esta medida ha sido bastante polémica en Barcelona, pero en otras partes de Europa (Róterdam, Amsterdam, Tirol) se ha aplicado sin tantos problemas. Los resultados generales es que reduce en alrededor de 4-6 % las emisiones de PM, 8-10% de NO₂, reduce la congestión en una proporción elevada de los casos y reduce los accidentes. En España hay bastantes autovías con limitación de velocidad a 80 km/h.

ii. *Sistemas de gestión del flujo de tráfico*

Los sistemas de gestión dinámica del tráfico en ciudades durante episodios de contaminación concretos pueden redirigir el tráfico desde zonas con calidad de aire crítica hacia zonas alternativas para evitar superaciones inminentes del valor límite diario. Estas medidas requieren de sistemas de gestión complejos que midan el flujo de tráfico y se alimenten de datos de calidad del aire en tiempo real, que a su vez alimenten modelos de predicción capaces de activar rutas alternativas de tráfico para mejorar la calidad del aire en zonas concretas sin llegar a deteriorarla drásticamente en las zonas hacia donde se dirija el tráfico

iii. *Optimización del flujo de tráfico*

El objetivo consiste en lograr que el tráfico sea más fluido por medio de la optimización de los semáforos y la reducción de las obstrucciones en las vías (vehículos incorrectamente estacionados, trabajos de construcción, etc.). Estas medidas pueden alcanzar una reducción de las emisiones de vehículos individuales del 30-50%. La reducción de situaciones de parada y arranque sucesivas puede incrementar esta reducción hasta el 80% (calculado al comparar con la circulación por vías prioritarias sin obstrucciones). Esta reducción se corresponde con un descenso aproximado de 5-25% de los niveles de PM₁₀ en las proximidades de las vías de tráfico.

Sin embargo, es necesario considerar que el tráfico más fluido generalmente implica un menor tiempo de circulación, lo cual podría incentivar el uso del vehículo privado y de este modo incrementar el volumen de tráfico en las ciudades. Por ello, este tipo de medidas debe ser complementado por otras como la correcta gestión de los espacios habilitados para el estacionamiento.

iv. *Limpieza del firme de rodadura en vías de tráfico*

La limpieza periódica de las calles y firmes de rodadura con agua puede reducir los niveles de resuspensión de material depositado sobre la superficie. Hasta el momento solamente se han realizado evaluaciones del efecto de esta medida en países nórdicos para lavar el material procedente de la adición de arena que evita la formación de capas de hielo sobre el firme en invierno. Los resultados no han mostrado eficacias de lavado importantes para PM₁₀, aunque sí para las partículas totales en suspensión (TSP). Sin embargo, esta evaluación no se ha realizado en países del sur de Europa en condiciones de sequedad del polvo muy superiores, y por tanto con una eficiencia posiblemente muy superior a la de las altas condiciones de humedad del invierno de países nórdicos.

v. *Acceso restringido de vehículos a ‘zonas ambientales’*

El acceso restringido de vehículos a zonas urbanas con elevada contaminación atmosférica (‘zonas ambientales’) puede generar reducciones de los volúmenes de

emisión global. El acceso puede reducirse y permitirse a ciertos tipos de vehículos con emisiones reducidas de contaminantes.

La limitación de acceso por matrículas pares e impares es una posibilidad aunque su aplicación ha permitido reducir las emisiones en torno a 10-12% en zonas donde se ha aplicado.

La aplicación de peajes de acceso para el transporte privado a determinadas áreas urbanas ha demostrado ser efectiva para reducir el flujo de tráfico en determinadas ciudades, lo que ha permitido también la mayor facilidad de implantación de modos de transporte más ecológicos. Del mismo modo, un sistema de peaje que promueva el acceso selectivo de vehículos con bajas emisiones o penalice a aquellos con altas tasas de emisión puede hacer más efectiva la implantación de dichas estrategias. Sin embargo, la implantación de estos peajes requiere estructuras logísticas y de transporte público adecuadas que permitan el uso alternativo de otros medios de transporte, dado que se penaliza el privado.

Otras estrategias basadas en reducir el espacio de aparcamiento o bien en encarecer el mismo en determinadas zonas pueden también favorecer el uso del transporte público en determinadas zonas urbanas congestionadas.

vi. Desvío del tráfico de zonas urbanas

En muchas ciudades existe aún un margen importante de desplazamiento o desvío del tráfico rodado de arterias de circulación que atraviesan zonas centrales del núcleo urbano, mediante la construcción de cinturones que liberen estas zonas de una parte del tráfico. Sin embargo, estas estrategias solamente pueden llegar a conseguir reubicar espacialmente las emisiones, y deben utilizarse para situaciones especiales. La eficacia de reducción de emisiones en valores absolutos residirá en la reducción de la congestión, contando con volumen de tráfico constante.

vii. Incentivar medios de transporte más ecológico

En áreas urbanas con medios de transporte público y estructuras urbanas adecuadas puede incentivarse la reducción del uso del vehículo privado y promover el uso de otros medios de transporte más ecológicos (red de autobuses, metro, trenes, tranvías, bicicletas, vías peatonales, entre otras). En las principales arterias urbanas de tráfico, con flujo muy intenso y por tanto con mayor potencial de superación de los valores límite de calidad del aire, el potencial de aplicación de estas medidas es bajo pues, algunas de ellas (carril bici, tranvías, incremento de espacios peatonales) pueden causar problemas de congestión al resto del tráfico. En otras zonas de la ciudad, sin embargo, el potencial de aplicación es elevado. Estas medidas requieren de una política de educación ambiental muy marcada y unas infraestructuras que faciliten la posible selección de los citados medios de transporte alternativo.

7.4.9. Resumen de medidas propuestas, reducción de emisión prevista e inversiones pendientes.

A continuación se presenta un resumen de las medidas propuestas separándolas en dos fases de actuación, que se han priorizado atendiendo a los valores de calidad de aire comentados.

Primera fase: material particulado y metales (2009-2010)

Las medidas de la primera fase son de aplicación prácticamente inmediata en los años 2008 y 2009 (al menos su puesta en marcha, la ejecución puede obviamente superar el periodo), y se resumen en la Tabla 7.26. El objetivo general de esta primera fase es la reducción de niveles de PM₁₀ y metales mediante la reducción de las emisiones de los focos más significativos.

El hecho de priorizar las medidas a adoptar en las instalaciones cerámicas (descritas en los apartados 7.2 y 7.3) responde a los resultados de los estudios de caracterización química y de contribución de fuentes, que identifican las fuentes cerámicas como las principales causantes de los incrementos de los niveles de PM₁₀, PM_{2.5} y metales, respecto a otras ciudades españolas, siendo estos parámetros críticos en la zona de estudio. Aunque sin olvidar las otras actividades importantes emisores de PM₁₀ en la zona de estudio, que según los resultados previos se pueden agrupar en tres actividades: el sector proveedor de materias primas a la industria cerámica (minería, transporte, etc.), la agricultura y la construcción.

Segunda fase: contaminantes gaseosos (2011-2012)

Las medidas que se proponen se resumen en la Tabla 7.27. El objetivo de esta segunda fase consiste en reducir las emisiones de compuestos ácidos y complementar la reducción de PM y metales, para alcanzar los niveles meta propuestos.

El periodo de aplicación puede depender de factores adicionales, aunque se aconseja su puesta en marcha inmediata siempre que no interfiera con las medidas propuestas anteriormente, con lo que en caso de conflicto deberían priorizarse las de la primera fase que afectan a material particulado y metales.

Dado que las instalaciones de la central térmica, la refinería y algunas emisiones de la industria cerámica tienen un impacto relativamente elevado en los niveles de contaminantes primarios y secundarios (ozono), en una segunda fase del presente plan de mejora de calidad de aire será necesaria la reducción de las emisiones de compuestos ácidos (HF, SO₂ y NO_x) procedentes de estas fuentes.

Tabla 7.26. Resumen de medidas propuestas para implantación en una primera fase (2009-2010), tendentes a reducir prioritariamente PM₁₀ y metales. (SC: sin cuantificar).

Actividad (tipo de emisión)	Medida propuesta	Apartado/ Medida	Reducción potencial (Tm/año)	Inversión pendiente (M€)
Industria cerámica (emisiones difusas)	Cerramiento total en eras situadas a menos de 1000m de alguna población (aproximadamente el 35% de las instalaciones)	7.2.1 / B.1	1200 TmPM ₁₀ /año	71
	Cerramiento parcial y aplicación de medidas para almacenamiento al aire libre en el resto, y cerramiento total en algunas de ellas			
	Pavimentación y limpieza de viales de circulación dentro de las instalaciones, control de las medidas a aplicar en camiones (cubiertos con lona, buen cerramiento de la puerta trasera, etc.)			
Industria cerámica, (baldosas y fritas) (emisiones canalizadas)	Sustitución de los sistemas de bajo rendimiento en atomizadores por filtros de mangas (pendiente un 10% de las instalaciones)	7.2.2, 7.3.1 y 7.3.3/ B.2 y B.3	1032 TmPM ₁₀ /año Metales SC	18
	Sustitución de sistemas de medio rendimiento por filtros de mangas en todos los focos fríos de la fabricación de baldosas, fritas y esmaltes cerámicos			
	Instalación de filtros de mangas en todos los hornos de fritas para alcanzar niveles de emisión de 30 mg/Nm ³ (pendiente menos del 10% de las instalaciones)			
	Incentivos para la sustitución total de sistemas de depuración vía húmeda en atomizadores por filtros de mangas para alcanzar niveles de emisión de 30 mg/Nm ³ , con el fin de conseguir la renovación total antes de 2015			
Materias primas cerámicas (extracción, transporte y gestión) (emisiones difusas)	Limpieza del firme de las carreteras más transitadas por camiones que transportan materias primas pulverulentas a granes de la industria cerámica (arcillas, gránulo atomizado, etc.), control e inspección de camiones bañera para evitar pérdidas y reboses de material, medidas correctoras en las infraestructuras portuarias de gestión de graneles, medidas correctoras en suministradores de materias primas y minería.	7.4.5/ N1	1080 TmPM ₁₀ /año	SC
Agricultura (emisiones difusas)	Evitar la quema incontrolada de biomasa mediante la trituración de residuos de poda o instalaciones de quema comunes dotadas de sistemas de depuración de los gases de salida	7.4.6	930 TmPM ₁₀ /año	SC
Construcción (emisiones difusas)	Tomar medidas correctoras para evitar las emisiones difusas de partículas en la construcción pública y privada en movimentación de tierras, extracción y procesamiento de áridos, operaciones de demolición, etc.	7.4.5	PM SC	SC
Fritas, esmaltes, colorantes y baldosas cerámicas	Reducción del uso de materias primas con contenido en As, Pb, Cd y Se	7.3.2	Metales SC	SC
Central térmica, refinería y planta de caprolactama	Reducción de emisiones de PST de acuerdo con las MTDs de cada proceso y/o subproces	7.4.1, 7.4.2 7.4.3	PM ₁₀ SC Metales SC	SC

Tabla 7.27. Resumen de medidas propuestas para implantación en una segunda fase (2011-2012), tendentes a reducir prioritariamente compuestos ácidos (HF, HCl, SO_x, NO_x) y complementar PM y metales. SC: sin cuantificar.

Actividad	Medida propuesta	Apartado/Medida	Reducción prevista (Tm/año)	Inversión pendiente (M€)
Industria cerámica (emisiones canalizadas)	Depuración de contaminantes ácidos en los hornos de baldosas en todas las instalaciones	7.2.3 / B.3	1300TmHF/año HCl y SO ₂ SC	50.6
Industria de fritas, colorantes y otros (emisiones canalizadas)	Implantación de medidas primarias de reducción de la emisión de NO _x en hornos de fusión de fritas, baldosas, etc. (reducción de la cantidad de nitratos en la materia prima, oxicomustión y quemadores de bajo NO _x). E incluso implantación de medidas secundarias si con las primeras no se logran los objetivos de reducción.	7.3.2 / F.2	NO _x SC	SC
Central térmica, refinería y planta de caprolactama (emisiones canalizadas)	Reducción de compuestos ácidos (sobre todo SO _x) y de NO _x	7.4.1 7.4.2 7.4.3	SO _x y NO _x SC	SC
Tráfico rodado (emisiones canalizadas móviles)	Medidas para la renovación del parque de vehículos anteriores a EURO 3, incentivos al uso de tecnologías de reducción de emisiones en vehículos diesel, etc.	7.4.4	PM ₁₀ y PM _{2.5} SC	SC

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Sobre el control de la calidad del aire y caracterización meteorológica

En cuanto a la continuidad del control de la calidad del aire y la caracterización meteorológica en la zona objeto de estudio, se recomienda:

A) Continuar con las medidas de PM₁₀ y PM_{2.5} en aire ambiente

Cabe destacar que las medidas que se llevan a cabo actualmente en las estaciones de Borriana-residencia, Onda, L'Alcora-PM y Vila-real se hacen adecuadamente, pues se realizan mediante el método gravimétrico y con periodicidad diaria, aunque ello requiere gran esfuerzo. Como resultado se obtienen niveles de PM medidos según las exigencias de la normativa vigente. En las estaciones de Borriana-rural, Almassora y L'Alcora la medida se realiza por métodos automáticos, pero el procedimiento se considera adecuado ya que se realizan intercomparaciones con el método gravimétrico de manera periódica, tal como exige la normativa vigente. Se recomienda realizar estos ejercicios de intercomparación al menos durante dos campañas al año en cada estación.

B) No interrumpir el muestreo de PM₁₀ para medir PM_{2.5}

Se recomienda medir PM₁₀ ininterrumpidamente y utilizar captadores adicionales para el muestreo de PM_{2.5}. Dado que los niveles de PM_{2.5} se distribuyen espacialmente de manera más homogénea, se pueden seleccionar 2 estaciones para su medida por el método gravimétrico. L'Alcora-PM y Borriana-residencia serían dos emplazamientos adecuados. En las estaciones con medidores automáticos (Borriana-rural, Almassora y L'Alcora) se han de hacer intercomparaciones periódicas con el método gravimétrico.

C) Continuar con el control de niveles de metales en aire ambiente

El control de los niveles de metales se recomienda especialmente en el caso de As, Cd, Ni, Pb, Zr, Tl y Zn, utilizando los indicadores de seguimiento que se exponen en el apartado 8.3. Aunque los niveles alcanzados sean bajos, el control permite asegurar el buen funcionamiento de las tecnologías de depuración implantadas, y poner en marcha el sistema de indicadores propuesto.

D) Instalar estaciones de control de la calidad del aire en las zonas de Vall d'Alba-Cabanes-Vilafamés y en la de Nules-Moncofa-La Vall d'Uixó

Dada la expansión de actividad cerámica que tiene lugar en los polígonos industriales situados en las zonas de Vall d'Alba-Cabanes-Vilafamés y en la de Nules-Moncofa-La Vall d'Uixó, se recomienda instalar estaciones de control de la calidad del aire con medida de PM₁₀, PM_{2.5} y metales en estas dos zonas.

E) Colocar una torre meteorológica en un punto adecuado y representativo del valle

La RVVCCA tiene un cubrimiento suficiente en el entorno de la zona cerámica, con varias cabinas dotadas con instrumentación meteorológica. No obstante, estas medidas meteorológicas tienen como objetivo proporcionar un apoyo a la interpretación de los niveles de contaminantes registrados en el propio emplazamiento, por lo que su localización no siempre es la más adecuada para el registro de la circulación atmosférica en el entorno. Dada la intensa actividad social e industrial en la cuenca del valle, con emisiones a la atmósfera sometidas a la propia dinámica y constricciones orográficas de la cuenca, se recomienda la colocación de una torre meteorológica en un punto adecuado y representativo del valle. Con ello se complementaría ventajosamente la actual red meteorológica (asociada a la red de vigilancia de la calidad del aire) proporcionando soporte documental más adecuado en el caso de futuros estudios en la zona relacionados con la calidad del aire (viabilidad de nuevas instalaciones, adaptación de infraestructuras, etc).

F) Realizar medidas experimentales sistemáticas sobre la estructura vertical de la atmósfera en sus primeros metros

El impacto de las emisiones locales en su entorno de influencia viene condicionado por la dinámica atmosférica a que se encuentran sometidas, y en concreto a las condiciones de mayor o menor dispersión en la zona. Las constricciones introducidas por el valle determinan situaciones de escasa ventilación o intensa fumigación (periodos nocturnos, transiciones entre diferentes regímenes, encalmamientos, etc). La caracterización de estas situaciones precisa de información sobre la estructura vertical de la atmósfera, en sus primeros metros (donde se producen las emisiones y los principales procesos atmosféricos a que se ven sometidas), para lo que es insuficiente la información disponible en superficie. Se recomendaría la realización de medidas experimentales sistemáticas de este tipo con la instrumentación adecuada, durante un periodo suficientemente largo como para obtener representatividad temporal.

8.2 Sobre el control de las emisiones industriales

Para controlar las emisiones industriales se requiere aplicar el programa de acción comentado en el apartado 7, que aplica fundamentalmente a las actividades industriales, transporte, minería, agricultura, etc. Simultáneamente la Administración debe implantar programas de seguimiento, para lo que se recomienda:

A) Establecer un plan de vigilancia e inspección de actividades para el control de las principales emisiones.

Realizar un plan, que incluya la dotación de recursos humanos y materiales para llevar a cabo labores de vigilancia e inspección sistemáticas de las emisiones, verificando que éstas se realizan siguiendo las condiciones establecidas en las autorizaciones e incluyendo fundamentalmente:

- **Emisiones industriales.** El control debe cubrir desde emisiones canalizadas a emisiones difusas. Para ello siempre que se pueda los focos de emisiones canalizadas deben dotarse de sistemas de medida en continuo que aseguren su funcionamiento. Para el control de los focos difusos pueden exigirse planes concretos que se adapten a cada actividad.
- **Emisiones por transporte** de materias primas pulverulentas. Incluir en las inspecciones técnicas de los vehículos que transporten materiales pulverulentos, un test de estanqueidad de cargas para evitar fugas y reboses. Coordinar la vigilancia de su cumplimiento entre autoridades ambientales y de tráfico.
- **Otras emisiones.** Establecer programas de vigilancia e inspección para garantizar la aplicación adecuada de las medidas propuestas en el plan para otras actividades con impactos significativos: minería y gestores de materias primas, construcción, agricultura, etc.

B) Programar limpiezas periódicas de las vías públicas de circulación de vehículos con administraciones locales.

Establecer un programa con entidades responsables de realizar y programar la limpieza periódica de las vías de circulación de vehículos, para evitar la contaminación por resuspensión del polvo acumulado en dichas vías, sobre todo en las carreteras que comunican las poblaciones con mayor implantación de industrias cerámicas, y los viales más cercanos a las poblaciones. Este programa debería orientarse a coordinar las actuaciones de ayuntamientos, diputación y consellerías.

C) Realizar un inventario exhaustivo y de detalle de las emisiones de la zona.

Durante el desarrollo del Plan se ha observado que en algunas actividades las emisiones se han estimado a partir de datos en muchos casos supuestos, a falta de una información de detalle sobre dichas actividades, o bien porque es difícil localizar la información. Por tanto, se debe fomentar la realización de estudios de inventarios de emisión y tratamiento de los datos existentes, para mejorar los datos y la calidad de los mismos.

D) Conocer el plan de producción diario de las distintas empresas ubicadas en la zona.

Para identificar las fuentes causantes de los episodios esporádicos de algunos elementos, como los registrados para el cadmio o el cromo, entre otros, es recomendable conocer el plan de producción diario de las empresas ubicadas en la zona. No sería necesario que las empresas informen a Conselleria de su plan de producción de manera sistemática, sino que sería suficiente que la Conselleria tuviera acceso al plan de producción diario de cualquier empresa previa solicitud formal. De este modo, si un día en concreto se registran niveles muy elevados de un elemento

específico, conociendo el plan de producción de las empresas de la zona para ese día concreto (y la composición de dichos productos), sería posible identificar la fuente responsable del incremento en los niveles de calidad de aire.

8.3 Sobre la evaluación de la calidad del aire, metas propuestas y medidas para alcanzarlas

El conocimiento exhaustivo de las mejores técnicas disponibles (MTDs) junto con el inventario completo de las actividades ubicadas en la zona de estudio, y un detallado diagnóstico inicial de la calidad de aire en la zona permiten estimar las reducciones potenciales de los volúmenes de emisión y por consiguiente de los niveles de contaminantes en aire ambiente alcanzables, así como estimar las inversiones requeridas por la implantación de las medidas a adoptar. Estos aspectos son básicos para establecer unos objetivos realistas, que generen un clima de confianza y de motivación, al observar cómo los esfuerzos realizados pueden traducirse en mejoras.

Por ello, una vez identificados en el apartado 6.1 los parámetros clave para el desarrollo del plan de actuaciones para la mejora de la calidad del aire, así como las mejores técnicas de reducción de emisiones disponibles, en el apartado 6.2 se han estudiado independientemente cada uno de los **contaminantes claves**. Éstos son aquellos que se encuentran en niveles próximos, o incluso superiores a los valores límite u objetivo de las normativas ambientales vigentes y a implantar a corto y medio plazo. Estos valores normativos constituyen los **valores objetivos** del presente plan de mejora de la calidad del aire. Como resultado, también en el apartado 6.2 se establecen **metas de calidad de aire** (Tabla 8.1), es decir, niveles en aire ambiente que se pretenden alcanzar para cada contaminante. Estas metas se obtienen por comparación con otras aglomeraciones urbanas de España. Asimismo en el apartado 7 se definen las **actuaciones y plazos** para alcanzar las citadas metas, basándose en criterios de viabilidad técnica y económica.

Los niveles meta que se han establecido son más exigentes que los valores objetivo o límite de las directivas de calidad del aire e indicarían en caso de ser rebasados que la zona se encuentra en niveles superiores a lo esperable en zonas urbanas de dimensiones similares. Cuando no hay normativa ambiental que regule los niveles de determinados componentes (caso de Zn, Tl y Zr), los niveles meta se han fijado por comparación con el rango común de concentración en otras zonas de España (Tabla 8.1). En el caso del $PM_{2.5}$, el valor meta fijado en este plan coincidiría con el valor de la legislación si finalmente se fija el valor objetivo en $20 \mu g/m^3$.

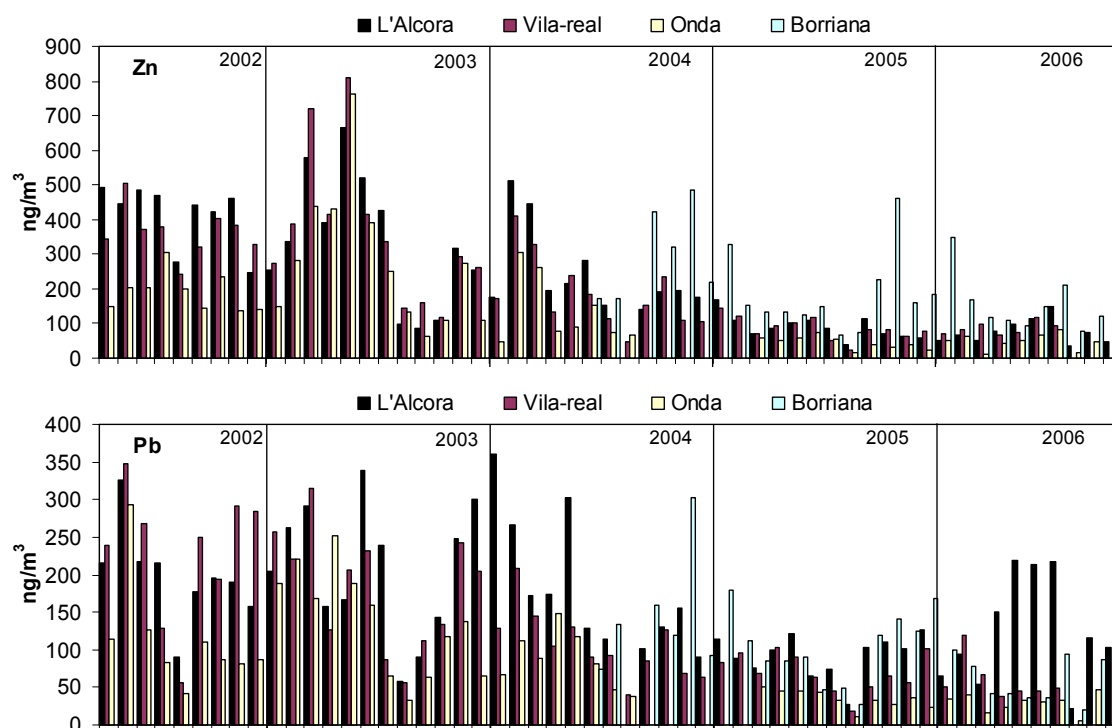
Tabla 8.1. Niveles de PM₁₀, PM_{2.5} y metales determinados en la zona cerámica, y su comparación con los niveles objetivo y límite de las directivas de calidad del aire de la CE, así como con los rangos de concentración obtenidos para 28 estaciones de calidad del aire de otras zonas de España. Se proponen los niveles meta expuestos para el año 2012.

Contaminante	Valor límite/objetivo Legislación	Zona cerámica 2005	Zonas urbanas España	Niveles meta propuestos 2012
PM₁₀				
Media anual	40µg/m ³	27-37µg/m ³	28-32µg/m ³	30µg/m ³
Superaciones VLD	35	25-45	20-40	35
PM_{2.5}				
Media anual	25µg/m ³	19-25µg/m ³	18-25µg/m ³	20µg/m ³
As	6ng/m ³	2-5ng/m ³	0.3-1.5ng/m ³	2ng/m ³
Ni	20ng/m ³	3-4ng/m ³	2-7ng/m ³	5ng/m ³
Cd	5ng/m ³	0.5-1.5ng/m ³	0.1-0.7ng/m ³	1ng/m ³
Pb	500ng/m ³	35-105ng/m ³	7-57ng/m ³	80ng/m ³
Zn	(sin legislación)	45-185ng/m ³	14-106ng/m ³	100ng/m ³
Zr	(sin legislación)	10-20ng/m ³	2-10ng/m ³	15ng/m ³
Tl	(sin legislación)	1-3ng/m ³	0.1-0.4ng/m ³	1ng/m ³
NO₂				
Media anual	40µg/m ³	16-50µg/m ³	20-60-µg/m ³	30µg/m ³

En el caso de **PM₁₀** y **PM_{2.5}**, se ha puesto de manifiesto el exceso de los niveles determinados en la zona cerámica respecto a los rangos de concentración obtenidos para 28 estaciones de calidad del aire en España sin influencia industrial tan acusada, siendo esto atribuible a los elevados niveles de **materia mineral**. Así, las medidas propuestas en el programa de acción para reducir los niveles de PM₁₀ y PM_{2.5} en aire ambiente se centran en actuaciones sobre la reducción de **emisiones de material arcilloso**, tanto de focos canalizados como fugitivos (atomizadoras, transporte, minería, manipulación,...), tal como se expone en el apartado 7.2. Asimismo, se recomienda la limpieza periódica del firme de las carreteras más transitadas, indicado en el apartado 7.4.

En lo referente a los **metales** As, Ni, Cd, Pb, Zn, Zr y Tl, identificados como componentes críticos de PM₁₀ para la mejora de la calidad del aire de la zona cerámica, los resultados del presente estudio muestran consistentemente en Onda, Vila-real, L'Alcora y Borriana que todos estos elementos, con excepción de Ni, son emitidos mayoritariamente en la zona de estudio por procesos de **producción y uso de componentes de los esmaltes cerámicos (fritas, pigmentos, etc.)**. Por tanto

para reducir los niveles de estos elementos en aire ambiente se ha de actuar sobre las emisiones de los citados procesos industriales. Para alcanzar los objetivos planteados se recomienda tomar las medidas expuestas en el apartado 7.3 en lo referente a emisiones canalizadas de la fabricación y uso de componentes de esmaltes. Como se ha citado anteriormente, en 2006 una gran proporción (próxima al 95%) de unidades industriales de este sector (fabricación de fritas cerámicas) ya se han equipado con tecnología apropiada para la reducción de emisiones de partículas. Como muestra la Figura 8.1, ello se ha reflejado en un descenso notable de los niveles de Zn, Pb y As, hasta casi alcanzar los valores meta planteados. Por tanto en este sentido se recomienda que se asegure la completa instalación de sistemas de depuración de emisiones en todas las unidades industriales de este sector y se mantenga una vigilancia continuada de las mismas para asegurar su correcto funcionamiento. Esta vigilancia se ha de basar tanto en el control de las emisiones como en las medidas de niveles en aire ambiente. Está última será la que permitirá asegurar la óptima implantación y funcionamiento de las citadas tecnologías de reducción de emisiones.



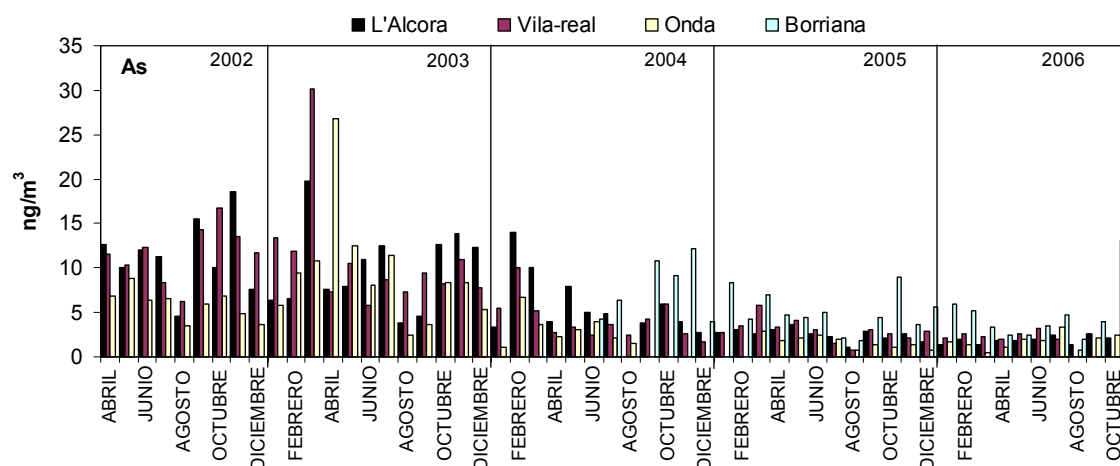


Figura 8.1. Medias mensuales de Zn, Pb y As en descenso en L'Alcora, Vila-real, Onda y Borriana.

En lo referente a NO_x , la estación que registra superaciones de los valores límite que quedarán fijados en la futura normativa de calidad del aire es la estación de Castelló. Esta estación está muy influenciada por las emisiones del **tráfico rodado** y por tanto las actuaciones para mejorar la calidad ambiental en lo referente a este parámetro deben orientarse fundamentalmente al tráfico. No obstante, hay que remarcar que en L'Alcora, Borriana, y Almassora se denota una cierta tendencia a incrementar progresivamente las medias anuales de NO_2 entre 2003 y 2005, hasta valores muy próximos al valor límite anual para 2010 de $40 \mu\text{gNO}_2/\text{m}^3$ (L'Alcora $38 \mu\text{gNO}_2/\text{m}^3$ en 2005). Los niveles superiores registrados en Almassora (fondo regional con $38 \mu\text{gNO}_2/\text{m}^3$ en 2005, y L'Alcora con $34 \mu\text{gNO}_2/\text{m}^3$ en 2005) respecto a otras estaciones hacen suponer que además del tráfico, las emisiones de los procesos industriales a elevada temperatura (**central térmica, hornos de fabricación de fritas, etc.**) pueden contribuir a incrementar los niveles de NO_2 en la zona de estudio. El incremento marcado de NO_x en algunas estaciones poco influenciadas por el tráfico, la variación horaria de los niveles de Borriana (máximos nocturnos) en invierno y máximo a medio día en verano, y la rosa de vientos de las concentraciones horarias de NO_2 indican que probablemente las emisiones industriales de NO_x , y las de la central térmica en verano, son la causa principal de que en las estaciones de fondo regional se alcancen niveles de NO_x muy próximos a los alcanzados en estaciones de tráfico intenso.

Finalmente en lo referente a O_3 , teniendo en cuenta que es un contaminante secundario originado a partir de gases **precursores** como NO_x y COVs y observando el inventario de emisiones, se deduce que en la zona cerámica pueden encontrarse cantidades importantes de precursores del citado contaminante. Así, el **tráfico rodado**, la **generación eléctrica** y determinados **procesos industriales** son fuentes emisoras de volúmenes elevados de NO_x , y las **emisiones biogénicas** (agrícolas y forestales), **petroquímicas** e industriales suponen también fuentes importantes de

emisión de COVs. Como se ha expuesto anteriormente, las masas de aire costeras, cargadas con los precursores citados, son preferentemente transportadas hacia el interior de la provincia en verano. Este escenario, en el que además se da sincrónicamente una elevada radiación ultravioleta que activa la generación fotoquímica de ozono, puede generar episodios de contaminación en este contaminante en las zonas del interior (Els Ports y Maestrat). Por ello el ozono no presenta concentraciones críticas en la zona cerámica. No obstante en Onda y Borriana se supera el límite de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como media octoraria en más de 25 ocasiones para algunos años; y en L'Alcora, Onda, Penyeta y Grau se supera el valor objetivo de protección de la vegetación para 2010 en algunos años. Sin embargo, como se ha indicado, las concentraciones más elevadas se registran en las estaciones del interior, por lo que la actuación sobre las emisiones de los precursores del ozono en la zona de estudio es básica para reducir los episodios de ozono en el interior.

Consideraciones acerca de algunas medidas propuestas:

Además de las medidas concretas para cada actividad industrial propuestas en el presente plan de mejora, se recomendaría prestar especial atención al diseño y altura de las chimeneas de salida de gases. En la medida de lo posible se debe favorecer el aumento de la altura de la emisión, bien por elevación del punto de salida, el incremento de la velocidad de escape o incremento de la flotabilidad, derivada de la temperatura; ya que una mayor altura de emisión favorece en general una mayor dilución de los gases, que alcanzarán la superficie en menores concentraciones.

En cuanto a las medidas propuestas a aplicar al tráfico rodado para la reducción de emisiones de los motores de los vehículos (normativa Euro 5), hay que destacar que tienen efecto a muy largo plazo, pues aplican sólo a nuevos vehículos, mientras que siguen circulando vehículos anteriores a Euro 3, principales causantes de las elevadas tasas de emisión. Por el contrario, las mejoras tecnológicas ambientales indicadas para las instalaciones industriales debido a la obligación de gran parte de la industria de adaptarse a la Directiva IPPC en un corto plazo de tiempo, es de esperar que tengan un efecto mucho más notable sobre la reducción de emisiones, pues se aplican a un gran número de instalaciones, reduciendo así las emisiones de los focos más contaminantes.

El hecho de hacer más hincapié sobre las medidas a adoptar en las instalaciones cerámicas (descritas en los apartados 7.2 y 7.3) responde a los resultados de los estudios de caracterización química y de contribución de fuentes, que identifican las fuentes cerámicas como las principales causantes de los incrementos de los niveles de PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$ y metales, respecto a otras áreas españolas. No obstante, dado que las instalaciones de la central térmica, la refinería y algunas emisiones de la industria cerámica tienen un impacto relativamente elevado

en los niveles de contaminantes secundarios, en una segunda fase del presente plan de mejora de calidad de aire será necesaria la reducción de las emisiones de SO₂ y NO_x procedentes de estas fuentes.

8.4 Sobre los indicadores de seguimiento de la calidad del aire

Una vez aplicadas las medidas descritas en el programa de acción (apartado 7), se establecen unos indicadores de seguimiento, que permitirán evaluar la calidad del aire periódicamente, comprobando si las acciones llevadas a cabo han tenido el efecto deseado.

Además, a pesar de que la propuesta es de alcanzar los niveles meta fijados (Tabla 8.1), se establecen los siguientes niveles intermedios, que harán “saltar” alertas que requieran acciones especiales:

- **Prealerta 2**: Se activa en caso de rebasarse los valores esperables en zonas urbanas de España (**niveles meta**).
- **Prealerta 1**: Se activa en caso de que los valores alcancen el 90% del valor límite u objetivo de la legislación vigente.
- **Alerta**: se activa en caso de que los valores superen el **valor límite u objetivo** fijado en la legislación vigente.

En el caso del Zn, Tl y Zr (que no están regulados por la normativa ambiental pero se consideran relevantes por su posible impacto ambiental y además se presentan en niveles relativamente elevados), los valores de prealerta 1 y alerta se han fijado por comparación con el rango común de concentración en otras zonas de España, al igual que para el nivel meta (coincidente con el nivel de prealerta 2).

Los valores fijados para los diferentes indicadores se exponen la Figura 8.2, en la que para una mayor facilidad de interpretación se han representado los valores con barras de colores, de manera que lo deseable sería alcanzar niveles de los contaminantes indicados en el rango marcado en verde.

Para que el sistema de activación de las situaciones de alerta pueda operar con mayor agilidad, se recomienda **evaluar la calidad del aire** basándose en estos indicadores de forma sistemática **semestralmente desde 2012 (cuando teóricamente se hayan implantado un gran número de las acciones propuestas)**. Para la evaluación se habrá de tomar el nivel medio de los últimos doce meses (media interanual). Evidentemente, se tendrá que evaluar la calidad de aire también realizando la media de los años naturales, como indica la legislación. No obstante es altamente recomendable **aplicar el sistema de indicadores y de evaluación semestral desde el momento que entre en vigor el presente plan** para seguir los posibles impactos de las mejoras ambientales aplicadas.

Como ya se ha indicado, las metas de calidad de aire que aquí se presentan (Figura 8.2) se han fijado por comparación con los niveles registrados en otras zonas sin elevada influencia industrial. Además, conocidas las principales fuentes de los

contaminantes críticos (aquellos registrados en concentraciones elevadas con respecto a los límites fijados por la legislación), se han recomendado medidas a adoptar en algunas actividades, con el fin de reducir los niveles de dichos contaminantes en aire ambiente. No obstante, ello no significa que el hecho de aplicar las medidas aquí propuestas garantice que se vayan a alcanzar las metas de calidad de aire, sino que las **metas propuestas** se han de entender como **niveles deseables** y las **medidas propuestas** son las **herramientas** a utilizar para reducir los niveles de determinados contaminantes en aire ambiente.

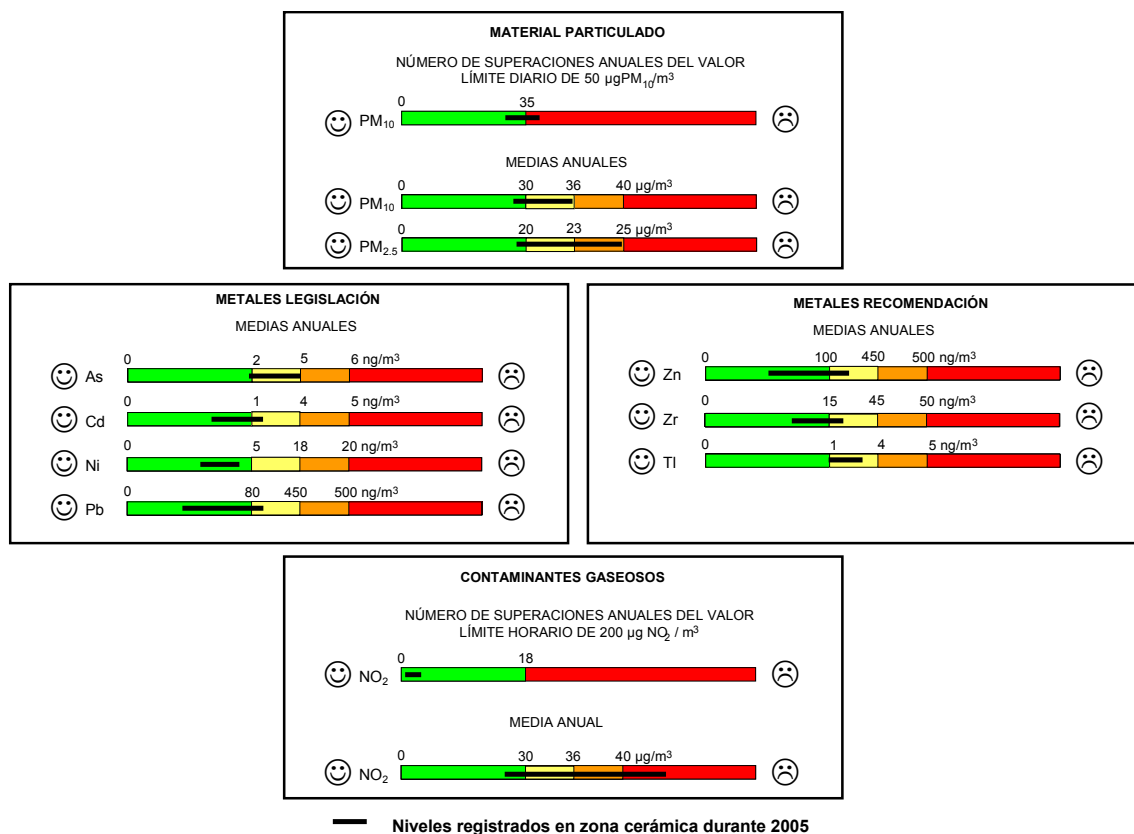


Figura 8.2. Niveles de alerta (ámbar a rojo), prealerta 1 (amarillo a ámbar) y prealerta 2 (verde a amarillo) recomendados para PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂ y algunos metales para la zona cerámica de Castelló.

Acciones a adoptar en las distintas situaciones:

Teniendo en mente los distintos niveles intermedios establecidos, lo deseable sería alcanzar niveles de los contaminantes inferiores a los de **prealerta 2** (niveles meta) en el **2012**. Si éstos se superan, se tendrán que tomar precauciones especiales, dado que la carga crítica de la zona sería elevada para estos contaminantes y un incremento en el número de focos de emisión (como por ejemplo la introducción de nuevas instalaciones industriales en la sub-zona en cuestión), un incremento en la producción, o unas condiciones meteorológicas adversas podrían llevar al

incumplimiento de las directivas de calidad del aire (niveles de alerta, rango de concentración marcado en rojo). Por tanto, se recomienda que se tomen estos indicadores de calidad del aire para la futura planificación industrial y del territorio de las sub-zonas del triángulo industrial cerámico de Castelló, para así mejorar la calidad del aire y evitar superar los objetivos marcados en la normativa ambiental presente y futura.

En el caso de superar los valores de **prealerta 2** en una zona, se recomienda aplicar acciones de ejecución rápida y que no impliquen inversiones adicionales elevadas con respecto a las contempladas en el plan de acción (apartado 7), tales como:

- a) Evaluar si el incremento de los niveles de contaminantes se debe a condiciones meteorológicas adversas (años extremadamente secos, concatenación de episodios anticiclónicos, etc) o a incidencias extraordinarias como incendios forestales;
- b) Comprobar que se han aplicado las medidas propuestas en el presente documento (apartado 7)
- c) Analizar la existencia de actividades de carácter extraordinario, como trabajos de construcción públicos y privados en las inmediaciones de las estaciones de vigilancia y control de la calidad del aire;
- d) En función del parámetro de calidad del aire afectado, realizar una evaluación de los posibles focos emisores causantes de la prealerta y efectuar una verificación sistemática y completa de las actividades emisoras autorizadas ubicadas en la zona de estudio y relacionadas con el parámetro en cuestión, con el objetivo de controlar si cumplen las condiciones expuestas en las autorizaciones ambientales correspondientes;
- e) Evaluar si el incremento en los niveles de contaminantes se debe al incremento en el número de autorizaciones de nuevas actividades o ampliación de las existentes, y en caso de que así sea tomar las medidas oportunas en la planificación industrial y territorial de la zona afectada;
- f) Si hay sospechas de que la causa de prealerta es la emisión del tráfico, tomar las medidas oportunas para reducir dicha emisión.

En el caso de que **a partir del año 2012** se superen los niveles de **prealerta 1** existe una situación de riesgo inminente de superación de los valores límite u objetivo marcados por la legislación (se ha superado >90% de dichos valores). En estos casos, las posibles medidas a adoptar incluyen las aplicadas al superar el nivel de prealerta 2, junto con otras adicionales que implican un mayor tiempo de ejecución y posibles inversiones adicionales importantes respecto a las contempladas en el plan de acción (apartado 7), tales como:

- a) Revisión y posible suspensión temporal de las licencias de nuevas actividades o ampliación de las existentes que puedan producir efectos adversos sobre el/los parámetro/s para los que se produzca la superación del umbral de prealerta;
- b) Revisión de los valores límite de emisión de las actividades principales, y en su caso, si es posible, establecimiento de unos niveles de emisión más rigurosos que los fijados con carácter general, así como medidas que favorezcan una mejor dispersión de los contaminantes emitidos;
- c) Modificación mediante el procedimiento legalmente establecido de los instrumentos de planificación urbanística vigentes en la zona a fin de que no se conceda el derecho a establecer usos e instalaciones que puedan agravar la contaminación atmosférica.

Además, si se superan los **niveles de alerta en 2012**, se proponen medidas específicas adicionales a las anteriores, dependiendo del contaminante en cuestión (Tabla 8.2), estas medidas especiales deben ser la última opción puesto que pueden requerir inversiones adicionales por lo que su implantación debe venir acompañada de un programa temporal. La implantación de este plan de medidas debe hacerse tras un análisis pormenorizado de las causas con la información que se disponga cuando se produzca esta situación (datos de calidad de aire, listado de actividades e inventario de emisiones, etc.), pero en la Tabla 8.2, sin pretender dar una lista exhaustiva ni exclusiva, se describen algunas de las medidas que pueden adoptarse para los diferentes contaminantes.

Tabla 8.2. Acciones específicas a adoptar en caso de superar los niveles de prealerta 1 para cada contaminante.

Parámetro	Acciones
Material particulado	Medidas del apartado 7 del presente documento expuestas como medidas en una segunda fase: - cerramiento total de todas las instalaciones que manipulen materiales a granel para evitar las emisiones difusas de partículas - extender los requisitos del plan de acción a otras actividades no contempladas que puedan tener emisiones de partículas - reducir los límites de emisión de partículas a valores inferiores a 30mg/Nm³ o hasta donde permitan las Mejores Técnicas Disponibles para todos los focos y actividades, con especial énfasis a los atomizadores de la industria cerámica - Plan de asfaltado completo de vías de circulación públicas y privadas de vehículos pesados y de limpieza de las vías asfaltadas - Revisión exhaustiva, y modificación si procede, de los sistemas de transporte de los materiales a granel
Metales (As, Cd, Ni, Pb, Zn, Zr, Tl)	- Revisión, y reducción en su caso, de los límites de emisión para las instalaciones susceptibles de emitir metales hasta donde permitan las Mejores Técnicas Disponibles, con especial énfasis en fabricación de fritas, pigmentos, cerámica, industrias químicas, etc. - Extender los requisitos del plan de acción a otras actividades no contempladas que puedan tener emisiones significativas de metales.
NO _x	- Revisión, y reducción en su caso, de los límites de emisión de NO_x industrial hasta donde permitan las MTDs con especial énfasis en la fabricación de fritas y pigmentos, central térmica, refinería, etc. - Extender los requisitos del plan de acción a otras actividades no contempladas que puedan tener emisiones significativas de NO_x. - Regulación y limitación del tráfico y promoción de acciones para renovar parque automovilístico.

En el caso de que se superen los niveles de alerta transcurrido el periodo de aplicación del presente Plan de Mejora de Calidad de Aire, se realizará un análisis detallado de las causas, se procederá a la revisión global del plan, y en su caso, a la **elaboración de un nuevo plan** que incluya la adopción de medidas más restrictivas.

En cualquier caso, se recomienda realizar una actualización del plan tan pronto como aparezca nueva legislación, bien sea acerca de nuevos valores límite de los parámetros considerados como de nuevos parámetros a tener en cuenta. Asimismo, es recomendable revisar el presente plan de mejora periódicamente a la luz de la aparición de nuevas tecnologías ambientales.

9. PLAN DE INSPECCIÓN.

Dentro de la primera fase de establecimiento del Plan de Mejora de la Calidad del Aire, se establecen las siguientes actuaciones dentro del plan de inspección:

- A lo largo del **año 2009 se realizarán las visitas de comprobación de todas aquellas empresas ubicadas en la zona afectada por este Plan de Mejora de la Calidad del Aire a las que se les haya otorgado la Autorización Ambiental Integrada (AAI)** y que no se hayan llevado a cabo a la entrada en vigor del Plan. De este modo se certificará la correcta implantación de las medidas preventivas y correctoras de la contaminación previstas en la citada autorización.
- De acuerdo con la Orden de 31 de enero de 2007, de la Conselleria de Territorio y Vivienda, por la que se establece el procedimiento para la comunicación de datos sobre emisiones por parte de los titulares de instalaciones sometidas al Anexo 1 de la ley 2/2006, de Prevención de la Contaminación y Calidad Ambiental, **éstos deberán aportar anualmente, además de los datos sobre las emisiones de acuerdo con lo establecido en el artículo 8.3 de la Ley 16/2002, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación y artículo 5.b de la mencionada Ley 2/2006, toda aquella información de base de la actividad que les sea requerida en los cuestionarios que se dispongan a tal efecto (incluidos los informes originales que realicen las Entidades Colaboradoras de la Administración en Materia de Calidad Ambiental sobre emisiones de focos canalizados)**, con el objetivo de optimizar el proceso de validación y garantizar la calidad de la información que se remita al Ministerio competente en medio ambiente para ser incluida en el Registro E-PRTR (European Pollutant Release and Transfer Register).

10. COMISIÓN DE SEGUIMIENTO PARA EL PLAN DE MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA ZONA DE CASTELLÓN.

Con el fin de realizar un seguimiento de la implantación de las medidas y actuaciones planteadas por el Plan de Mejora de la Calidad del Aire, se propone la existencia de una Comisión de seguimiento, cuyos miembros representen a los

distintos agentes implicados, a la vez que responsables, de la ejecución del Plan de Mejora de la Calidad del Aire.

La propuesta de participantes en esta Comisión de Seguimiento se resume en la siguiente tabla:

Institución o sector implicado.	Representante
Coordinación	Director General para el Cambio Climático
Representantes de la Generalitat Valenciana	Director de los Servicios Territoriales de Castellón de la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda
	Jefe de Área en materia de Calidad Ambiental.
	1 representante de la Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación
	1 representante de la Conselleria de Industria, Comercio e Innovación
	Jefe de la Sección de Calidad Ambiental de la Dirección Territorial de Castellón
	Jefe de Servicio de Protección del Ambiente Atmosférico
Representantes de Instituciones científicas especializadas	Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo
	Instituto de Tecnología Cerámica. Universitat Jaume I
	Instituto de Ccas. de la Tierra Jaume Almera (CSIC)
Representantes de Ayuntamientos de municipios afectados	Ayuntamiento de L'Alcora
	Ayuntamiento de Castellón
	Ayuntamiento de Vila-real
	Ayuntamiento de Onda
Representantes de agentes sociales implicados	2 representantes de los Sindicatos (UGT y CCOO)
	1 repres. de Asociaciones de vecinos
	1 repres. de Asociación de consumidores y usuarios de la CV
	1 representante de ONG's (grupos ecologistas)
Representantes de Asociaciones empresariales	1 repres. de ASCER
	1 repres. de ANFFECC
	1 repres. de Polígono Industrial del Serrallo
	1 repres. de Confederación de Empresarios de Castellón

Periodicidad de reuniones de la Comisión de Seguimiento.

Para la primera fase de implantación del Plan de Mejora de la Calidad del Aire que abarca el periodo que comprende desde su entrada en vigor hasta el 31 de diciembre de 2010, se establece que la Comisión de Seguimiento se reunirá previa

convocatoria del Director General para el Cambio Climático, que la presidirá, y será la Comisión quien acuerde la frecuencia de reuniones a partir de su constitución.

Una vez finalizado este periodo, y comprobada la efectividad del Plan de Mejora de la Calidad del Aire, se revisará la periodicidad con al que se realizan estas reuniones, así como la relación de componentes en esta comisión.

ANEXO 1. INSTRUCCIONES Y OBJETIVOS EN MATERIA DE PROTECCIÓN DEL AMBIENTE ATMOSFÉRICO PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA.

Los objetivos que se establecen en el presente texto responden a las necesidades actuales de mejora del efecto ambiental de la industria de fabricación de azulejos y pavimentos cerámicos y actividades directamente conexas.

I. EMISIÓN DE PARTÍCULAS POR FUENTES DIFUSAS.

La reducción de las emisiones de partículas provenientes de la manipulación (transporte, carga y descarga) y almacenamiento de materias primas pulverulentas, denominadas fuentes de emisión difusas o no canalizadas, debe ser uno de los principales objetivos de las empresas de fabricación de productos cerámicos, con el ánimo de prevenir las molestias provocadas por dichas emisiones y los daños al medio ambiente.

Ya en su momento, el Decreto 833/75, que desarrolla la Ley 38/72, de Protección del Ambiente Atmosférico, establecía en su artículo 51 “En los parques de almacenamiento al aire libre de materiales a granel se tomarán las medidas adecuadas para evitar que la acción del viento pueda levantar el polvo. A tal fin, se aplicarán las medidas correctoras oportunas, como mantener el material constantemente humedecido, cubrirlo con fundas de lona, plástico o de cualquier otro tipo o se protegerá mediante la colocación de pantallas cortavientos”.

No obstante, en el marco de aplicación de Mejores Tecnologías Disponibles, mejora continua y aumento de los niveles de exigencia que regula la Ley 16/2002, se establecen los siguientes objetivos de actuación a los que las instalaciones deberán adaptarse, salvo en aquellos casos en que se indique plazos diferentes, antes del 31 de octubre de 2007.

OBJETIVOS DE ACTUACIÓN:

1. El **ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN** de materiales pulverulentos se realizará en las siguientes condiciones:

1.1 Instalaciones ubicadas a una distancia inferior o igual a 1000 metros de núcleo urbano de población o cualquier núcleo residencial:

- Instalaciones nuevas: Deberán realizar todas las operaciones de almacenamiento y manipulación de materiales pulverulentos entrantes en el complejo en naves cerradas y en depresión desde el inicio de la actividad. No se concederá la preceptiva autorización a ninguna instalación nueva que no cumpla estas condiciones.
- Instalaciones existentes: Deberán realizar todas las operaciones de almacenamiento y manipulación de materiales pulverulentos entrantes en el complejo en naves cerradas y en depresión. En el plazo máximo de un año desde la obtención de la autorización

ambiental integrada la empresa deberá presentar un Plan de Adaptación para su aprobación por parte de la Dirección General para el Cambio Climático de la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda. La fecha límite para la ejecución de dicho plan será la primera renovación o modificación sustancial de la autorización ambiental integrada de la instalación.

No obstante, a partir del 31 de octubre de 2007 y hasta la completa implantación del Plan de Adaptación se exigirá para el desarrollo de dichas operaciones a cielo abierto el cumplimiento de las siguientes condiciones:

- Se dispondrá de un sistema de control y seguimiento del correcto funcionamiento de las medidas correctoras que consistirá en un plan de medida de la concentración de partículas en el aire ambiente en el perímetro de la instalación. Este sistema deberá desarrollarse de acuerdo con los criterios del Anexo I y precisará de la aprobación de la Dirección General para el Cambio Climático.
- El parque de almacenamiento estará distribuido en compartimentos o celdas formadas como mínimo por tres muros de contención. La altura de las celdas será siempre superior a la altura del acopio, al menos, en una distancia equivalente al 10% del lado mayor de su base. Asimismo, la zona de acceso a la celda deberá estar libre de material, al menos, en una distancia equivalente al 10% del ancho de acceso a la misma. Para facilitar el cumplimiento de estas restricciones se deberá marcar de forma clara en paredes y suelo las distancias mínimas establecidas, debiendo ser fácilmente visibles en todo momento.
- La orientación del acceso a la celda estará preferiblemente a sotavento del viento predominante.
- Se podrá practicar el enterramiento parcial de las eras para incrementar la capacidad de acopio.
- Se mantendrá constantemente humedecida la superficie del material acopiado al aire libre mediante un sistema de aspersores o equipos móviles de riego por pulverización que evite encharcamientos y el uso excesivo de agua. Como medida de control del sistema se deberá disponer de un registro de los caudales empleados.
- Como alternativa, mientras los acopios no estén siendo manipulados podrán ser cubiertos por lonas.

1.2 Las instalaciones ubicadas a una distancia superior a 1000 metros de un núcleo urbano de población o cualquier núcleo residencial realizarán preferentemente las operaciones de almacenamiento y manipulación de materiales pulverulentos entrantes en el complejo en naves cerradas y en depresión.

En cualquier caso, si estas actividades se realizan a cielo abierto se exigirá para el desarrollo de las mismas el cumplimiento de las siguientes condiciones a partir del 31 de octubre de 2007:

- Se dispondrá de un sistema de control y seguimiento del correcto funcionamiento de las medidas correctoras que consistirá en un plan de medida de la concentración de partículas en el aire ambiente en el perímetro de la instalación. Este sistema deberá desarrollarse de acuerdo con los criterios del Anexo I y precisará de la aprobación de la Dirección General para el Cambio Climático.

- El parque de almacenamiento estará distribuido en compartimentos o celdas formadas como mínimo por tres muros de contención. La altura de las celdas será siempre superior a la altura del acopio, al menos, en una distancia equivalente al 10% del lado mayor de su base. Asimismo, la zona de acceso a la celda deberá estar libre de material, al menos, en una distancia equivalente al 10% del ancho de acceso a la misma. Para facilitar el cumplimiento de estas restricciones se deberá marcar de forma clara en paredes y suelo las distancias mínimas establecidas, debiendo ser fácilmente visibles en todo momento.
- La orientación del acceso a la celda estará preferiblemente a sotavento del viento predominante.
- Se podrá practicar el enterramiento parcial de las eras para incrementar la capacidad de acopio.
- Se mantendrá constantemente humedecida la superficie del material acopiado al aire libre mediante un sistema de aspersores o equipos móviles de riego por pulverización que evite encharcamientos y el uso excesivo de agua. Como medida de control del sistema se deberá disponer de un registro de los caudales empleados.
- Como alternativa, mientras los acopios no estén siendo manipulados podrán ser cubiertos por lonas.

1.3 Cerramiento de todos los sistemas de transporte de materias primas pulverulentas en las fábricas (cintas transportadoras, cangilones, etc.).

1.4 Todas las operaciones indicadas a continuación se llevarán a cabo **en naves cerradas dotadas de sistemas de aspiración con depuración posterior:**

- Operaciones de carga y trituración de materias primas a granel.
- Operaciones de almacenamiento y descarga de gránulo atomizado.
- Operaciones de almacenamiento del material pulverulento recuperado en los sistemas correctores, de materiales molidos y de finos.

2. El TRANSPORTE DE MATERIALES PULVERULENTOS se realizará en las siguientes condiciones:

2.1 Reducción de la resuspensión de polvo debida a la circulación interna de vehículos.

Para ello se pavimentarán los circuitos adecuados, se mantendrán limpias las zonas de circulación y se limitará la velocidad en las mismas.

2.2 Control a la entrada y salida del complejo de que los camiones van cubiertos y cerrados para evitar derrames y reboses. No se permitirá el acceso o salida de la instalación a vehículos que no circulen cubiertos y cerrados.

2.3 Instalación de sistemas de limpieza vía húmeda para los bajos y neumáticos de los camiones a la salida de las empresas, empleando sistemas de presión cuando sea necesario.

No se permitirá la salida de la instalación a los vehículos que no hayan procedido a limpiar los bajos y neumáticos en el sistema de vía húmeda correspondiente.

II. EMISIÓN DE CONTAMINANTES POR FOCOS CANALIZADOS.

El conocimiento del comportamiento ambiental de las instalaciones, en lo que se refiere a las emisiones globales de los contaminantes principales y a su evolución a lo largo del tiempo es uno de los aspectos básicos para adaptación de las fábricas de azulejos y pavimentos cerámicos a la Ley 16/2002, sobre prevención y control integrado de la contaminación.

Con el fin de conocer la evolución de las emisiones, se establecen los siguientes criterios de medición y autocontrol de la emisión de contaminantes.

Se adaptarán los controles externos de emisión de los contaminantes correspondientes a cada tipo de foco y a las necesidades reales, basándose en la información bibliográfica y la propia experiencia de la industria española. De esta forma se incrementarán controles en los puntos potencialmente más problemáticos (focos con mayores caudales), y por el contrario se reducirán e incluso eliminarán en aquellos puntos que no presentan problemas de emisión de partículas.

Valores límite de emisión a la atmósfera.

Los valores límite de emisión a la atmósfera y la periodicidad del plan de control por Entidades Colaboradoras en Materia de Calidad Ambiental se adecuarán a lo establecido en el Apartado V de este anexo.

De modo particular, se deberá llevar a cabo un Plan de Acción que permita caracterizar de forma representativa los niveles de emisión de Cloro y Plomo de los focos que evacuan gases procedentes de hornos de cocción, así como los niveles de Flúor y Boro de los focos que evacuan gases procedentes de procesos de atomizado.

Los valores límite establecidos podrán ser modificados sobre la base de la experiencia y conocimiento adquiridos y de los que resulten del documento BREF para el sector. A su vez, se tendrán en consideración los niveles de inmisión existentes en las zonas próximas en relación con los objetivos establecidos en las normas sobre calidad del aire.

Sistemas de depuración de partículas.

Deberán disponer de sistemas correctores de depuración de partículas al menos los focos que evacuen corrientes de gases provenientes de atomizadores, de hornos de cocción y de aspiraciones de material pulverulento. El correcto funcionamiento de estos sistemas correctores se asegurará mediante el control y registro en continuo de, al menos, un parámetro de operación del sistema a opción de la empresa entre los técnicamente reconocidos o fundamentados, como la pérdida de carga del sistema de depuración, la concentración de partículas en la corriente gaseosa, o cualquier otro debidamente justificado. La representatividad y calibración de dicho parámetro deberá ser verificada por entidades colaboradoras de la administración en materia de

calidad ambiental y estar a disposición de la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda.

Condiciones de toma de muestras y expresión de resultados.

Puntos de toma de muestra: Los focos canalizados, deberán tener la situación, disposición, dimensión y accesos correspondientes de acuerdo con la Orden de 18 de octubre de 1976, sobre prevención y corrección de la contaminación atmosférica de origen industrial. En particular, las características y distribución de los focos emisores a la atmósfera será tal que garantice una correcta dispersión de los contaminantes emitidos. Más concretamente, su altura, cuando proceda, deberá cumplir lo establecido en la Orden 18 de Octubre de 1976, siendo recomendable, en cualquier caso, que ésta sea tal que en una distancia equivalente a diez veces la altura del punto de vertido de un foco no existan otras estructuras de altura superior a la del propio foco menos dos metros, que produzcan un apantallamiento, que dificulte la dispersión, justificando técnicamente la influencia del efecto down-wash (turbulencia o rebufo).

Preferiblemente, la temperatura de los gases en el punto de muestreo será menor de 200°C.

Las medidas se realizarán en condiciones normales de operación de las instalaciones, registrando los parámetros que las determinen, y cubrirán todas las diferentes tipologías o grupos de productos que se fabriquen en cada instalación.

Las concentraciones medidas siempre estarán referidas a condiciones normales de presión y temperatura (101,3 kPa, 273,16 K), y para los gases de combustión en base seca y un contenido de oxígeno del 18 % de O₂.

Los muestreos y análisis de HF emitido a la atmósfera, se realizarán con arreglo a la Norma ISO 15713:2006 con sondas de cualquier material resistente al ataque ácido, ya que la medición mediante sondas de acero inoxidable desvirtúa la medición debido al consumo de flúor que realiza el propio elemento de medida.

III. CONTAMINACIÓN ACÚSTICA.

La actividad no transmitirá niveles sonoros de recepción, en función del uso dominante de la zona, superiores a los indicados en el Anexo II de la Ley 7/2002, de 3 de diciembre, de la Comunidad Valenciana, de Protección contra la Contaminación Acústica. En particular, para las zonas de uso industrial, los niveles de recepción externos son: 70 dB(A) durante el día y 60 dB(A) durante la noche. Cuando las instalaciones se encuentren en áreas colindantes o próximas a zonas de otros usos, en dichas zonas se deberán garantizar el cumplimiento de los límites que correspondan de acuerdo con la Ley 7/2002, de 3 de diciembre, en función del tipo de zona.

No obstante, si el municipio donde se desarrolla la actividad dispone de una Ordenanza Municipal en materia de ruido y vibraciones, adaptada a la legislación estatal y autonómica, deberá ser tenida en cuenta a la hora de fijar los límites del ruido transmitido por la actividad.

Se deberán realizar, al menos cada 5 años o en un plazo inferior si así se estableciera en la autorización Ambiental Integrada, auditorías acústicas, con objeto de comprobar que no se superan los niveles sonoros en los puntos donde se sitúa el receptor más cercano, por norma general, en el perímetro de la instalación. Para ello, se realizarán medidas del nivel de ruido en un número de puntos representativos del perímetro, tanto con la actividad en funcionamiento como

parada (nivel de fondo). Si resulta imposible realizar una cuantificación del nivel de ruido de fondo existente, no se podrá aplicar la corrección correspondiente y por tanto se considerará que el ruido medido es imputable a la actividad.

La auditoría deberá ser realizada por una Entidad Colaboradora en Materia de Calidad Ambiental para el campo de la contaminación acústica, de acuerdo con lo establecido en el Decreto 229/2004, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen las funciones de las entidades colaboradoras en materia de calidad ambiental y se crea y regula su Registro (modificado por el Decreto 29/2007, de 9 de marzo). Finalizada la auditoría acústica, la Entidad Colaboradora remitirá informe de resultados al titular de la actividad y un certificado del estado general de la actividad respecto de las prescripciones obligatorias establecidas en la legislación vigente o en la autorización sustantiva.

El titular de la actividad deberá disponer del preceptivo Libro de Control, que estará constituido por los certificados de los resultados obtenidos de las auditorías acústicas, y de los informes completos de las mismas.

En los casos en que la mejor técnica disponible no permita la consecución de los objetivos establecidos en los apartados anteriores o exista una verdadera imposibilidad de aplicación de la misma, deberá ser justificado técnicamente ante la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda.

IV. PLAN DE CONTROL DE EMISIONES DIFUSAS DE PARTÍCULAS

Objeto

El objeto es la regulación, mediante el establecimiento de límites y el desarrollo de procedimientos, de la vigilancia y control indirecto de las emisiones no canalizadas de partículas, en aquellas instalaciones en las que se realicen operaciones de almacenamiento y manipulación de materiales pulverulentos a cielo abierto.

Valores límite

Los valores límite a aplicar serán los siguientes:

1. Actividades ubicadas a una distancia superior a 1000 metros de un núcleo urbano de cualquier núcleo residencial:

➤ **Partículas totales en suspensión:**

- **Valor medio de valores de 24 horas: 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.**
- **Máximo de todos los valores medios diarios: 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.**

➤ **Partículas sedimentables (valor medio de 1 mes): 300 $\text{mg}/\text{m}^2/\text{día}$.**

Todos estos valores límite deberán cumplirse simultáneamente.

2. Las actividades que se encuentren a una distancia igual o inferior a 1000 metros de cualquier núcleo residencial deberán muestrear únicamente **la fracción PM₁₀**, debiendo cumplir:

- **Valor medio de valores 24 horas: 40 µg/m³.**
- **Máximo de todos los valores medios diarios: 50 µg/m³.**

Periodo de Muestreo

Anualmente se realizarán en cada punto de muestreo de la instalación los siguientes muestreos:

1. Actividades ubicadas a una distancia superior a 1000 metros de un núcleo urbano de población o cualquier núcleo residencial:
 - PST: 4 días laborables consecutivos durante las 24 horas al día durante 3 semanas consecutivas (12 muestras).
 - PSD: valor medio mensual durante un año (12 muestras).
2. Actividades que se encuentren a una distancia igual o inferior a 1000 metros de un núcleo urbano de población o cualquier núcleo residencial:
 - PM₁₀: 4 días laborables consecutivos durante las 24 horas al día durante 3 semanas consecutivas.

El muestreo se deberá realizar en las condiciones de funcionamiento normales de la actividad.

En el caso que existan condiciones meteorológicas extraordinarias (precipitaciones, intrusiones saharianas, etc.) que puedan condicionar la presencia, dispersión o deposición de las partículas, el tiempo de muestreo se incrementará a la misma duración que las citadas condiciones meteorológicas.

Con el fin de garantizar la adecuación de las condiciones meteorológicas durante el muestreo se deberá aportar un registro en base horaria de las siguientes variables: temperatura, humedad relativa, dirección y velocidad del viento y pluviometría.

Puntos de muestreo

En cada instalación los puntos de muestreo serán como mínimo de cuatro (situados en el perímetro de la instalación, uno a barlovento, otro a sotavento y dos en los laterales del perímetro de la misma)

Cada punto de muestreo dispondrá de los captadores específicos para realizar las medidas de PST, PSD y PM₁₀ en su caso, que se describen más adelante.

CARACTERÍSTICAS DEL EMPLAZAMIENTO:

A) Obra Civil:

- Acondicionamiento de la parcela donde se instalará el captador, procediendo al desbroce de la zona, rebaje y nivelado del área de al menos 2 x 2 metros.
- Construcción de una solera de hormigón HA/25 de un espesor aproximado de 10 cm y con una armadura de reparto de retícula 15 x 15 cm y diámetro de barra de 8 mm. Las dimensiones de la solera serán de al menos 2 m de longitud y 2 m de anchura. La solera se dotará además de las pendientes necesarias para asegurar la salida del agua de lluvia.
- Construcción de un cerramiento con una malla metálica de 1,5 m de altura sobre un muro de bloques de 20 cm de altura, con enfoscado del muro como acabado de este.
- El cerramiento dispondrá de una puerta de 90 cm de anchura.

B) Acometida Eléctrica:

- Instalación de una línea monofásica 3 X 2,5 mm² de sección (1 KV) protegida adecuadamente desde el punto de conexión con la red, hasta la arqueta ubicada en el interior del emplazamiento del captador.
- Instalación de un cuadro de conexiones en el interior del recinto vallado. El cuadro exterior de conexiones será del tipo IP44, de material termoplástico, antichoque, autoextinguible y resistente a la radiación ultravioleta. Llevará instalado los siguientes elementos:
 - Un interruptor automático de 16 A,
 - Un interruptor diferencial de 25 A, 30 mA.
 - Una base mural, tipo CETAC 2P + T, 16 A.
 - Dos bases tipo shucko de 16 A.

Determinación de la concentración de partículas en suspensión totales.

Las partículas en suspensión totales, se recogen haciéndose pasar un volumen conocido de aire (el volumen de aire aspirado por el equipo no será inferior a 20 m³/h), a través de un filtro de vidrio de superficie conocida (la superficie útil del filtro no será inferior a 60 cm²), que retiene todas las partículas de tamaño mayor de 0,1 µm.

No obstante, debe cumplirse que la relación entre la superficie útil del filtro, en cm², y el volumen aspirado, expresado en m³/h, esté comprendida entre 3 y 6 unidades.

La determinación se realiza por diferencia de peso del filtro antes y después de la toma de muestra.

El equipo a utilizar para la posterior determinación de la concentración de estas partículas será un captador de alto volumen. Este equipo consiste en tres partes conectadas entre sí y por este orden:

- Soporte para el filtro: Consistente en un cuerpo con forma troncocónica, en cuya base mayor se sitúa una fina rejilla metálica sobre otras dos para tener suficiente resistencia mecánica a la depresión que ha de soportar. El elemento filtrante se deposita sobre las

rejillas, fijándose mediante una corona que queda unida al cuerpo del soporte. El ángulo de abertura de la forma troncocónica ha de ser tal que se asegure un régimen laminar y uniforme en el flujo de aire a través de la superficie filtrante.

- Conjunto de aspiración: Consistente en una canalización que, partiendo de la base inferior del filtro, pone a éste en comunicación con la aspiración. Debe estar dotado de calderín de suficiente capacidad para regularizar el flujo pulsante causado por la bomba de vacío, en caso de que el sistema de aspiración sea éste. El sistema debe ser capaz de alcanzar un caudal de 50 m³/h.
- Contador: El captador debe estar dotado de un contador de gas, o cualquier otro medidor adecuado, con capacidad para medir hasta 60 m³/h, con una precisión de $\pm 3\%$. El volumen aspirado no será inferior a 20 m³/h. La medida de flujo de aire desplazado, aproximadamente constante, se efectuará mediante un rotámetro o manómetro de precisión, calibrado para las condiciones de trabajo y dotado de regulación fina. Debe disponer de un conducto de salida del aire aspirado, dotado de un difusor, suficientemente alejado para evitar interferencias con la aspiración. Debe disponer de un totalizador, con una resolución de 0,001 m³. Con una periodicidad mínima trimestral, se procederá a la comprobación de la calibración del sistema de aspiración (captador con filtro en blanco).

La pesada del filtro se realizará con una balanza analítica que posea una sensibilidad de 0,1 mg., alojada en un recinto acondicionado para mantener temperatura constante (21 ± 3 °C) y humedad relativa constante (50 ± 10 %).

Filtros: Los filtros serán de fibra de vidrio de tipo GF/A de Whatman o similar. En el caso en que la muestra esté destinada a una posterior caracterización química, el filtro utilizado debe ser de fibra de cuarzo. En ambos casos, en lo que respecta a los filtros, se deben cumplir los siguientes requisitos:

- Se realizará una inspección ocular de los filtros, antes de su uso, desechando los que presentan imperfecciones frente a la luz.
- Deben estar expuestos, antes de su uso, a las condiciones ambientales del recinto acondicionado que aloja la balanza, por lo menos 24 horas antes de pesarse, comprobando que se mantiene una pesada constante.
- Se pesarán dichos filtros con aproximación al miligramo, cuidando de no doblarlos antes de su uso.
- El filtro se coloca en el soporte en el aparato de la toma de muestra y se hace pasar aire en las condiciones anteriormente descritas.
- El filtro se maneja con cuidado para evitar su deterioro o contaminación, usando para ello guantes de cirujano o pinzas, y se doblarán hacia adentro para evitar pérdida de la materia recogida.
- El traslado de los filtros hasta el laboratorio se realizará en cápsulas de petri o en sobres.

- Una vez los filtros en el laboratorio, se conservan expuestos a las condiciones ambientales del recinto acondicionado que aloja la balanza por lo menos 24 horas antes de pesarse, comprobando que se mantiene una pesada constante. Se pesan los filtros con aproximación al milígramo.
- La diferencia obtenida entre las pesadas después y antes de la toma de muestra nos proporcionará la masa de partículas que se ha depositado sobre el filtro durante el muestreo.

Procedimiento:

El captador de alto volumen se situará en un lugar tal que:

- Entre el plano del filtro y el suelo exista una distancia de entre 1,5 y 4 metros.
- En horizontal no exista ningún obstáculo en un radio inferior a dos metros.
- La duración de la toma de muestra será de 24 horas, anotándose la fecha, hora y lectura del contador antes y después de la toma de muestra.

Valoración de los resultados:

Con la diferencia entre las lecturas del contador se calcula el volumen de aire que ha sido filtrado durante el periodo de 24 horas, expresado en metros cúbicos en condiciones ambientales.

Con la diferencia entre las pesadas final e inicial se obtiene el valor de la masa de partículas filtradas, expresadas en mg.

Se empleará la siguiente ecuación:

$$\text{PST} = 1000 \times (\text{PF} - \text{PI}) / (\text{VF} - \text{VI})$$

Donde:

- PST: Partículas en Suspensión Totales ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- PF: Pesada del filtro tras la toma de muestra (mg)
- PI: Pesada del filtro antes de la toma de muestra (mg)
- VF: Lectura del contador tras la toma de muestra (m^3)
- VI: Lectura del contador antes de la toma de muestra (m^3)
- 1000: Factor de conversión de mg. a μg .

Por tanto, los resultados de PST se expresarán en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, expresados en condiciones ambientales y con la incertidumbre asociada.

Determinación de la concentración de partículas sedimentables.

El método consiste en recoger y determinar gravimétricamente las partículas existentes en el aire que son depositadas por gravedad o arrastradas por la lluvia.

El equipo a utilizar será un captador de partículas sedimentables que consiste en las siguientes partes:

- **Soporte:** Es un trípode con una plataforma inferior para contener el frasco colector y un ensanchamiento superior para alojar el embudo colector. Este soporte debe estar construido en acero inoxidable o un material resistente a la corrosión. Protegiendo al embudo, lleva un enrejado metálico o de plástico de 25 mm de luz de malla para evitar que entren en él hojas y materiales extraños a los que se desea determinar.
- **Depósito colector:** De un material inatacable. El depósito estará convenientemente identificado, y tendrá asignado un factor, que será utilizado en los cálculos. El factor se calcula según la siguiente fórmula:

$$F = 127,3 \times 14^4 / D^2$$

Siendo D, el valor medio del diámetro del depósito, resultante de realizar doce medidas de éste en distintos puntos de su circunferencia exterior.

- **Frasco colector:** Es un frasco de vidrio o de una materia plástica idónea, con una capacidad entre 10 y 20 litros, que se usará en función de la pluviometría de la zona. Sus dimensiones estarán adaptadas a las del soporte.

La conexión entre el depósito colector y el frasco está formada por un tubo de goma o plástico de diámetro apropiado, que en su extremo inferior inserta una tapa de material inatacable a modo de pequeño embudo invertido, para impedir la penetración del polvo líquido que no proceda de la captación del equipo.

La tubuladura de esta tapa se prolongará de modo que penetre en el cuello del frasco como se indica en la figura anexa.

Procedimiento:

El captador de partículas sedimentables se situará de forma que:

- Se coloque en un espacio abierto alejado de muros verticales, edificios, árboles, etc., que puedan interferir la determinación. Como criterio de alejamiento, se puede considerar la distancia doble de la altura del objeto que interfiere.
- El equipo colector debe sujetarse al suelo por un medio asequible que evite su caída por el viento.
- Quede protegido de acciones vandálicas.

- Una vez finalizado el periodo de muestreo, se procederá a la recogida de la muestra para lo que se seguirá el siguiente procedimiento:
- Se arrastran las partículas adheridas al depósito colector hasta el frasco, ayudándose para ello de una varilla u otro objeto apropiado, auxiliándose con el lavado de agua destilada (aproximadamente 1000 ml.)
- Se retira el frasco colector con el líquido, que se traslada al laboratorio y se sustituye por otro.
- Antes de colocar el frasco limpio para la recogida de partículas, se le añaden 10 ml de sulfato de cobre cristalizado por litro) para prevenir la proliferación de algas y hongos que afectarían a la determinación. En caso de que la muestra vaya a ser sometida a una posterior caracterización química, se añadirán 2 ml de n-n-dimetil formamida pura.

Valoración de los resultados.

Una vez el frasco en el laboratorio, se deben separar las partículas groseras por una malla metálica y después filtrar. Ambas operaciones pueden simultanearse en una sola, utilizando para ello un tamiz de 20 mallas y filtrando por un papel de cenizas conocidas o de vidrio (en caso de posterior análisis químico, utilizar filtro de fibra de cuarzo) previamente tarado. Las partículas que existan en el frasco se arrastrarán lavando con agua destilada.

Se homogeneiza el líquido filtrado, incluyendo aguas de lavado y se mide el volumen total.

El filtro se seca a 105 °C en estufa y se pesa. La diferencia indica el residuo insoluble total. Una parte alícuota del líquido filtrado se evapora a sequedad en baño María en cápsula previamente tarada. El residuo seco a 105 °C se pesa y se refiere a volumen total del líquido, con lo que se obtiene el residuo soluble total.

La suma de los dos resultados anteriores representa el residuo total (al que hay que descontar el peso del sulfato de cobre en el caso de haberse añadido).

Contenido Partículas insolubles

Para determinar el residuo insoluble total (R_{IT}) de la muestra, aplicar la siguiente ecuación:

$$R_{IT} = P_F - P_I$$

Donde:

- R_{IT} : Residuo insoluble total (mg)
- P_I : tara del filtro (mg)
- P_F : peso del filtro más muestra (mg)

Contenido Partículas solubles

Para determinar el residuo soluble total (R_{ST}) de la muestra, aplicar la siguiente ecuación:

$$R_{ST} = (C_F - C_I) \times V_T / V_A$$

Donde:

- R_{ST} : residuo soluble total (mg)
- C_I : tara de la cápsula (mg)
- C_F : peso de la cápsula más muestra (mg)
- V_T : volumen total de líquido después del filtrado (ml)
- V_A : volumen de la alícuota tomada (ml)

Concentración de partículas sedimentables

La concentración de partículas sedimentables (Cps) se obtiene con la fórmula siguiente:

$$Cps = (RST + RIT) \times F / D$$

Donde:

- CPS: concentración de partículas sedimentables en mg/(m².dia)
- RIT: residuo insoluble total (mg)
- RST: residuo soluble total (mg)
- D: nº de días de muestreo
- F: factor del depósito colector

Determinación de la concentración de partículas PM₁₀

El método de referencia para el muestreo y análisis de PM₁₀ será el descrito en la norma UNE-EN 12341 "Calidad del aire - Determinación de la fracción de PM₁₀ de la materia particulada en suspensión. Método de referencia y procedimiento de ensayo de campo para demostrar la equivalencia de los métodos de medida al de referencia".

V. VALORES LÍMITE DE EMISIÓN PARA FOCOS CANALIZADOS Y PERIODICIDAD DE CONTROLES POR ECMCA.

ORIGEN FOCO	CONTAMINANTES	LÍMITES	PERIODICIDAD
Corrientes de aspiración	Partículas	30 mg/Nm ³	• Q<10.000 Nm³/h: Trienal • 10.000 Nm³/h<Q<30.000 Nm³/h: Bienal • Q>30.000 Nm³/h: Anual
Hornos ⁽⁵⁾	Partículas	30 mgNm ³	• Q<30.000 Nm³/h: Bienal • Q>30.000 Nm³/h: Anual
	NO _x (expresados como NO ₂)	250 mg/Nm ³	
	SO ₂	200 mg/Nm ^{3 (4)}	
	Fluoruros ⁽¹⁾ (en gases y partículas) (expresados como HF)	10 mg/Nm ³	
Secaderos	Partículas ⁽⁶⁾	30 mg/Nm ³	• Q<10.000 Nm³/h: Trienal • 10.000 Nm³/h<Q<30.000 Nm³/h: Bienal • Q>30.000 Nm³/h: Anual
	NO _x (expresados como NO ₂)	250 mg/Nm ³	
	SO ₂	200 mg/Nm ^{3 (4)}	
Cogeneración	Partículas ⁽²⁾	30 mg/Nm ³	Trienal
	NO _x (expresados como NO ₂)	800 mg/Nm ³	
	SO ₂	200 mg/Nm ^{3 (4)}	
Atomización	Partículas ⁽³⁾	30 mg/Nm ³	Anual
	NO _x (expresados como NO ₂)	250 mg/Nm ³	
	SO ₂	200 mg/Nm ^{3 (4)}	

- (1) Para los focos origen en hornos cuyo caudal de gases sea inferior a 3000 Nm³/h, el valor límite de fluoruros podrá ser de 30 mg/Nm³, siempre y cuando el caudal másico de dicho contaminante sea inferior a 0,1 kg/h.
- (2) Quedan excluidos de medición de emisión de partículas los focos de emisión directa de turbinas y motores de cogeneración que usen gas natural como combustible.
- (3) Para focos de origen en atomizadores que tengan en la actualidad sistemas correctores vía húmeda instalados, el límite de partículas a cumplir será 50 mg/Nm³ hasta el 30 de octubre de 2015. A partir de esa fecha se deberá cumplir con el límite genérico de 30 mg/Nm³.
- (4) En los casos en que se prevea la superación de este valor por el uso de determinadas materias primas o combustibles, se deberá entregar a la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda un estudio técnico justificativo que incluya balances de masa y una propuesta de valor límite.

- (5) Quedan excluidos de medición de contaminantes los focos de evacuación del aire de enfriamiento de los hornos de cocción de baldosas.
- (6) Quedan excluidos de la medición de emisión de partículas los focos de presecado y secado de piezas cerámicas (crudas o cocidas) que utilicen como combustible gas natural o propano, que en el control de la puesta en marcha de la instalación, en condiciones habituales de operación y sin utilizar ningún tipo de depuración, hayan obtenido una emisión inferior a 10 mg/Nm^3 de partículas.

Todos estos límites y periodicidades habrá de entenderlos salvo que concurran circunstancias, como la declaración de impacto ambiental, u otras que lleven al establecimiento de otras condiciones más restrictivas.

ANEXO 2. PROPUESTA DE NORMATIVA PARA EL CONTROL DE EMISIONES DIFUSAS DE PARTÍCULAS.

ORDEN XXXXXX, DE LA CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE, AGUA, URBANISMO Y VIVIENDA RELATIVA A LA VIGILANCIA Y CONTROL DE LAS EMISIONES DIFUSAS DE PARTÍCULAS PROCEDENTES DE ACTIVIDADES POTENCIALMENTE CONTAMINADORAS DE LA ATMÓSFERA.

En el marco de la normativa vigente en materia de protección del ambiente atmosférico, mediante esta norma se pretende establecer los procedimientos necesarios para la vigilancia y el control de las emisiones difusas de partículas procedentes de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera.

En este sentido, el artículo 72.3 del Decreto 127/2006, de 15 de septiembre, por el que se desarrolla la ley 2/2006, de 5 de mayo, de prevención de la contaminación y calidad ambiental, establece la posibilidad de que el Conseller competente en materia de medio ambiente, mediante Orden, pueda establecer el contenido mínimo de los informes que las entidades colaboradoras en materia de calidad ambiental, reguladas en el Decreto 229/2004, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat, por el que se crea y regula su registro, modificado por el Decreto 29/2007, de 9 de marzo, presenten en este ámbito a los órganos administrativos, así como la periodicidad con la que deben ser presentados. Asimismo, el mismo artículo permite que en la referida Orden se incluyan los procedimientos técnicos en los que se han de basar dichas entidades para elaborar sus informes, en particular en lo que se refiere a emisiones canalizadas y no canalizadas.

Así, mediante esta Orden se establecen los criterios de vigilancia y control reglamentario de aquellas actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera que generen emisiones difusas de partículas. Estas actuaciones se llevarán a cabo en los casos en que no se pueda realizar medidas de emisión en los focos puntuales canalizados y cuando se haya justificado convenientemente la imposibilidad de canalizar el foco emisor.

Se trata de una labor que supone un alto grado de especialización técnica, de tal manera que para la misma es preciso contar con las referidas entidades colaboradoras en materia de calidad ambiental registradas que actúen en el ámbito de la contaminación atmosférica, de conformidad con lo previsto en el referido Decreto 229/2004, de 15 de octubre (modificado por el Decreto 29/2007, de 9 de marzo) en su labor de colaboración y apoyo a la conselleria competente en materia de medio ambiente en sus funciones de seguimiento y control en este ámbito.

Por último señalar, que el apartado 3 de la disposición adicional del mismo Decreto 127/2006, concreta los valores límite a aplicar para actividades que emitan partículas no canalizadas.

En virtud de lo expuesto, en el ámbito de las competencias que en materia de medio ambiente están asignadas a la Conselleria de Territorio y Vivienda, en virtud del Decreto 8/2004, de 3 de septiembre, del Presidente de la Generalitat, y en uso de las facultades que me confiere el artículo 35 de la Ley de la Generalitat Valenciana 5/1983, de 30 de diciembre, de Gobierno Valenciano,

ORDENO

Título I. Disposiciones Generales.

Artículo 1. Objeto

Es objeto de esta Orden es concretar los procedimientos y criterios mínimos de actuación para el ejercicio de las actuaciones de vigilancia y control de las emisiones no canalizadas de partículas de determinadas actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera, que efectúen las entidades colaboradoras en materia de calidad ambiental, registradas para actuar en el ámbito de la contaminación atmosférica de conformidad con el Decreto 229/2004, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat y su modificación a través del Decreto 29/2007, de 9 de marzo.

Artículo 2. Ámbito de aplicación.

Las actuaciones previstas en la presente orden se aplicarán a cualquier actividad que genere material pulverulento o particulado incluida en el Anexo IV “Catálogo de Actividades Potencialmente Contaminadoras de la Atmósfera” de la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera, ó en posteriores desarrollos normativos.

Artículo 3. Definiciones.

A los efectos de la presente Orden, se entiende por:

- a) Inmisión. Concentración de contaminantes en la atmósfera a nivel del suelo, de modo temporal o permanente.
- b) Actividades Potencialmente Contaminadoras de la Atmósfera. Las así definidas de conformidad con la normativa vigente en materia de protección del ambiente atmosférico.
- c) Emisión difusa. Toda descarga a la atmósfera, no contenida en gases residuales, continua o discontinua de partículas o gases, procedentes directa o indirectamente de cualquier fuente susceptible de producir contaminación atmosférica. Quedan incluidas las emisiones no capturadas liberadas al ambiente exterior por las ventanas, puertas, respiraderos y aberturas similares o directamente generadas en exteriores.
- d) Partículas en Suspensión Totales. PST. Aquellas partículas que están suspendidas en el aire y no precipitan fácilmente por la acción gravitatoria, encontrándose animadas en un movimiento browniano, entre otros.
- e) Partículas Sedimentables. Las partículas que se depositan por gravedad o son arrastradas por la lluvia.
- f) PM10. Las partículas en suspensión que pasan a través de un cabezal de tamaño selectivo para un diámetro aerodinámico de 10 μm con una eficiencia de corte del 50 %.

Artículo 4.- Obligaciones de los titulares.

1. Los titulares de las actividades e instalaciones incluidas en el ámbito de aplicación de esta Orden deberán realizar, en el perímetro de la actividad o instalación en cuestión, un control de las emisiones difusas de partículas con carácter anual o en su caso, en la periodicidad inferior a la anual que establezca el correspondiente instrumento de intervención de la citada actividad o instalación.

2. Estas actuaciones se realizarán, en los términos establecidos en esta Orden, a través de una entidad colaboradora en materia de calidad ambiental, registrada para actuar en el ámbito de la contaminación atmosférica de conformidad con el Decreto 229/2004, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat (modificado por el Decreto 29/2007, de 9 de marzo), por el que se establecen las funciones de las entidades colaboradoras en materia de calidad ambiental y se crea y regula su Registro.

3. No obstante, lo establecido en este artículo se entiende sin perjuicio de las actuaciones que en cualquier momento puedan realizar los órganos administrativos competentes en el ámbito de sus funciones públicas de vigilancia y control, que no obstante, deberán ajustarse, en su caso, a lo previsto en el Título II de esta Orden.

Artículo 5.- Valores límite y periodo de muestreo:

1. Los valores límite a aplicar a las emisiones no canalizadas de partículas para las actividades incluidas en el ámbito de aplicación de esta orden, así como los contaminantes a medir de acuerdo a la distancia de la actividad a un núcleo residencial, son los establecidos en el apartado 3 de la Disposición Adicional Primera del Decreto 127/2006, de 15 de septiembre, del Consell, por el que se desarrolla la Ley 2/2006, de 5 de mayo, de la Generalitat, de Prevención de la Contaminación y Calidad Ambiental.

2. En cuanto al periodo de muestreo necesario para la práctica de las mediciones, será el siguiente:

- a) Si se trata de partículas totales en suspensión abarcará 4 periodos laborables consecutivos durante 3 semanas consecutivas (12 muestras).
- b) En el caso de partículas sedimentables, el periodo de muestreo será de un año. (12 muestras anuales).
- c) Si se trata PM_{10} el periodo de muestreo abarcará 4 periodos laborables consecutivos durante 3 semanas consecutivas (12 muestras).

3. No obstante lo previsto en los apartados anteriores, las actividades incluidas en esta Orden, deberán disponer de los cerramientos adecuados para poder canalizar las emisiones generadas y medir como si de emisiones canalizadas se tratara, mediante los procedimientos y de acuerdo con los valores límites establecidos. No obstante, si aun así existieran emisiones difusas en la

actividad, y se justificara que es técnicamente imposible canalizarlas, estas deberán medirse en los términos y de conformidad con lo establecido en esta Orden.

Título II. Procedimiento de medición.

Artículo 6.- Condiciones del muestreo.

1. Para las actuaciones de medición de las emisiones no canalizadas de partículas el muestreo se deberá realizar en las condiciones de funcionamiento habituales de la actividad ó instalación. En el caso que existan condiciones meteorológicas extraordinarias (precipitaciones, intrusiones saharianas..) que puedan afectar a la dispersión, presencia o deposición de las partículas totales en suspensión o PM₁₀, se incrementará el periodo de muestreo tantos días (días laborables) como persistan las citadas condiciones meteorológicas. Las muestras descartadas, deberán informarse igualmente.

A estos efectos, la información relativa a los episodios de intrusiones saharianas de partículas en la Comunitat Valenciana, se facilitará a la población a través de los medios telemáticos de la Consellería competente en materia de medio ambiente en la página web oficial de la Generalitat.

2. Asimismo, en el informe de la actuación que se realice por la entidad colaboradora, en cuanto a partículas en suspensión y/o PM₁₀, deberá incluirse un registro de la pluviometría durante los días de muestreo, así como una rosa de vientos (velocidad y dirección del viento) acompañando el resultado de cada medición realizada. Los datos meteorológicos recabados, deberán ser representativos de las condiciones existentes en la instalación objeto de control.

Para la obtención de los datos meteorológicos mencionados en este apartado, podrán utilizarse datos de estaciones meteorológicas tanto de organismos o entidades públicas como de centros de investigación privado y/o públicos, así como torres meteorológicas de la propia instalación objeto de control o, en su defecto, los de una torre meteorológica que en su caso aporte la entidad colaboradora en materia de calidad ambiental. En cualquier caso, para la obtención de los datos meteorológicos deberán tenerse en cuenta las Normas UNE relativas a Redes de Estaciones Meteorológicas Automáticas.

Artículo 7.- Puntos de muestreo.

1. En la realización de las mediciones previstas en esta norma, los puntos de muestreo serán al menos cuatro. Los captadores estarán situados en el perímetro de la instalación, uno a barlovento, otro a sotavento de la instalación y dos en los laterales del perímetro de la misma. Los muestreos establecidos en el artículo 5 de esta norma deberán realizarse de manera simultánea.

2. Cada punto de muestreo dispondrá de los captadores específicos para realizar las medidas de PST, PSD y PM₁₀ en su caso, que se describen en la presente norma.

Artículo 8.- Características de los emplazamientos de los equipos de medida.

Las características del emplazamiento donde se situarán los equipos de medición que en cada caso se precisen, serán las siguientes:

A) Obra Civil:

- Acondicionamiento de la parcela donde se instalará el captador, procediendo al desbroce de la zona, rebaje y nivelado del área de al menos 2 x 2 metros.
- Construcción de una solera de hormigón HA/125 de un espesor aproximado mínimo de 10 cm y con un mallazo de reparto de retícula 15 x 15 cm y diámetro de barra de 8 mm. Las dimensiones de la solera serán de al menos 2 m de longitud y 2 m de anchura. La solera se dotará además de las pendientes necesarias para asegurar la salida del agua de lluvia.
- Construcción de un cerramiento con una malla metálica de 1,5 m de altura sobre un muro de bloques de 20 cm de altura, con enfoscado del muro como acabado de este.
- El cerramiento dispondrá de una puerta de 90 cm de anchura.

B) Acometida Eléctrica:

- Instalación de una línea monofásica 3 X 2,5 mm² de sección (1 KV) protegida adecuadamente desde el punto de conexión con la red, hasta la arqueta ubicada en el interior del emplazamiento del captador.
- Instalación de un cuadro de conexiones en el interior del recinto vallado. El cuadro exterior de conexiones será del tipo mínimo IP55, de material termoplástico, antichoque, autoextinguible y resistente a la radiación ultravioleta. Llevará instalado los siguientes elementos:
 - Un interruptor automático de 16 A,
 - Un interruptor diferencial de 25 A, 30 mA.
 - Una base mural, tipo CETAC 2P + T, 16 A.
 - Dos bases tipo shucko de 16 A.

Artículo 9.- Toma de muestras.

1. Los equipos dispuestos para la toma de muestras deberán ser precintados por la entidad colaboradora durante el periodo de muestreo.
2. La toma de muestras y determinación de la concentración de PST se realizará según lo establecido en el Anexo I de esta Orden.
3. La toma de muestras y determinación de la concentración de PSD se realizará según lo establecido en el Anexo II de esta Orden
4. En cuanto a la toma de muestras y determinación de la concentración de PM10, se llevará a cabo según lo dispuesto en el Anexo III de esta Orden.

Artículo 10. Comunicación previa.

1. Las actuaciones que vayan a realizar, en el ámbito de lo previsto en esta Orden, las entidades colaboradoras en materia de calidad ambiental acreditadas en el campo de la contaminación atmosférica, de las reguladas en el Decreto 229/2004, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat y su modificación el Decreto 29/2007, de 9 de marzo, deberán ser comunicadas con carácter previo a su inicio al órgano administrativo competente en la materia mediante cualquier medio que acredite su constancia y recepción. La comunicación se realizará al menos con una semana de antelación a la fecha de realización de la actuación en cuestión. En la comunicación se fijará la fecha, hora y lugar de la inspección.

2. La comunicación a que se refiere el apartado anterior, se realizará a los siguientes órganos administrativos:

- A la Dirección General competente en materia de contaminación atmosférica, las actuaciones relativas a las instalaciones incluidas en el Anexo I de la Ley 2/2006, de 5 de mayo, de Prevención de la Contaminación y Calidad Ambiental
- A la Dirección Territorial de la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda de la provincia que corresponda, según la ubicación de la instalación, las actuaciones realizadas a instalaciones incluidas en el Anexo II de la citada Ley 2/2006, de 5 de mayo.
- Al Ayuntamiento donde se ubique la instalación, las actuaciones que pudieran realizarse a las actividades de las instalaciones sometidas a licencia ambiental, de conformidad con lo establecido en la citada Ley 2/2006, de 5 de mayo.
- Para los demás supuestos que puedan establecerse, se comunicará al Servicio Territorial de la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda de la provincia que corresponda, según la ubicación de la instalación.

3. La comunicación previa a que se refiere este artículo, contendrá como mínimo la siguiente información:

Datos de la Instalación			
Nombre			
Dirección			
Tel. contacto		Fax	
Correo electrónico			
Persona de contacto			
Actividad			
Datos de la ECMCA			
Nombre			
Nº de Acreditación			
Técnicos responsables			
Correo electrónico			
Inspección y mediciones			
Nº de emplazamientos a medir y periodo de muestreo			
Contaminantes a medir			
Fecha de inicio de la inspección			

4. En el caso de no realizarse finalmente una actuación ya comunicada, se avisará de su anulación al órgano competente, de conformidad con lo previsto en el apartado 2 de este artículo, con antelación a la fecha en que la misma iba a ser practicada, indicando las causas de su anulación y la fecha concreta prevista, en su caso, para su realización posterior. En este caso, no será necesaria una nueva comunicación previa al órgano competente, si no varían los datos comunicados en su momento a que se refiere el apartado 3 de este artículo.

Artículo 11.- Contenido del Informe.

Una vez realizadas las actuaciones previstas en esta Orden, la entidad colaboradora elaborará un informe sobre las mediciones de las emisiones difusas de la actividad o instalación que tendrá el contenido mínimo establecido en el anexo V de esta Orden.

Artículo 12. Documentación

1. Una vez efectuadas las actuaciones correspondientes, el informe realizado por la entidad colaboradora en materia de calidad ambiental, incluyendo los originales de las hojas de campo, las hojas de cálculo para la obtención de resultados, los certificados de calibración de los equipos utilizados, los certificados de los resultados de los análisis realizados y cualquier otra documentación que se incluya en el mismo, deberán estar disposición del personal de la Administración del Consell que lo solicite.
2. Una copia de todos los informes que se realicen deberá quedar en poder de la Entidad Colaboradora que ha llevado a cabo la actuación al menos durante cinco años, de conformidad con lo establecido en el artículo 10 del referido Decreto 229/2004, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen las funciones de las entidades colaboradoras en materia de calidad ambiental y se crea y regula su Registro (modificado por el Decreto 29/2007, de 9 de marzo).
3. En el caso de que el informe de la entidad colaboradora determine que la actividad o instalación incumple los valores límite de emisión, no aplica correctamente las medidas correctoras que tiene impuestas, o, en general, no cumple con lo estipulado en la normativa vigente, deberá ser remitido por la entidad colaboradora, en el plazo de un mes, al órgano administrativo competente, de conformidad con lo previsto en el artículo 10.2 de esta Orden.

DISPOSICIÓN ADICIONAL

Se faculta al Director General competente en materia de contaminación atmosférica para que dicte las instrucciones necesarias para la aplicación de la presente orden y para modificar el contenido de los Anexos de la misma.

DISPOSICIÓN FINAL

La presente orden entrará en vigor el mismo día de su publicación en el Diari Oficial de la Generalitat Valenciana.

Anexo I: Determinación de la concentración de partículas en suspensión totales.

Las partículas en suspensión totales, se recogen haciéndose pasar un volumen conocido de aire (el caudal de aire aspirado por el equipo no será inferior a 20 m³/h), a través de un filtro de fibra de vidrio de superficie conocida (la superficie útil del filtro no será inferior a 60 cm²), que retiene todas las partículas de tamaño mayor de 0,1 µm.

No obstante, debe cumplirse que la relación entre la superficie útil del filtro, en cm², y el volumen aspirado, expresado en m³/h, esté comprendida entre 3 y 6 unidades.

La determinación se realiza por diferencia de peso del filtro antes y después de la toma de muestra.

El equipo a utilizar para la posterior determinación de la concentración de estas partículas será un captador de alto volumen. Este equipo consiste en tres partes conectadas entre sí y por este orden:

- Soporte para el filtro: Consistente en un cuerpo con forma troncocónica, en cuya base mayor se sitúa una fina rejilla metálica sobre otras dos para tener suficiente resistencia mecánica a la depresión que ha de soportar. El elemento filtrante se deposita sobre las rejillas, fijándose mediante una corona que queda unida al cuerpo del soporte. El ángulo de abertura de la forma troncocónica ha de ser tal que se asegure un régimen laminar y uniforme en el flujo de aire a través de la superficie filtrante.
- Conjunto de aspiración: Consistente en una canalización que, partiendo de la base inferior del filtro, pone a éste en comunicación con la aspiración. Debe estar dotado de calderín de suficiente capacidad para regularizar el flujo pulsante causado por la bomba de vacío, en caso de que el sistema de aspiración sea éste. El sistema debe ser capaz de alcanzar un caudal de 50 m³/h.
- Contador: El captador debe estar dotado de un contador de gas, o cualquier otro medidor adecuado, con capacidad para medir hasta 60 m³/h, con una tolerancia de ± 3 %. El caudal aspirado no será inferior a 20 m³/h. La medida de flujo de aire desplazado, aproximadamente constante, se efectuará mediante un rotámetro o manómetro de precisión, calibrado para las condiciones de trabajo y dorado de regulación fina. Debe disponer de un conducto de salida del aire aspirado, dotado de un difusor, suficientemente alejado para evitar interferencias con la aspiración. Debe disponer de un totalizador, con una resolución de 0,001 m³. Con una periodicidad mínima trimestral, se procederá a la comprobación de la calibración del sistema de aspiración (captador con filtro en blanco).

La pesada del filtro se realizará con una balanza analítica que posea una sensibilidad de 0,1 mg., alojada en un recinto acondicionado para mantener temperatura constante (21 $\pm$ 3 °C) y humedad relativa constante (50 $\pm$ 5 %).

Filtros: Los filtros serán de fibra de vidrio de tipo GF/A de Whatman o similar. En el caso en que la muestra esté destinada a una posterior caracterización química, el filtro utilizado debe ser de fibra de cuarzo. En ambos casos, en lo que respecta a los filtros, se deben cumplir los siguientes requisitos:

- Se realizará una inspección ocular de los filtros, antes de su uso, desechando los que presentan imperfecciones frente a la luz.
- Deben estar expuestos, antes de su uso, a las condiciones ambientales del recinto acondicionado que aloja la balanza, por lo menos 24 horas antes de pesarse, comprobando que se mantiene una pesada constante.
- Se pesarán dichos filtros con aproximación al miligramo, cuidando de no doblarlos antes de su uso.
- El filtro se coloca en el soporte en el aparato de la toma de muestra y se hace pasar aire en las condiciones anteriormente descritas.
- El filtro se maneja con cuidado para evitar su deterioro o contaminación, usando para ello guantes de cirujano o pinzas, y se doblarán hacia adentro para evitar pérdida de la materia recogida.
- El traslado de los filtros hasta el laboratorio se realizará en cápsulas de petri o en sobres.
- Una vez los filtros en el laboratorio, se conservan expuestos a las condiciones ambientales del recinto acondicionado que aloja la balanza por lo menos 24 horas antes de pesarse, comprobando que se mantiene una pesada constante. Se pesan los filtros con aproximación al miligramo.
- La diferencia obtenida entre las pesadas después y antes de la toma de muestra nos proporcionará la masa de partículas que se ha depositado sobre el filtro durante el muestreo.

Procedimiento:

El captador de alto volumen se situará en un lugar tal que:

- Entre el plano del filtro y el suelo exista una distancia de entre 1,5 y 4 metros.
- En horizontal no exista ningún obstáculo en un radio inferior a dos metros.
- La duración de la toma de muestra será de 24 ± 1 hora, anotándose la fecha, hora y lectura del contador antes y después de la toma de muestra.

Valoración de los resultados:

Con la diferencia entre las lecturas del contador se calcula el volumen de aire que ha sido filtrado durante el periodo de 24 horas, expresado en metros cúbicos en condiciones ambientales.

Con la diferencia entre las pesadas final e inicial se obtiene el valor de la masa de partículas filtradas, expresadas en mg.

Se empleará la siguiente ecuación:

$$\text{PST} = 1000 \times (\text{PF} - \text{PI}) / (\text{VF} - \text{VI})$$

Donde:

- PST: Partículas en Suspensión Totales ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- PF: Pesada del filtro tras la toma de muestra (mg)
- PI: Pesada del filtro antes de la toma de muestra (mg)
- VF: Lectura del contador tras la toma de muestra (m^3)
- VI: Lectura del contador antes de la toma de muestra (m^3)

- 1000: Factor de conversión de mg. a μg .

Por tanto, los resultados de PST se expresarán en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, expresados en condiciones ambientales.

Anexo II. Determinación de la concentración de partículas sedimentables.

El método consiste en recoger y determinar gravimétricamente las partículas existentes en el aire que son depositadas por gravedad o arrastradas por la lluvia.

El equipo a utilizar será un captador de partículas sedimentables que consiste en las siguientes partes:

- Soporte: Es un trípode con una plataforma inferior para contener el frasco colector y un ensanchamiento superior para alojar el embudo colector. Este soporte debe estar construido en acero inoxidable o un material resistente a la corrosión. Protegiendo al embudo, lleva un enrejado metálico o de plástico de 25 mm de luz de malla para evitar que entren en él hojas y materiales extraños a los que se desea determinar. Las medidas y el dibujo del soporte, así como el embudo, están representados en la Figura 1 3 respectivamente.
- Depósito colector: De vidrio o de un material inatacable, cuyas dimensiones se expresan en la figura 2. El depósito estará convenientemente identificado, y tendrá asignado un factor, que será utilizado en los cálculos. El factor se calcula según la siguiente fórmula:
 - $F = 127,3 \times 10^4 / D^2$
 - Siendo D, el valor medio del diámetro del depósito, resultante de realizar doce medidas de éste en distintos puntos de su circunferencia exterior.

El factor multiplicado por el peso total del residuo obtenido, en miligramos, representa directamente el valor de la materia sedimentable expresada en miligramos por metro cuadrado.
- Frasco colector: Es un frasco de vidrio o de una materia plástica idónea, con una capacidad entre 10 y 20 litros, que se usará en función de la pluviometría de la zona. Sus dimensiones estarán adaptadas a las del soporte y capacidad del frasco.

La conexión del embudo al frasco está formada por un tubo de goma o plástico de diámetro apropiado, que en su extremo inferior inserta una tapa de material inatacable a modo de pequeño embudo invertido, para impedir la penetración del polvo líquido que no proceda de la captación del equipo.

La tubuladura de esta tapa se prolongará de modo que penetre en el cuello del frasco como se indica en la figura anexa.

Emplazamiento.

Este equipo colector se colocará en un espacio abierto alejado de muros verticales, edificios, árboles, etc... que puedan interferir la determinación.

Como criterio de alejamiento se puede considerar la distancia doble de la altura del objeto que interfiere.

El equipo colector deberá sujetarse al suelo por un medio asequible que evite su caída por el viento. También deberá estar alejado, dentro de lo posible, del alcance de personas o medios que puedan dañar el aparato.

Procedimiento para la determinación del nivel de inmisión de partículas sedimentables.

- Recogida de la muestra.

Una vez finalizado el periodo de muestreo mensual, que será de 30 ± 2 días, se procederá a la recogida de la muestra para lo que se seguirá el siguiente procedimiento:

- Se arrastran las partículas adheridas al depósito colector hasta el frasco, ayudándose para ello de una varilla u otro objeto apropiado, auxiliándose con el lavado de agua destilada (aproximadamente 500 ml.)
- Se retira el frasco colector con el líquido, que se traslada al laboratorio y se sustituye por otro.
- Antes de colocar el frasco limpio para la recogida de partículas, se le añaden 10 ml de solución 0,02 N de sulfato de cobre cristalizado por litro (2,5 gramos de sulfato de cobre cristalizado por litro) para prevenir la proliferación de algas y hongos que afectarían a la determinación.

- Valoración de los resultados.

- Una vez el frasco en el laboratorio, se deben separar las partículas groseras por una malla metálica y después filtrar. Ambas operaciones pueden simultanearse en una sola, utilizando para ello un tamiz de 20 mallas y filtrando por un papel de filtro de cenizas conocidas o de vidrio previamente tarado. Las partículas que existan en el frasco se arrastrarán lavando con agua destilada.
- Se homogeneiza el líquido filtrado, incluyendo aguas de lavado y se mide el volumen total.
- El filtro se seca a 100 °C en estufa y se pesa. La diferencia indica el residuo insoluble total. Una parte alícuota del líquido filtrado se evapora a sequedad en baño María en cápsula previamente tarada. El residuo seco a 100 °C se pesa y se refiere a volumen total del líquido, con lo que se obtiene el residuo soluble total.
- La suma de los dos resultados anteriores representa el residuo total (al que hay que descontar el peso del sulfato de cobre añadido).

Contenido Partículas insolubles

Para determinar el residuo insoluble total (R_{IT}) de la muestra, aplicar la siguiente ecuación:

$$R_{IT} = P_F - P_I$$

Donde:

R_{IT} : Residuo insoluble total (mg)

P_I : tara del filtro (mg)

P_F: peso del filtro más muestra (mg)

Contenido Partículas solubles

Para determinar el residuo soluble total (R_{ST}) de la muestra, aplicar la siguiente ecuación:

$$R_{ST} = (C_F - C_I) \times V_T / V_A$$

Donde:

R_{ST}: residuo soluble total (mg)

C_I: tara de la cápsula (mg)

C_F: peso de la cápsula más muestra (mg)

V_T: volumen total de líquido después del filtrado (ml)

V_A: volumen de la alícuota tomada (ml)

Concentración de partículas sedimentables

La concentración de partículas sedimentables (C_{ps}) se obtiene con la fórmula siguiente:

$$C_{ps} = \frac{(R_{ST} + R_{IT}) \times F}{D}$$

Donde:

C_{PS}: concentración de partículas sedimentables en mg/(m².dia)

R_{IT}: residuo insoluble total (mg)

R_{ST}: residuo soluble total (mg)

D: nº de días de muestreo

F: factor del depósito colector

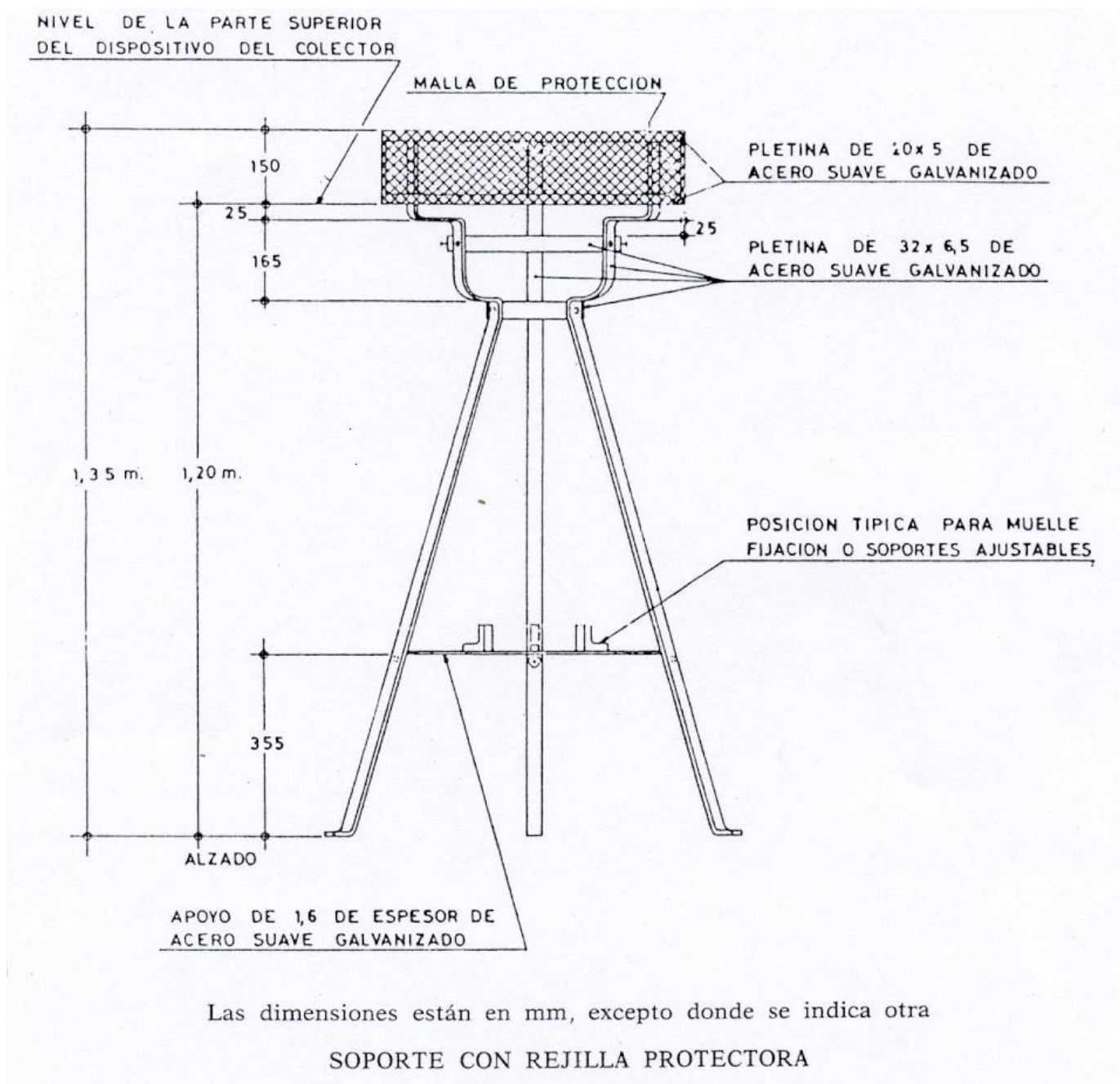
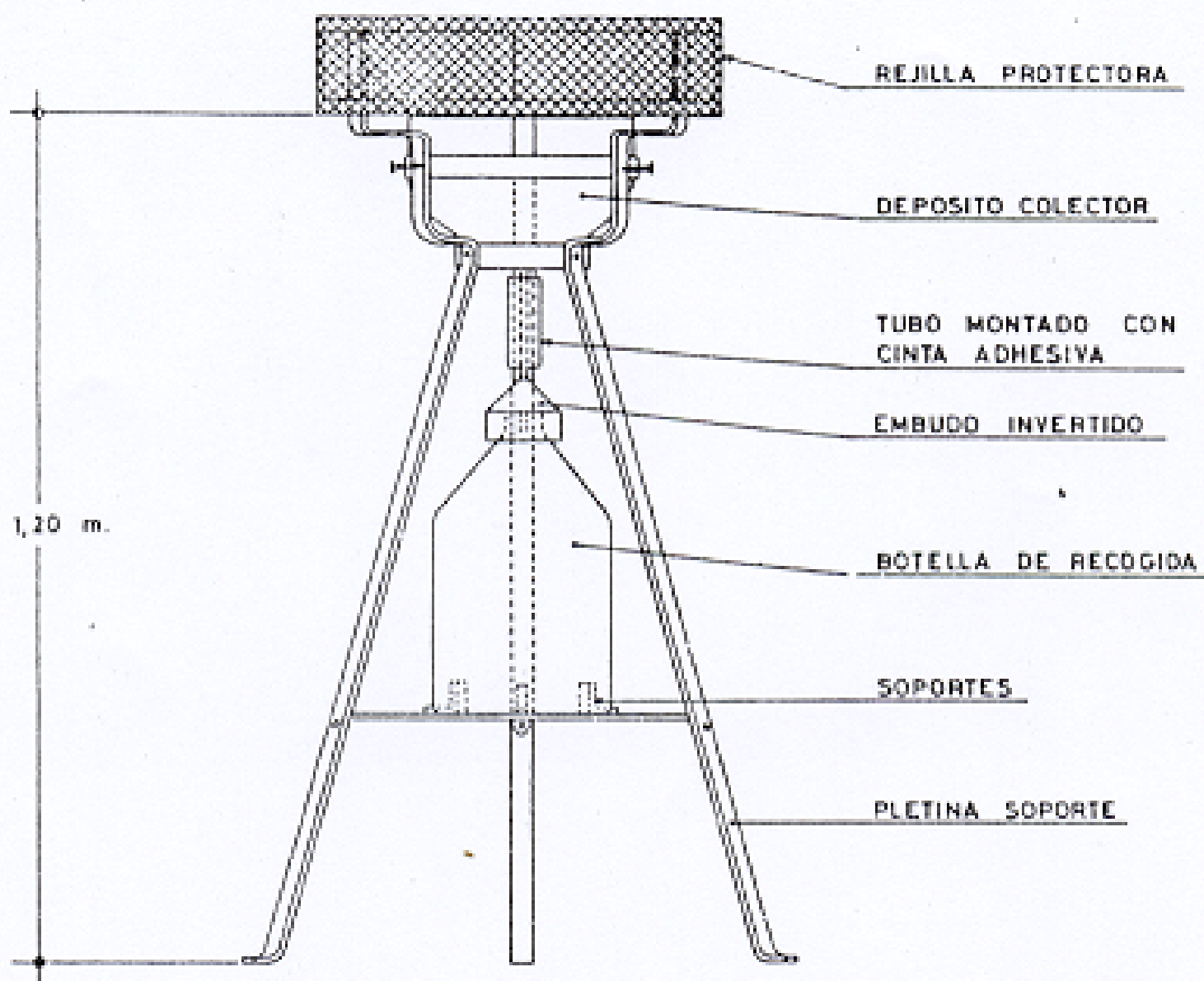


Figura 1. Soporte colector



CONJUNTO DEL EQUIPO COLECTOR

Figura 4.

Anexo III. Determinación de la concentración de partículas PM₁₀.

El método de referencia para el muestreo y análisis de PM₁₀ será el descrito en la norma UNE-EN 12341 "Calidad del aire - Determinación de la fracción de PM₁₀ de la materia particulada en suspensión. Método de referencia y procedimiento de ensayo de campo para demostrar la equivalencia de los métodos de medida al de referencia", o norma que la sustituya.

Anexo IV. Medidas correctoras contra la emisión de material particulado y pulverulento.

Siempre que existan focos de emisión de partículas se deberán adoptar todas las medidas posibles para evitar su dispersión. Siempre que sea técnicamente viable, se confinarán y/o vehicularán las emisiones de los diferentes puntos generadores de partículas, hacia sistemas que permitan la reducción de la emisión de las mismas.

En general, las medidas de lucha contra las emisiones de material particulado será de alguno de los tres tipos siguientes:

- Confinamiento de las emisiones
- Humectación o riego de materiales
- Sistemas localizados de captación y posterior tratamiento.

Con el objetivo de evaluar la bondad de las medidas correctoras a observar por parte de los organismos de control y a indicar en el informe de inspección reglamentaria, se establecen a continuación una serie de medidas correctoras mínimas que deberán considerarse:

1. Transferencia de materiales a silos:
 - Deberá existir un filtro en las salidas de aire del silo
 - La carga deberá realizarse de forma neumática utilizando racores de conexión hermética entre las mangueras de transferencia del vehículo y la tubería de entrada al silo.
2. Descarga de materiales de los silos:
 - Acoplamientos elásticos con cierre hermético entre silo y el transformador cerrado (tornillo sin fin o similar) y entre éste y la tolva de dosificación (o siguiente elemento según proceso).
3. Cintas transportadoras, tolvas de pesado y clasificación de materiales, cribas y tamices, descarga sobre cinta pesadora. Machacadoras y trituradoras, etc.
 - Deberán disponerse sistemas de carenado o rociado con agua.
4. Descarga tolvas. Puntos de transferencia de materiales:
 - Carenados con cierre en bocas de descarga
 - Rociadores de agua en los puntos de transferencia previos a la caída del material.
 - Reducción de altura de caída de los materiales.
5. Apilado de materiales:
 - Confinamiento o muros de contención
 - Humedecimiento con agua
6. Descarga de materiales sobre pilas de acopio otoñas. Plantas ensacadoras o sistemas de carga de camiones.

- Aspiración localizada a sistema de captación y tratamiento.
- Rociado y humectación del material con agua.
- 7. Dispersión de partículas de la actividad al exterior:
 - Vallado o cerramiento sólido
 - Plantación arbolado o muro vegetal
- 8. Perforación y maquinaria de extracción de materiales sin explosivos:
 - Inyección de agua o captación local de partículas
- 9. Vías de acceso y circulación de vehículos y camiones:
 - Compactación o pavimentación de las superficies de circulación y reducción de la velocidad de circulación de los vehículos.
 - Humedecimiento permanente de las zonas de riego (riego por aspersión o similar).

Anexo V. Contenidos mínimos del informe de medición reglamentaria de las emisiones difusas a la atmósfera de una actividad, realizada por una entidad colaboradora en materia de calidad ambiental.

El informe contendrá como mínimo los siguientes aspectos.

1. Objetivo y motivo del informe
2. Datos generales de la empresa
2.1. Razón social 2.2. Domicilio Social: población, Cod. Postal y Provincia 2.3. CIF 2.4. Teléfono 2.5. Fax 2.6. Página web
3. Datos del Centro
3.1. Nombre Instalación 3.2. Ubicación instalación: Población, Cod. Postal, Provincia 3.3. Teléfono 3.4. Fax 3.5. Página web 3.6. Persona de contacto 3.7. E-mail 3.8. CNAE 3.9. Tipo de Actividad 3.10. Número de días de trabajo al año 3.11. Número de horas de trabajo al día
4. Datos de la ECMCA
4.1. Nombre, domicilio, teléfono y fax 4.2. Número de acreditación de ENAC 4.3. Número de registro de la Conselleria de Territorio y Vivienda 4.4. Responsable del informe y de la toma de muestras 4.5. Datos de los laboratorios externos que participen en las mediciones
5. Datos de la Actividad Industrial.
5.1. Clasificación según el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera de la Actividad principal. Se indicará grupo y epígrafes de la actividad con la denominación.

5.2. Clasificación de acuerdo a la Ley 2/2006, de prevención de la Contaminación y Calidad Ambiental.

6. Procedimiento de medición.

- 6.1. Procedimiento y descripción de la actuación
- 6.2. Descripción de todos los puntos posibles de emisiones difusas de contaminantes de la instalación
- 6.3. Nº de captadores utilizados
- 6.4. Altura sobre el suelo de los captadores empleados
- 6.5. Hora de inicio y fin de cada muestreo
- 6.6. Plano topográfico (a escala 1:1000 u otra escala adecuada al nivel de detalle que permita situar claramente los elementos) que incluirá la ubicación de la instalación y de los puntos de muestreo, así como la justificación de los puntos elegidos de acuerdo a los criterios expuestos.
- 6.7. Velocidad y Dirección de los vientos dominantes y precipitación, durante el periodo de muestreo de PST o PM10, indicando la fuente de donde se han obtenido los datos. En el caso de no tener datos representativos de una estación, se instalarán equipos de medida a fin de obtener estos datos durante el muestreo.
- 6.8. Orientación de los dispositivos respecto a la dirección del viento.
- 6.9. Ubicación de núcleos urbanos y espacios vulnerables, si los hubiera en las cercanías de la planta, así como otros elementos de interés dignos de mención.
- 6.10. Inventario de todas las fuentes de emisión de la actividad medida, prestando especial interés en las vías de acceso y circulación de vehículos a la planta y frentes de explotación si los hubiera, así como acopios, puntos de carga y descarga, equipos y máquinas utilizadas y otros de interés que existan.
- 6.11. El informe, debe incluir las medidas correctoras de que dispone la instalación, de acuerdo al anexo IV, de esta Orden. En el caso de no disponer de medidas correctoras en todos o alguno de los puntos de emisión deberá indicarse expresamente en el apartado de Conclusiones.

7. Resultados.

- 7.1. La presentación de los resultados obtenidos se realizará por separado para cada punto de medida.
- 7.2. Se especificarán los niveles de inmisión para cada punto de medición y la normativa concreta de aplicación. Estableciéndose un análisis comparativo de los resultados obtenidos con los establecidos por la legislación vigente.

8. Conclusiones y Observaciones.
8.1. Se expondrá claramente si las mediciones realizadas cumplen con la normativa vigente 8.2. Se certificará si las medidas correctoras se aplican de manera adecuada.

Se incluirá la fecha

BIBLIOGRAFÍA

- Alastuey A, Mantilla E, Querol X and Rodríguez S. (2000). Study and evaluation of atmospheric pollution in Spain: Necessary measures arising from the EC Directive on PM₁₀ and PM_{2.5} in the ceramic industry. *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio* 39, 1, 141-148.
- Arslan F., Arslan C, Çelik, M.S., 1999. Arsenic removal through the decrepitation of colemanite ores. *Powder Technology* 103, 260-264.
- Bang J., Flugsrud K., Holtskog S., Haakonsen G., Larsen S., Maldum K.O., Rypdal K., Skedsmo A. (1999). Emissions from Road Traffic in Norway – Method for estimation, input data and emission estimates. Norwegian Pollution Control Authority (SFT), SFT Report no. 99:04 (In Norwegian). Oslo.
- Blasco A., Escardino A., Busani G., Monfort E., Amorós J.L., Enrique J., Beltrán V., Negre P., 1992. Tratamiento de emisiones gaseosas, efluentes líquidos y residuos sólidos de la Industria Cerámica. Castellón: Instituto de Tecnología Cerámica; AICE.
- Busani G., Palmonari C., Timellini G., 1995. Piastrelle ceramiche e ambiente: emissioni gassose, acque, fanghi, rumore. Sassuolo: Edi.Cer.
- Chiapello I., Bergametti G. and Chatenet B. (1997). Origins of African dust transported over the North-Eastern Tropical Atlantic. *Journal of Geophysical Research* 102 (D12), 13701-13709
- Criado E., Sánchez E., Regueiro M. (2004). All tiled up. Spanish ceramics and glass. *Ind. Miner* 444, 48-55.
- DCMA classification and chemical description of the complex inorganic color pigments (1991). 3rd ed. Alexandria: Dry Color Manufacturers' Association.
- Duering I. and Lohmeyer A. (2003). Quantifizierung der PM10-Emissionen durch Staubaufwirbelung und Abrieb von Straßen auf der Basis von vorhandenen Messdaten. Available at: <http://www.lohmeyer.de>.
- Emission estimation technique manual for mining: Version 2.3 (December 2001). Commonwealth of Australia, 2001. (Documento propuesto para elaborar el Nacional Pollutant Inventory de Australia). Disponible en: http://www.npi.gov.au/handbooks/approved_handbooks/pubs/mining.pdf.
- European Commission, April 2004, Second Position Paper on Particulate Matter, 283pp.
- Harrison R.M., Tilling R., Callén Romero M.S., Harrad S., Jarvis K. (2003). A study of trace metals and polycyclic aromatic hydrocarbons in the roadside environment. *Atmospheric Environment* 37, 2391-2402.

Informe preliminar sobre el inventario de emisiones de tráfico rodado en la Comunitat Valenciana año 2000 y 2003

IPTS, 2000

Instituto de Tecnología Cerámica, 2001. Curso de gestión medioambiental en la industria cerámica, del 18 al 20 de diciembre de 2001. Castellón: ITC, 2001.

IPTS. European Comission, 2001. Reference Document on Best Available Techniques in the Glass Manufacturing Industry. December 2001. 289 pp (<http://eippcb.jrc.es>)

IPTS, 2005

IPTS. European Comission, 2006a. Reference Document on Best Available Techniques for the Production of Speciality Inorganic Chemicals. Final Draft April 2006. 348 pp (<http://eippcb.jrc.es>).

IPTS. European Comission, 2006b. Reference Document on Best Available Techniques on Emissions from Storage. July 2006. 432 pp (<http://eippcb.jrc.es>).

IPTS, European Comission, 2006c. Reference Document on Best Available Techniques in the Ceramic Manufacturing Industry. December 2006. 230 pp (<http://eippcb.jrc.es>).

Irún M., Gascón V., Vilanova M., Celades I., Monfort E., Vidal J., Saura A., 2004. Estudio, diseño, implantación y rendimiento de sistemas de depuración de emisiones atmosféricas en el proceso de fabricación de fritas cerámicas. *Técnica Cerámica* 322, 388-394.

Karagölge Z., Alkan M., Dönmez B., 2002. Removal of Arsenic from Colemanite Ore Containing Arsenic by Froth Flotation. *Journal of Chemical Engineering of Japan* 35, 3, 217-225.

Mallol G., Monfort E., Busani G., Lezaun F.J. et al. (2001). Depuración de los gases de combustión en la industria cerámica. *Guías Técnicas de energía y medio ambiente*. Castellón: Fundación Gas Natural. Instituto de Tecnología Cerámica, 1ª Edición 1998, 2ª Edición 2001.

Mildford J.B. y Davidson C.I., 1987. The sizes of particulate sulphate and nitrate in the Atmosphere. A review. *JAPCA*, 37, 2, 125-134.

Millán, M. M. and Artiñano, B., 1992. Mesometeorological cycles of air pollution in the Iberian Peninsula. Brussels: Commission of the European Communities. 219 pp.

Millán, M. M., Salvador, R., Mantilla, E., and Artiñano, B., 1996. Meteorology and photochemical air pollution in southern Europe: experimental results from EC research projects. *Atmospheric Environment* 30, 1909-1924.

- Millán, M. M., Salvador, R., Mantilla, E., and Kallos, G., 1997. Photooxidant dynamics in the Mediterranean basin in summer: Results from European research projects. *Journal of Geophysical Research* 102, 8811-8823.
- Millán, M. M., Mantilla, E., Salvador, R., Carratalá, A., Sanz, M. J., Alonso, L., Gangoiti, G., and Navazo, M., 2000. Ozone Cycles in the Western Mediterranean Basin: Interpretation of Monitoring Data in Complex Coastal Terrain. *Journal of Applied Meteorology* 39, 487-508.
- MMA (Ministry of the Environment of Spain), 2002. Identification of long range air mass transport episodes causing high PM levels over Spain. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, Reports, 321 pp. (In Spanish).
- MMA (Ministry of the Environment of Spain), 2003. Identification of long range air mass transport episodes causing high PM levels over Spain. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, Reports, 120 pp. (In Spanish).
- MMA (Ministry of the Environment of Spain), 2004. Identification of long range air mass transport episodes causing high PM levels over Spain. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, Reports, 101 pp. (In Spanish).
- MMA (Ministry of the Environment of Spain), 2005. Identification of long range air mass transport episodes causing high PM levels over Spain. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, Reports, 103 pp. (In Spanish).
- MMMD/NCAR, 2004. *PSU/NCAR Mesoscale Modeling System Tutorial Class Notes and User's Guide: MM5 Modeling System Version 3*, January 2004. Mesoscale and Microscale Meteorology Division. National Center for Atmospheric Research.
- Minguillón M.C., Querol X., Alastuey A., Monfort E., Mantilla E., Sanz M.J., Sanz F., Roig A., Renau A., Felis C., Miró J.V. (2007). PM₁₀ speciation and determination of air quality target levels. A case study in a highly industrialised area of Spain. *Science of the Total Environment* 372, 382-396.
- Monfort E.; Gazulla M.F.; Celades I.; Gómez P.; Bigi M.; Tonelli M., 2003. Ceramic kiln fluorine-gas emission measurement. *Am. Ceram. Soc. bull.*, 82(2), 31-35.
- Monfort E., Celades I., Mestre S., Sanz V., Querol X., 2004. Industrial PM_x data processing in ceramic tile manufacturing emissions. *Key Engineering Materials*. Vols. 264-268, 2453-2456 (ISBN 0-87849-946-6).
- Monfort E., Celades I., Gomar S., Rueda F., Quereda F., Sanfelix V., Minguillón M.C., 2006a. Determinación de las fracciones PM_x/PST en emisiones canalizadas de la industria cerámica. QUALICER 2006. Castellón.
- Monfort E. Celades I., Gomar S., Sanfelix, V., 2006b. Control y estimación de emisiones difusas de material particulado en operaciones al aire libre. PROMA-X Congreso de Ingeniería Ambiental, Bilbao, 3-5 octubre 2006.

Monfort E., Celades I., Gomar S., Sanfelix V., López J.L., Calpe V., 2006c. Estimación de emisiones difusas de material particulado y rendimiento de MTD's en el sector cerámico. En: Carda Castelló J.B. Ciencia y tecnología de los materiales cerámicos y vítreos en el nuevo milenio: Libro de resúmenes de los trabajos presentados en el XLVI Congreso Anual de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, Vall d'Alba, 25-27 de octubre de 2006. Castellón: Faenza editrice ibérica, 2006. pp. 55.

Olmez I., Sheffield A.E., Gordon G.E., Houck J.E., Pritchett L.C., Cooper J.A., Dzubay T.G., Bennett R.L. (1988). Compositions of particles from selected sources in Philadelphia for receptor modeling applications. *The International Journal of Air Pollution Control and Hazardous Waste Management* 38, 1392-1402.

Pacyna J.M. (1998). Source inventories for atmospheric trace metals. En: *Atmospheric Particles* (eds: Harrison R.M., Van Grieken R.E.). IUPAC Series on Analytical and Physical Chemistry of Environmental Systems 5, pp 387-423.

Paquet H., Coudé-Gaussen G. and Rognon P. (1984). Etude minéralogique de poussières sahariennes le long d'un itinéraire entre 19° et 35° de latitude nord. *Révue de Géologie Dynamique et de Géographie Physique* 25, 257-265.

Parmelee C.W. (1973). *Ceramic glazes*. 3rd. ed. Boston: Cahnners Books.

Pregger T. and Friedrich, R. (2002). Emission Sources of PM₁₀ (Coarse and Fine Fraction) in Germany, Universität Stuttgart, Stuttgart. Presentation at 'Particles in the size of 2.5 to 10 microns in urban areas' workshop, in support of the Clean Air for Europe (CAFE) programme of DG ENV in Berlin, Germany, November 4-6, 2002. <http://www.trumf.fu-berlin.de/veranstaltungen/>

Querol X., Alastuey A., Rodríguez S., Plana F., Mantilla E. and Ruiz C.R. (2001). Monitoring of PM₁₀ and PM_{2.5} ambient air levels around primary anthropogenic emissions. *Atmospheric Environment* 35, 5 848-858.

Querol X., Alastuey A., Viana M.M., Rodríguez S., Artíñano B., Salvador P., Garcia Do Santos S., Fernandez Patier R., Ruiz C., De La Rosa J., Sanchez De La Campa A., Menendez M., Gil J.I. (2004a). Speciation and origin of PM₁₀ and PM_{2.5} in Spain. *Journal of Aerosol Sciences* 35, 1151-1172.

Querol X., Alastuey A., Rodríguez S., Viana M.M., Artíñano B., Salvador P., Mantilla E., Garcia Do Santos S., Fernandez Patier R., De La Rosa J., Sanchez De La Campa A., Menendez M. (2004b). Levels of PM in rural, urban and industrial sites in Spain. *Science of the Total Environment* 334-335, 359-376.

Querol X., Alastuey A., Moreno T., Viana M.M., Casanova J., Pérez L., Sunyer J., Künzli N., 2006. Calidad del aire urbano, salud y tráfico rodado. Edita: Fundación Gas Natural. Barcelona, diciembre 2006.

Querol X., Minguillón M.C., Alastuey A., Monfort E., Mantilla E., Roig A., Renau A., Felis C., Miró J.V., Artíñano B. (2007a). Impact of the implementation of PM abatement technology on the ambient air levels of metals in a highly industrialised area. *Atmospheric Environment* 41, 5, 1026-1040.

Querol X., Alastuey A., Moreno T., Viana M.M., Castillo S., Pey J., Rodríguez S., Artíñano B., Salvador P., Sánchez M., Garcia Dos Santos S., Herce Garraleta .D., Fernandez-Patier R., Moreno-Grau S., Minguillón M.C., Monfort E., Palomo-Marín R., Pinilla-Gil E., Cuevas E. (2007b). Spatial and temporal variations in airborne particulate matter (PM₁₀ and PM_{2.5}) across Spain 1999-2005. *Atmospheric Environment* (In press 2007). doi:10.1016/j.atmosenv.2006.10.071.

Ramírez Goterris S. (2002) Estudio de viabilidad de un proyecto de gestión integral de residuos de poda de leñosas. Tesis de Licenciatura. Universitat: Universitat Jaume I. Castelló.

Rodríguez S. (2002). Sources and processes affecting levels and composition of atmospheric particulate matter in the Western Mediterranean. Tesis doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya.

Sarnthein D., Thiede J., Pflaumann U., Erlenkeuser H., Fütterer D., Koopman B., Lange H. and Seibold E. (1982). Atmospheric and Oceanic circulation patterns off northwest Africa during the past 25 million years. In *Geology of the Northwest African Continental Margin* (ed. U. von Rad, K. Hinz, M. Sarnthein, and E. Seibold), pp. 545-604.

Sokolik I.N. y Toon O.B. (1996). Direct radiative forcing by anthropogenic airborne mineral aerosols. *Nature* 381, 681-683.

Sternbeck J., Sjödin Á., Andréasson K. (2002). Metal emissions from road traffic and the influence of resuspension—results from two tunnel studies. *Atmospheric Environment* 36, 4735, 4744.

Taylor S.R. and McLennan S.M. (1985). *The continental crust: its composition and evolution*. Blackwell, Oxford, 312 pp

TNO, 1997. Particulate Matter Emissions (PM₁₀, PM_{2.5}, PM_{<0.1}) in Europe in 1990 and 1993, TNO Report TNO-MEP-R96/472, Netherlands, February 1997.

Uexküll O. von, Skerfving S., Doyle R., Braungart M. (2005). Antimony in brake pads—a carcinogenic component? *Journal of Cleaner Production* 13, 19-31.

US EPA (1995). AP 42, Fifth Edition, Volume I Chapter 13: Miscellaneous Sources PM.

WHO, 2000. Air quality guidelines for Europe, 2nd ed. Copenhagen, World Health Organization Regional Office for Europe, 2000 (WHO Regional Publications, European Series, No. 91).

WHO, 2003. Health aspects of air pollution with particulate matter, ozone and nitrogen dioxide. World Health Organization.

WHO, 2005. WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Global update 2005. Summary of risk assessment.

Winiwarter W. (2002). Emissions of particulate matter (TSP,PM10,PM2.5). Results and lessons learned from a national inventory National inventory, ARC Seibersdorf. Research, Seibersdorf, Austria. Presentation at 'Particles in the size of 2.5 to 10 microns in urban areas' workshop, in support of the Clean Air for Europe (CAFE) programme of DG ENV in Berlin, Germany, November 4-6, 2002.