



Proyecto HADA
Herramienta Automática de Diagnóstico Ambiental
Programa LIFE ENV/E/000274

INTER-COMPARACIÓN DE EQUIPOS AUTOMÁTICOS DE
MEDIDA DE PM UTILIZADOS EN EL PUERTO DE TARRAGONA
CON EL MÉTODO DE REFERENCIA

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA
“JAUME ALMERA”
CSIC

BARCELONA, 21 de Mayo de 2005

Introducción

La Directiva 1999/30/CE, primera Directiva Hija de la Directiva Marco de Calidad del Aire 1996/62/CE, requiere que los Estados Miembros implementen programas de medidas del material particulado en aire ambiente a partir del 19 de Julio de 2001, y presenten anualmente los datos obtenidos con estos programas a la Comisión, y que esta información sea pública. La Directiva establece las metodologías y técnicas para medir los niveles de partículas, bien utilizando la instrumentación del método de referencia o utilizando equipos que puedan demostrar su equivalencia a un instrumento de referencia.

Existen ciertas inconsistencias en cuanto a los métodos de medida establecidos en la Directiva 1999/30/CE. Mientras la Directiva requiere que los Estados Miembros no utilicen métodos automáticos para las medidas, también requiere que se proporcione información al público diariamente, para lo cual es necesario realizar medidas automáticas. Por todo ello, la Dirección General de Medio Ambiente de la Comisión Europea convocó al Grupo de Trabajo sobre Material Particulado para redactar un documento "Guía para los Estados Miembros sobre medidas de PM10 e inter-comparación con el método de referencia", de acuerdo a lo expuesto en la Directiva 1999/30/CE, que está disponible en <http://europa.eu.int/comm/environment/air/pdf/finalwgreportes.pdf>.

Las principales tareas de investigación del equipo del Instituto de Ciencias del CSIC en el proyecto HADA se centran en tres aspectos específicos del mismo, recogidos en el convenio de colaboración entre el Ente Público de Puertos del Estado-CIEMAT-CSIC.

1. Estimación de las contribuciones a los niveles de PM10 de las diferentes fuentes de emisión, tanto natural como urbanas/industriales, en el área del puerto de Tarragona y estudio de la variación temporal de los niveles de partículas en tres rangos granulométricos (PM10, PM2.5 y PM1). Corresponde a la Fase 2 del proyecto.
2. Desarrollo de campañas de medida y muestreo para la caracterización del material particulado atmosférico de actividades concretas. Corresponde con la Fase 3 de las tareas del proyecto.
3. Comparación simultánea de las medidas de PM10 del espectrómetro láser con las medidas del captador de alto volumen de referencia, efectuadas según punto IV del anexo XI del Real Decreto 1073/2002. Fase 4.1 de las tareas del proyecto.

El presente informe se centra en el objetivo 3, s Fase 4.1 de las tareas del proyecto y del citado convenio que consiste en: "Comparación simultánea de las medidas de PM10 del espectrómetro láser con las medidas del captador de alto volumen de referencia, efectuadas según punto IV del anexo XI del Real Decreto 1073/2002." Los instrumentos a los que se refiere esta comparación son aquellos que la Autoridad Portuaria de Tarragona ha adquirido e instalado en la cabina de control de la calidad del aire del Puerto de Tarragona para el desarrollo del objetivo primero (Fase 2 del Convenio).

Metodología

El presente informe recoge los resultados obtenidos en el estudio de inter-comparación entre las medidas obtenidas con el equipo gravimétrico de referencia de medida de PM₁₀ y el espectrómetro láser utilizado en la estación de control de la calidad del aire de la Autoridad Portuaria de Tarragona, situada en el Puerto de Tarragona (41° 0,5' N y 1° 14' E) durante la realización del Proyecto HADA. El estudio de inter-comparación se ha realizado de acuerdo a las pautas establecidas por el Grupo Trabajo sobre Material Particulado.

En este estudio se ha utilizado un espectrómetro Láser GRIMM, modelo 1107, que es un equipo automático que permite la medida en tiempo real de los niveles de PM₁₀, PM_{2.5} y PM₁ de manera simultánea. El instrumento utilizado no está equipado ni con calentador de la toma de aire ni con diluidor para reducir la humedad de la fracción de aire muestreada. El equipo está programado para tomar medidas cada 10 minutos. El mantenimiento del equipo y la exportación de los datos la llevan a cabo Ingenieros Asesores. Los datos nos son suministrados posteriormente por técnicos de la Autoridad Portuaria de Barcelona.

En paralelo se está utilizando un equipo gravimétrico de alto volumen TISCH ENVIRONMENTAL (69 m³/h), que es equipo de referencia según la Directiva 1999/30/CE. Las partículas se recogen en filtros de micro fibra de cuarzo Schleicher and Schuell QF 20. El muestreo se está realizando en días móviles, a razón de dos muestras de 24 horas consecutivas por semana. El muestreo lo realizan Ferrán Clua y Joan Miró del Departament de Agricultura Ramaderia i Pesca (DARP) de la Generalitat de Catalunya en Tarragona. Una vez utilizados, son retornados al IJA, donde se estabilizan y se pesan de nuevo, en condiciones controladas de humedad y temperatura, para determinar gravimetricamente los niveles de PM₁₀.

La inter-comparación de los resultados obtenidos con cada equipo para los mismos periodos de 24 horas ha permitido obtener la ecuación de regresión $y=ax+b$; donde y son los valores obtenidos con el equipo espectrómetro láser (LS) y x los obtenidos con el equipo de gravimétrico de referencia TISCH ENVIRONMENTAL). Además se ha obtenido la ecuación de regresión pasando por el origen $y=ax$.

A partir de estas ecuaciones se ha obtenido una ecuación de corrección (inversa de la ecuación de regresión $y=ax+b$ obtenida) y un factor de corrección (igual al ratio de las medias de concentración obtenidas para el periodo considerado con el equipo de referencia y el candidato). Se han aplicado esta ecuación y el factor a las medias diarias obtenidas con el espectrómetro láser. Con objeto de verificar la adecuación del factor o ecuación de corrección aplicados se ha calculado el valor medio de PM₁₀ para todo el periodo aplicando las dos correcciones y se ha comparado con el obtenido a partir de las medidas gravimétricas. Además, también se han calculado el número de superaciones (NS) del valor límite diario (VLD, 50 µg/m³) establecido por la Directiva 1999/30/CE, tanto para los valores corregidos por los dos métodos como para los valores originales (obtenidos con el espectrómetro láser y con el equipo gravimétrico).

Resultados

A continuación se presentan los resultados de concentración de PM10 obtenidos en periodos simultáneos de 24 horas con el espectrómetro láser y con el equipo gravimétrico de referencia TISCH ENVIRONMENTAL (Tabla 1) y la gráfica de correlación (Figura 1), donde se especifica el número de datos válidos, las ecuaciones de regresión y los coeficientes de correlación obtenidos (forzando a la ecuación a pasar por el origen) para el periodo de estudio (22/09/2004 a 19 /03/2005). En la Tabla 2 se resumen los resultados, presentando los valores medios de concentración de PM10 y el número de superaciones (NS) del VLD (propuesto por la Directiva 1999/30*CE, 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) obtenidos con el equipo gravimétrico de referencia y con el espectrómetro láser sin corregir y una vez aplicados la ecuación y el factor de corrección obtenidos.

De acuerdo al documento grupo elaborado por el grupo Europeo de trabajo en material particulado, los resultados obtenidos permiten realizar la corrección de las medidas obtenidas con el espectrómetro láser. Las dos ecuaciones de regresión obtenidas cumplen las recomendaciones del grupo de trabajo en material particulado respecto al coeficiente de correlación ya que en ambos casos R^2 (0.90 y 0.88) es considerablemente superior a 0.80. En el caso de la ecuación $y=ax+b$, b (-9.9) es superior al valor recomendado por el grupo de trabajo ($-5 < b < 5$). No obstante, tanto la aplicación de la ecuación de regresión ($GA = (LS + 9.97) / 1.42$) como del factor de corrección ($GA = LS * 0.85$) a las medidas de 24 horas obtenidas con el espectrómetro láser permiten obtener un valor medio de PM10 y un número de superaciones del VLD similares a los obtenidos con el equipo gravimétrico para el mismo periodo (Tablas 1 y 2). Cabe resaltar que el espectrómetro láser sobrevalora la medida en un 15% aproximadamente. Esto se debe a que el equipo utilizado no está equipado ni con calentador de la toma de aire ni con diluidor para reducir la humedad.

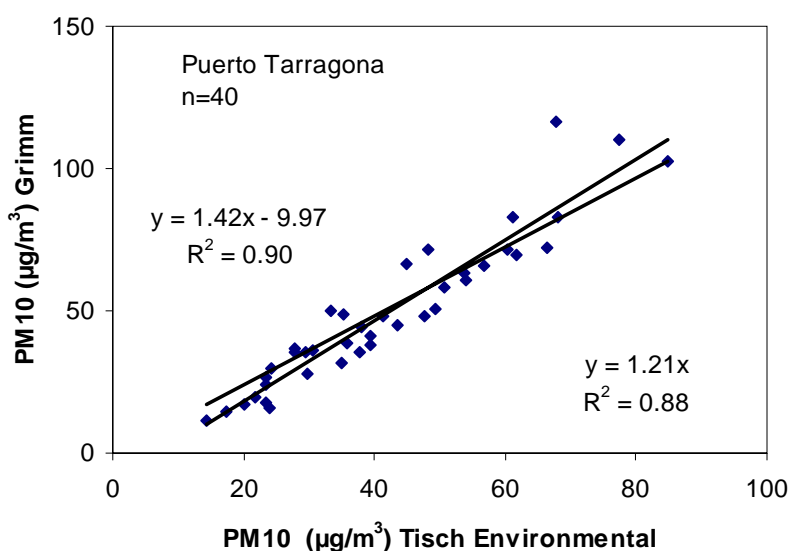


Figura 1. Correlación entre las medidas de PM10 (en periodos simultáneos de 24 horas) obtenidas con el espectrómetro láser GRIMM 1107 y el equipo gravimétrico de referencia TISCH ENVIRONMENTAL. Se indica en número de datos considerados y las ecuaciones de regresión y coeficientes de correlación obtenidos forzando y sin forzar a la ecuación a pasar por el origen, obtenidos.

Tabla 1. Valores medios de concentración de PM10 obtenidos en periodos simultáneos de 24 horas con el espectrómetro láser GRIMM y con el equipo gravimétrico de referencia TISCH ENVIRONMENTAL. Se indican los días (D>VLD) que superan el VLD (50 µg/m³) establecido por la Directiva 1999/30/CE para 2005. Se incluyen los valores medios y el número total de superaciones para todo el periodo.

	TISCH ENVIRONMENTAL		GRIMM	
	PM10	D>VLD	PM10	D>VLD
22/09/04	41.2		48.2	
23/09/04	39.4		41.4	
30/09/04	38.1		44.1	
01/10/04	33.4		50.2	1
08/10/04				
09/10/04				
16/10/04				
17/10/04				
24/10/04	48.3		71.2	1
25/10/04	35.2		49.0	
01/11/04	17.5		14.3	
02/11/04	44.9		66.2	1
09/11/04	24.3		30.0	
10/11/04	27.8		36.8	
17/11/04	50.7	1	58.1	1
18/11/04	68.0	1	83.1	1
25/11/04	77.3	1	110.3	1
26/11/04	61.1	1	82.8	1
03/12/04	34.9		31.8	
04/12/04	24.0		15.9	
11/12/04	29.7		27.6	
13/12/04	60.2	1	71.7	1
19/12/04				
20/12/04				
27/12/04	23.5		26.6	
28/12/04	27.9		35.2	
04/01/05	56.8	1	65.8	1
05/01/05	49.2		50.5	1
12/01/05	53.7	1	63.0	1
13/01/05	53.9	1	61.1	1
20/01/05	29.6		35.7	
21/01/05	30.5		35.9	
28/01/05	47.6		48.2	
29/01/05	23.5		18.0	
05/02/05	37.7		35.6	
06/02/05	14.2		11.4	
13/02/05	20.0		17.0	
14/02/05	21.8		19.8	
21/02/05	23.3		24.0	
22/02/05	35.9		38.8	
01/03/05	39.5		38.0	
02/03/05	43.5		44.7	
09/03/05	66.3	1	72.3	1
10/03/05	61.8	1	69.8	1
17/03/05	67.8	1	116.3	1
18/03/05	84.9	1	102.3	1
23/03/05			71.8	
24/03/05			61.3	
Media	41.7	12	49.1	16

Tabla 2. Número de datos válidos considerados (N), valores medios de PM10 y números de superaciones (NS) del VLD (50 µg/m³) obtenidos con el espectrómetro láser y con el equipo gravimétrico de referencia, para el periodo de estudio (22/09/2004 a 19 /03/2005). Ecuaciones de regresión y el coeficiente de correlación obtenidos forzando y sin forzar a la ecuación a pasar por el origen, obtenidos. Valores medios de PM10 y números de superaciones (NS) del VLD (50 µg/m³) obtenidos con el espectrómetro láser una vez aplicados la ecuación y el factor de corrección obtenidos.

PERIODO DE INTER-COMPARACIÓN: 22/09/2004 a 19 /03/2005		
N		40
Espectrómetro Láser Grimm 1107 (equipo candidato)		
PM ₁₀		49.1 µg/m³
NS		16 días
Tisch Environmental (equipo de referencia, 68 m³/h)		
PM ₁₀		41.7 µg/m³
NS		12 días
Ecuación de regresión		
C=a*Ref + b		PM10 _{LS} = 1.42*PM10 _{GA} -9.97
R²		R² = 0.90
Ecuación de regresión		
C =a*Ref		PM10 _{LS} = 1.21*PM10 _{GA}
R²		R² = 0.87
Ecuación / Factor corrección		
Ecuación corrección (1)	Ref=a*C + b	PM10 _{GA} = (PM10 _{LS} +9.97)/1.42
Factor corrección (2)		PM10 _{GA} = 0.85*PM10 _{LS}
Valores de PM10 obtenidos con el LS corregidos		
Ecuación corrección (1)		
PM ₁₀		41.7 µg/m³
NS		13 días
Factor corrección (2)		
PM ₁₀		41.7 µg/m³
NS		13 días