



## PROCEDIMIENTO DE LA DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS SEDIMENTABLES

### 1. OBJETO

La finalidad de este documento es establecer un procedimiento para que los servicios de inspección propios de esta Administración y los Organismos de Control Autorizados (OCA) por esta Administración en materia de Atmósfera, puedan llevar a cabo la determinación de la emisión difusa o inmisión de partículas sedimentables provenientes de un foco emisor.

### 2. ALCANCE

La aplicación de este procedimiento se entenderá sin perjuicio de los procedimientos internos acreditados que dispongan las distintas organizaciones para llevar a cabo labores de comprobación.

Este procedimiento será de aplicación en los casos en que se deban medir partículas sedimentables en el territorio de las Illes Balears, especialmente en la estimación de la emisión de partículas procedentes de Actividades Potencialmente Contaminadoras de la Atmósfera (APCA) cuando ésta sea requerida.

Este procedimiento únicamente podrá ser aplicado por los servicios de inspección propios de esta Administración o por OCAs autorizadas conforme a las prescripciones del *Decret 104/2010, de 10 de setembre, pel que es regula l'autorització i el règim de funcionament dels organismes de control per a l'atmosfera i la creació del seu registre (BOIB núm. 138, de 21/09/2010)*.

### 3. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

Anexo II de la Orden Ministerial de 10 de agosto de 1976, BOE núm. 266, de 5 de noviembre, de Normas Técnicas para Análisis y Valoración de Contaminantes Atmosféricos de Naturaleza Química.

Apartado B del anexo II del Decreto 151/2006, de 25 de julio, por el que se establecen los valores límite y la metodología a aplicar en el control de las emisiones no canalizadas de partículas por las actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera.

Decreto 104/2010, de 10 de septiembre, por el que se regula la autorización y el régimen de funcionamiento de los organismos de control para la atmósfera y la creación de su registro (BOIB núm. 138, de 21/09/2010).

### 4. REALIZACIÓN

#### 4.1 PRINCIPIO

Se recogen partículas sedimentables sobre un embudo de diámetro interno conocido durante un tiempo determinado, habitualmente 2 a 4 semanas o un mes. El embudo cae sobre un depósito seco. Pasado este tiempo se recogerán las partículas del embudo con agua y se obtendrá así el depósito una solución de agua con partículas



en suspensión. Se determinará gravimétricamente el residuo seco correspondiente y se calculará el resultado final en  $\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{día}$ .

## 4.2 EQUIPAMIENTO

**Captador o Equipo colector:** debe cumplir con las características indicadas en las Normas Técnicas para Análisis y Valoración de Contaminantes Atmosféricos de Naturaleza Química dadas en el punto 4 del anexo II de la Orden de 10 de agosto de 1976. Cualquier modificación de las mismas deberá ser previamente consultada al organismo competente en materia de contaminación atmosférica del Gobierno de las Islas Baleares. El conjunto del equipo colector debe estar formado por un soporte, un embudo colector, frasco colector y conexión. A continuación se resumen las características básicas de estos:

**Soporte:** se tratará de un trípode con una plataforma inferior para sostener el frasco colector y un ensanchamiento superior para alojamiento del embudo colector. Las dimensiones serán las adecuadas para que el muestreo se realice a partir de unos 120 cm desde tierra. Este apoyo debe estar fabricado en acero inoxidable u otro material resistente a la corrosión.

Protegiendo el embudo debe llevar una reja metálica o de plástico de unos 25 mm de malla, para evitar que penetren en él hojas y materiales diferentes de los que se desea determinar.

**Embudo Colector:** Debe ser fabricado con su superficie de vidrio, acero inoxidable o de un plástico sin acumulación electrostática.

**Frasco Colector:** se trata de un depósito de vidrio o plástico, de capacidad comprendida entre 10 y 20 litros, según la pluviometría, cuyas dimensiones se adapten al conjunto.

**Conexión:** entre el embudo y el frasco debe haber un tubo de goma o plástico de diámetro apropiado. En el extremo inferior debe entrar dentro de los frasco y debe disponer de un sistema, tipo embudo invertido, que evite la entrada de líquido o polvo en el frasco colector.

## 4.3 PLAN DE MUESTREO

El número y la ubicación de los captadores de partículas sedimentables se decidirá según criterio del responsable de las mediciones, que será previamente consensuado con el organismo competente en materia de contaminación atmosférica o bien se deberá justificar en el informe. Se deberán considerar las características de cada actividad, siempre teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- Número de captadores: deberán colocar al menos 3 captadores de partículas sedimentables simultáneamente, formando un polígono regular respecto de la instalación o de los principales focos de emisión difusa.
- Ubicación de los captadores: los captadores se ubicarán teniendo en cuenta que se trata de evaluar el efecto de la actividad respecto de los puntos más vulnerables del entorno. Así pues, se deben tener en cuenta los principales focos emisores de la instalación, la orografía del terreno, la dirección predominante del viento, zonas habitadas y zonas de interés ecológico (ZEPA, LIC, ANEI ...) . Deberán estar a un mínimo de distancia de 20 o 30 metros de las vías principales de circulación sin pavimentar que no pertenezcan a la instalación o al foco a evaluar.



Los captadores se ubicarán en las intersecciones imaginarias del límite de la propiedad con líneas rectas trazadas entre los focos emisores y las zonas vulnerables, siempre que no existan obstáculos geográficos, topográficos o vegetación que obstaculicen la dispersión de las partículas en esa dirección. No debe haber obstáculos visibles (construcciones, vegetación ...) por encima del captador en un ángulo vertical de 30°.

Información meteorológica: Si no se dispusiera de datos de dirección y velocidad del viento y precipitación representativas procedentes de una estación cercana deberá instalar un equipo para obtener esta información durante el periodo de muestreo.

La duración de cada muestreo deberá ser mínima de 2 semanas.

El número de muestreos deberá consensuarse con el organismo competente en materia de contaminación atmosférica.

## **4.4 DESARROLLO**

### **4.4.1 Puesta en marcha:**

Previamente a la colocación de los captadores nos aseguraremos de que el embudo colector y el frasco colector están limpios.

Se adicionan 10 ml de solución 0,02 N de sulfato de cobre al frasco, a fin de evitar el crecimiento de algas u hongos en su interior durante el muestreo.

Se colocarán los captadores en las ubicaciones determinadas en el plan de muestreo. Se fijarán los soportes a tierra o de cualquier otra forma que evite su caída por el viento. Se montará el embudo colector, el frasco colector y la conexión. Estos igualmente se fijarán para no caer con el viento.

### **4.4.2 Período de muestreo:**

Periódicamente, durante el periodo de muestreo, haremos una revisión de los captadores para asegurarnos de que no han caído, que el embudo no se ha oburado. Quitaremos cualquier objeto extraño que detectamos sobre el embudo que no sea objeto de nuestro estudio (hojas, insectos, piedras ...). Para ello utilizaremos pinzas. La visita es especialmente importante en caso de que haya llovido, pues podría ser que se llenara el frasco colector. Si éste está muy lleno lo cambiaremos por otro. Luego, en el laboratorio, mezclaremos el contenido de todos los frascos utilizados durante el período de muestreo.

### **4.4.3 Recogida de la muestra**

Para la recogida de la muestra primero retiraremos los objetos extraños que encontramos sobre el embudo mediante pinzas. Después, sirviéndonos de un frasco lavador con agua destilada o desionizada, intentaremos arrastrar todas las partículas adheridas en el embudo colector hacia el frasco colector. Se pueden necesitar hasta 1000 ml de agua.

Retiramos el frasco colector.

### **4.4.4 Tratamiento de la muestra al Laboratorio**

Se seca un filtro de papel, acetato de celulosa o similar, durante 24 h a temperatura superior a 100°C y que no se deteriore el filtro. Seguidamente se deja enfriar el filtro en frasco desecador durante al menos 2 horas y se pesa ( $P_o$  filtro). En el caso de



partículas que pudieran estar afectadas por estas temperaturas tan elevadas como, por ejemplo, partículas de carbón, se podría secar a temperatura inferior, alargando el tiempo necesario. El procedimiento anterior y posterior al muestreo serán equivalentes.

Se hace el mismo proceso con un vaso de precipitados ( $P_{o \text{ vaso}}$ ).

#### Fracción insoluble:

La muestra integrada obtenida en el frasco o frascos colectores se hace pasar a través del filtro pesado. Se intenta recuperar toda la muestra que pueda quedar en el frasco con agua destilada o desionizada y se hace pasar por el filtro igualmente.

Se vuelve a secar el filtro durante 24 ha temperatura superior a 100°C y que no deteriore el filtro. Después se deja enfriar en frasco desecador y se pesa ( $P_{f \text{ filtro}}$ ).

La diferencia de pesadas se corresponderá con la componente de partículas sedimentables insolubles.

#### Fracción soluble:

Por otra parte medimos el volumen obtenido de agua filtrada ( $V_{\text{final}}$ ), o bien adicionamos agua destilada o desionizada hasta llegar a un volumen conocido ( $V_{\text{final}}$ ). Después se coge una alícuota de esta ( $V_{\text{alíq}}$  en ml) y se evapora en el vaso de precipitados de forma que no se genere ebullición. Finalmente se deja a temperatura superior a 100°C durante 24 horas, se pasa a un frasco desecador para que se enfríe y se pesa ( $P_{f \text{ vaso}}$  en mg).

En este caso a la diferencia de pesada se debe restar el contenido de sulfato de cobre adicionado.

La suma de ambas fracciones se corresponde con el total de partículas sedimentables.

### **4.4.5 Cálculos**

Cálculo de la superficie eficiente de deposición del embudo:

$$S = \pi * d^2 / 4$$

donde

S es la superficie interior del embudo en  $m^2$

d es el diámetro promedio geométrico del embudo en m.

Cálculo para determinar el residuo insoluble:

$$R_{\text{Insol}} = P_{f \text{ filtro}} - P_{o \text{ filtro}}$$

donde

$R_{\text{Insol}}$  es el residuo insoluble total en mg

$P_{f \text{ filtre}}$  es el peso del filtro final en mg

$P_{o \text{ filtre}}$  es el peso del filtro inicial en mg

Cálculo para determinar el residuo soluble:

Primero se calcula el residuo de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  que habíamos adicionado en mg:



$$X \text{ ml CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} * 0,02 \text{ eq/l} * 1\text{l}/1000\text{ml} * 1\text{mol}/2\text{eq} * 249,68\text{g}/1\text{mol} * 1000\text{mg}/1\text{g} = X * 2,4968 \text{ mg}$$

donde

X son los ml de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  0,02 N adicionado en total en todos los frascos.

A continuación se calcula el residuo soluble total:

$$R_{\text{sol}} = (P_{\text{f vaso}} - P_{\text{o vaso}}) * V_{\text{final}}/V_{\text{alíq}} - X * 2,4968$$

donde

$R_{\text{sol}}$  es el residuo soluble total

$P_{\text{f vaso}}$  es el peso final del vaso en mg

$P_{\text{o vaso}}$  es el peso inicial del vaso en mg

$V_{\text{final}}$  es el volumen final de agua obtenido después de integrar todos los frascos y las disoluciones de limpieza en ml

$V_{\text{alíq}}$  es la alícuota de agua seleccionada en ml

X son los ml de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  0,02 N adicionado en total en todos los frascos

Cálculo de la concentración de Partículas Sedimentables:

$$C_{\text{PS}} = (R_{\text{sol}} + R_{\text{insol}})/(t * S)$$

donde

$C_{\text{PS}}$  Concentración de Partículas Sedimentables en  $\text{mg}/\text{m}^2\text{día}$

$R_{\text{sol}}$  Residuo soluble en mg

$R_{\text{insol}}$  Residuo insoluble en mg

t Tiempo de muestreo en días

S Superficie interior del embudo en  $\text{m}^2$

#### 4.5 CALIBRACIÓN

Se deberán calibrar la balanza con la que se harán las diferentes pesadas y el diámetro interno del embudo colector.

Balanza: se aplicará el método que se tenga establecido en el laboratorio para la calibración de la balanza.

Diámetro del embudo colector: se harán diez medidas en diferentes puntos de su diámetro exterior y de grosor de las paredes. Después se realizará la media geométrica de estos doce puntos. El criterio de aceptación será de  $315 \pm 15$  mm.

Se verificará que la altura de la superficie colectora del embudo se encuentra a una altura aproximada de 120 cm respecto al suelo en el punto donde se colocó el captador.

#### 4.6 CONTENIDO MÍNIMO DE INFORME

Además del contenido habitual de los informes sobre emisión de contaminantes atmosféricos (Decreto 104/2010) se deberán indicar los siguientes aspectos:



- Foco de contaminación difusa de partículas: se describirán todos los puntos posibles de emisión difusa de partículas de la instalación, incluyendo las medidas correctoras de la contaminación atmosférica instaladas en cada foco.
  
- Datos del muestreo:
  - Número, características y ubicación de los captadores utilizados.
  - Justificación del número y de la ubicación de los captadores
  - Duración del muestreo, especificando la hora de inicio y finalización de cada muestreo
  - Orientación del captador respecto de la dirección del viento, indicando cuales son los vientos predominantes de la zona
  - Parámetros meteorológicos durante el periodo de muestreo: precipitación, velocidad y dirección del viento. Adicionalmente y si es posible temperatura y humedad.

Palma, 12 de enero de 2016