

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
Oficina internacional



(10) Número de Publicación Internacional
WO 2013/076337 A1

(43) Fecha de publicación internacional
30 de mayo de 2013 (30.05.2013) **WIPO | PCT**

(51) Clasificación Internacional de Patentes:
G01N 1/02 (2006.01) *B01D 46/10* (2006.01)

(21) Número de la solicitud internacional:
PCT/ES2012/070811

(22) Fecha de presentación internacional:
22 de noviembre de 2012 (22.11.2012)

(25) Idioma de presentación: español

(26) Idioma de publicación: español

(30) Datos relativos a la prioridad:
P201131895
24 de noviembre de 2011 (24.11.2011) ES

(71) Solicitante: **CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (CSIC)** [ES/ES];
Serrano, 117, E-28006 Madrid (ES).

(72) Inventores: **AMATO, Fulvio**; Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua, Jorge Girona Salgado, 18-26, E-08034 Barcelona (ES). **MORENO PÉREZ, Teresa**; Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua, Jorge Girona Salgado, 18-26, E-08034 Barcelona (ES). **QUEROL CARCELLER, Xavier**; Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua, Jorge Girona Salgado, 18-26, E-08034 Barcelona (ES). **ALASTUEY**

URÓS, Andrés; Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua, Jorge Girona Salgado, 18-26, E-08034 Barcelona (ES).

(74) Mandatario: **UNGRIA LÓPEZ, Javier**; Avenida Ramón y Cajal, 78, E-28043 Madrid (ES).

(81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: ASPIRATION-BASED SAMPLER FOR MICROMETRIC ATMOSPHERIC PARTICLES DEPOSITED ON TRAFFIC ROUTES

(54) Título : MUESTREADOR POR ASPIRACIÓN PARA PARTÍCULAS ATMOSFÉRICAS MICROMÉTRICAS DEPOSITADAS EN VÍAS DE TRÁFICO

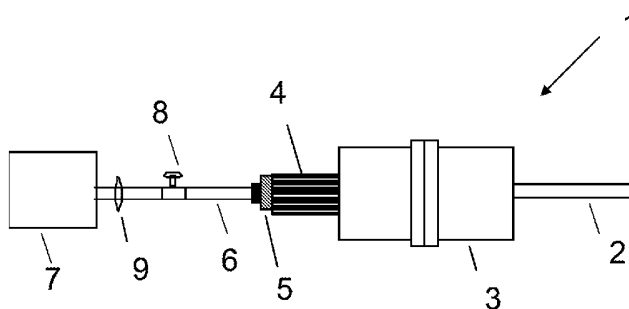


FIG. 1

(57) Abstract: The invention relates to an aspiration-based sampler for micrometric atmospheric particles deposited on traffic routes, comprising: an anti-static sampling tube, a deposition chamber which is connected at one of its two ends to the anti-static sampling tube, a horizontal elutriation system which is connected at one of its two ends to the other end of the deposition chamber, and a filter holder which is connected at one of its two ends to the other end of the horizontal elutriation system, such that the sample containing atmospheric particles deposited on a surface is drawn in through the anti-static sampling tube and, finally, the atmospheric particles having an average aerodynamic diameter equal to or less than a pre-determined value selected from between a value of 10 μm and 2.5 μm are collected in a filter for subsequent gravimetric and chemical characterisation.

(57) Resumen:

[Continúa en la página siguiente]



WO 2013/076337 A1

RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, **Publicada:**
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). — *con informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))*

La presente invención divulga un muestreador por aspiración para partículas atmosféricas micrométricas depositadas en vías de tráfico que comprende un tubo antiestático de muestreo, una cámara de deposición que por uno de sus dos extremos está conectada al tubo antiestático de muestreo, un sistema de elutriación horizontal que por uno de sus dos extremos está conectado al otro extremo de la cámara de deposición y un portafiltro que por uno de sus dos extremos está conectado al otro extremo del sistema de elutriación horizontal, de manera que la muestra que contiene partículas atmosféricas depositadas en una superficie es aspirada a través del tubo antiestático de muestreo y, finalmente, las partículas atmosféricas con un diámetro aerodinámico medio igual o inferior a valor predeterminado seleccionado entre un valor de 10 μm y un valor de 2.5 μm son recogidas en un filtro para su posterior caracterización gravimétrica y química.

MUESTREADOR POR ASPIRACIÓN PARA PARTÍCULAS ATMOSFÉRICAS MICROMÉTRICAS DEPOSITADAS EN VIAS DE TRÁFICO.

DESCRIPCIÓN

5 OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención proporciona un dispositivo que permite cuantificar la carga de contaminantes particulados (masa/m²), y más concretamente las concentraciones de PM10 y PM2.5, gracias al muestreo directo *in situ* de las partículas con tamaño aerodinámico medio inferior a los 10 µm (PM10) ó 2.5 µm (PM2.5). El muestreo se lleva a cabo por aspiración de un metro cuadrado de superficie de vía de tráfico. Las partículas se recogen en filtros, cuyo análisis gravimétrico permite obtener la masa de PM10 ó PM2.5 por metro cuadrado. Después del análisis gravimétrico, el filtro queda disponible para llevar a cabo la caracterización química que se necesite (metales, carbono, HPAs etc.), así se obtendrá una estimación de la carga de cada contaminante por unidad de superficie.

La presente invención se encuadra dentro del área de la Técnica del sector mecánico aplicado a la medición, y más concretamente a la segregación y muestreo de partículas depositadas con diámetro aerodinámico medio inferior a 10 µm ó 2.5 µm.

El área de aplicación de la presente invención es el sector medioambiental. Las partículas con diámetro aerodinámico medio inferior a 10 µm ó 2.5 µm tienen efectos adversos tanto en la salud como en el medio-ambiente. La aplicación de este instrumento incluye los campos medio-ambiental y toxicológico.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La invención es novedosa porque representa un avance importante en las técnicas de medida y muestreo de las partículas respirables (con diámetro aerodinámico medio inferior a 10 µm) depositadas en superficies. Si bien su aplicación es múltiple, su principal enfoque es el muestreo en superficies asfaltadas. Considerando dicho enfoque se presenta a continuación el estado de la técnica para esta específica aplicación.

Actualmente no existe un instrumento que permita cuantificar la carga contaminante de partículas $<10 \mu\text{m}$ (ó $<2.5 \mu\text{m}$) y de sus componentes (metales, carbono, HPAs etc.) por unidad de superficie asfaltada ($\mu\text{g}/\text{m}^2$). Estos parámetros son muy importantes si se pretenden considerar los efectos de la re-suspensión inducida por el tráfico o las industrias en la calidad del aire en zonas donde haya exposición a la población.

Por lo tanto los instrumentos o procedimientos que se siguen en estudios rutinarios son incompletos (se aproximan al objetivo, midiendo parámetros alternativos) y en algunos casos muy inciertos.

10 Existe un sólo instrumento (PI-SWERL) en el mercado que permite cuantificar la carga contaminante de partículas $<10 \mu\text{m}$ por unidad de superficie, mientras que el prototipo (WDS) tiene características y objetivos diferentes.

El PI-SWERL (U.S. Pat. No. 7,155,966. Autores: George Nikolich y Vic Etyemezian) ha sido desarrollado en DRI (Nevada) y patentado por la compañía Quant LLC en Julio 2008. Consiste en la re-suspensión *in situ* de todas las partículas depositadas en una cámara semi-cilíndrica abierta en su parte inferior (en contacto con la superficie de muestreo). La re-suspensión se efectúa a través de un disco rotante y un fotómetro laser cuenta las partículas del tamaño $<10\mu\text{m}$. A través de unas asunciones relativas a la densidad de las partículas estima la concentración de masa de partículas $<10 \mu\text{m}$ en volumen de aire y estima así su concentración por unidad de superficie. Este instrumento no incluye un sistema de filtro para recoger las partículas $<10\mu\text{m}$ que permita por tanto su caracterización fisico-química. Teóricamente se podría utilizar el filtro de *exhaust* del contador de partículas (Dust Track 8530) pero no hay estudios publicados que lo demuestren.

25 Publicaciones relacionadas:

1. User's Guide for the Miniature Portable In-Situ Wind EROsion Lab (PI-SWERL) DUST-QUANT LLC Las Vegas, Nevada, U.S.A.
2. Sweeney, M., Etyemezian, V., Macpherson, T., Nickling, W.G., Gillies, J.A., Nikolich, G. and McDonald, E. (2008). Comparison of PI-SWERL

with dust emission measurements from a single-line field wind tunnel. Journal of Geophysical Research, doi:10.1029/2007JF000830.

3. Etyemezian, V., Nikolich, G., Ahonen, S., Pitchford, M., Sweeney, M., Purcell, R., Gillies, J.A., Kuhns, H. (2007). The Portable In-Situ Wind EROsion Laboratory (PI-SWERL): A new method to measure PM10
5 windblown dust properties and potential for emissions. Atmospheric Environment 41, 3789-3796.

El *WDS (Wet dust sampler)* es un prototipo desarrollado por VTI (Suecia) y no está patentado. Este prototipo permite muestrear las partículas totales (sin ninguna
10 segregación por tamaño de partículas) depositadas en el firme de rodadura a través de un muestreo en solución acuosa. La solución puede ser tratada en laboratorio según dos diferentes procedimientos alternativos:

a) filtración para dividir las especies solubles de las no solubles. Así es posible
15 cuantificar la carga contaminante total (sin segregación de las partículas <10µm) de especies solubles y no solubles; para determinar la carga de las especies solubles se necesitaría un análisis de Cromatografía Iónica; o,

b) si no se efectúa filtración, la muestra líquida puede ser utilizada para
20 conocer la distribución de tamaño de las partículas a través de técnicas laser. Se puede así estimar la carga contaminante del componente particulado insoluble <10µm, pero no de las partículas solubles y sobre todo no de cada componente (metales, carbono, HPAs etc.), fundamental para un estudio completo.

Por lo tanto, dada la general ausencia de instrumentación en el mercado, los
25 procedimientos que se siguen normalmente consisten en metodologías rudimentales que se llevan a cabo entre el lugar de muestreo y el laboratorio. Estos procedimientos permiten la caracterización química de la materia particulada total depositada pero no la segregación ni la cuantificación por unidad de superficie.

Las técnicas más rudimentales consisten en un simple barrido de los
30 sedimentos totales (con un cepillo) y posterior caracterización química. En otros casos, posteriormente al barrido manual in situ, se han llevado a cabo extracciones de la fracción <10 µm en laboratorio (Han et al., 2007; Manno et al., 2006; Ho et al., 2003,

Zhao et al., 2006; Chow et al., 2004). Sin embargo estas medidas son muy inciertas, debido al hecho que la gran mayoría de las partículas más finas se ha perdido entre las operaciones de muestreo y transporte en bolsas de plástico.

En este sentido cabe destacar las siguientes publicaciones:

- 5 ▪ Han L., Zhuang G., Cheng S., Wang Y., Li J., 2007. Characteristics of re-suspended road dust and its impact on the atmospheric environment in Beijing. *Atmospheric Environment*, 41 (35), 7485-7499
- Ho K.F., Lee S.C., Chow J.C., Watson J.G., 2003. Characterization of PM10 and PM2.5 source profiles for fugitive dust in Hong Kong.
10 *Atmospheric Environment*, 37, 1023–1032
- Manno E., Varrica D., Dongarra G., 2006. Metal distribution in road dust samples collected in an urban area close to a petrochemical plant at Gela, Sicily. *Atmospheric Environment* 40, 5929–5941
- Zhao P., Feng Y., Zhu T., Wu J., 2006. Characterizations of resuspended
15 dust in six cities of North China. *Atmospheric Environment*, 40, 5807–5814.
- Chow J.C., Watson J.G, Kuhns H., Etyemezian V., Lowenthal D.H., Crow D., Kohl S.D., Engelbrecht J.P., Green M.C., 2004. Source profiles for industrial, mobile, and area sources in the Big Bend Regional Aerosol
20 Visibility and Observational study. *Chemosphere*, 54, 185–208.

En el estado de la técnica también se divulgan métodos de filtración de micropartículas como el divulgado en la solicitud de patente con número de publicación US-A-5,894,096. En su descripción se menciona un método de filtración de una micropartícula en suspensión a través de una rejilla con agujeros calibrados cuyo
25 diámetro es menor al de las dimensiones de las micropartículas. Aunque este documento podría ser utilizado por un experto en la materia con el U.S. Pat. No. 7,155,966, dicha combinación sería descartada puesto que el US-A-5,894,096 se refiere a partículas micrométricas de gran tamaño (mayores a 250 μm) y no a partículas micrométricas de pequeño tamaño (menores a 10 μm) que exigen técnicas de corte no divulgadas en
30 dicho documento US-A-5,894,096. Ello se deduce de que US-A-5,894,096 utiliza

tamices, y hasta donde conocen los inventores de la presente invención, no existen tamices que permitan seleccionar partículas inferiores a 10 μm .

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

5 Es objeto de la invención proporcionar una solución al problema técnico planteado anteriormente, a saber: actualmente no existe un instrumento que permita cuantificar la carga contaminante de partículas menores de 10 μm (ó <2.5 μm) y de sus componentes (metales, carbono, HPAs etc.) por unidad de superficie asfaltada ($\mu\text{g m}^{-2}$). La solución proporcionada es un novedoso muestreador por aspiración adecuado para
10 partículas atmosféricas micrométricas depositadas en vías de tráfico.

En una realización preferente de la invención, el muestreador por aspiración para partículas atmosféricas micrométricas depositadas en vías de tráfico comprende:

- un tubo antiestático de muestreo;
 - una cámara de deposición que por uno de sus dos extremos está conectada al
15 tubo antiestático de muestreo;
 - un sistema de elutriación horizontal que por uno de sus dos extremos está conectado al otro extremo de la cámara de deposición; y,
 - un portafiltro que por uno de sus dos extremos está conectado al otro extremo
del sistema de elutriación horizontal; a su vez, el portafiltro comprende un filtro;
- 20 de manera que la muestra que contiene partículas atmosféricas depositadas en una superficie es aspirada a través del tubo antiestático de muestreo, el cual transporta dichas partículas atmosféricas hasta la cámara de deposición donde dichas partículas atmosféricas con un diámetro aerodinámico medio superior a un primer valor predeterminado son separadas por sedimentación; las partículas atmosféricas con un
25 diámetro aerodinámico medio igual o inferior al primer valor predeterminado siguen su recorrido hasta el sistema de elutriación horizontal donde las partículas atmosféricas con un diámetro aerodinámico medio superior a un segundo valor predeterminado son depositadas; las partículas atmosféricas con un diámetro aerodinámico medio igual o inferior al segundo valor predeterminado siguen su recorrido hasta quedar atrapadas en
30 el filtro.

En otra realización de la invención que comprende a la anterior, el muestreador adicionalmente comprende una bomba de vacío rotativa conectada al otro extremo del portafiltro que realiza la aspiración de la muestra de partículas atmosféricas.

En otra realización de la invención que comprende a la anterior, el muestreador
5 adicionalmente comprende una válvula y un caudalímetro situados en un tubo que une la bomba de vacío rotativa y el portafiltro, tal que mediante dicha válvula y dicho caudalímetro se controla el caudal de la bomba de vacío rotativa.

En otra realización de la invención que comprende una cualquiera de las realizaciones anteriores, el sistema de elutriación horizontal comprende un conjunto de
10 láminas equidistantes delgadas sobre las que se depositan las partículas atmosféricas con un diámetro aerodinámico medio superior al segundo valor predeterminado.

En otra realización de la invención que comprende una cualquiera de las realizaciones anteriores, el segundo valor predeterminado del diámetro aerodinámico medio de las partículas atmosféricas está seleccionado entre un valor de 10 μm y un
15 valor de 2.5 μm .

En otra realización de la invención que comprende a la anterior, la bomba de vacío rotativa tiene un caudal de aire seleccionado entre 20 l/min y 30 l/min y entre 3 l/min y 7 l/min cuando el segundo valor predeterminado del diámetro aerodinámico medio de las partículas atmosféricas es 10 μm y 2.5 μm , respectivamente.

En otra realización de la invención que comprende una cualquiera de las realizaciones anteriores, la cámara de deposición está fabricada en metacrilato o PVC.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS.

Con el fin de mejorar la comprensión sobre el funcionamiento de la presente
25 invención, se incluye como parte integrante de la descripción y explicación una serie de figuras donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se presenta lo siguiente:

Figura 1: muestra el muestreador de la presente invención y las partes del mismo.

Figura 2: muestra el principio de funcionamiento por filtrado del sistema de
30 elutriación horizontal.

- 7 -

Figura 3A: muestra una vista frontal de un extremo (cara de entrada) del sistema de elutriación horizontal cuya sección es ortogonal al flujo de aire.

Figura 3B: muestra una vista lateral del sistema de elutriación horizontal.

Figura 3C: muestra una vista frontal del otro extremo (la cara de salida) del sistema de elutriación horizontal cuya sección es ortogonal al flujo de aire.

Figura 4: muestra las piezas de metacrilato y el montaje que forman la cámara de deposición.

Con el mismo propósito de facilitar la comprensión de la invención, a continuación se enumeran las referencias utilizadas en las figuras y los elementos a los que hacen alusión:

- 1.- Muestreador;
- 2.- Tubo antiestático flexible;
- 3.- Cámara de deposición;
- 15 3A.- Placas cuadradas (x2);
- 3B.- Agujeros para enrosque;
- 3C.- Cavidad Circular de la cámara;
- 3D.- Espesor de las placas cuadradas (3A);
- 3E.- Placa circular con cavidad cuadrada;
- 20 3F.- Cavidad cuadrada;
- 3G.- Espesor de la placa circular con cavidad cuadrada (3E);
- 3H.- Placa circular con cavidad circular para el tubo de muestreo;
- 3I. -Cavidad circular para el tubo de muestreo;
- 3J.- Espesor de la placa circular con cavidad cuadrada (3H);
- 25 3K.- Placa rectangular para encajar el sistema de elutriación en la Cámara de deposición (x2);
- 3L.- Espesor de la placa rectangular para encajar el sistema de elutriación en la Cámara de deposición (3K);
- 30 3M.- Placa rectangular para encajar el sistema de elutriación en la Cámara de deposición (x2)

- 8 -

- 3N.- Espesor de la placa rectangular para encajar el sistema de elutriación en la Cámara de deposición (3M);
- 3O.- Tubo (x2);
- 3P.- Empalme entre tubo de muestreo y Cámara de deposición;
- 5 3Q.- Vista ortogonal del empalme (3P);
- 4.- Sistema de elutriación horizontal;
- 4A.- Conjunto de láminas equidistantes delgadas;
- 4B.- Marco para inmovilizar las láminas;
- 4C.- Cuerpo del sistema de elutriación con sección interior cuadrada;
- 10 4D.- Cuerpo del sistema de elutriación con sección interior circular;
- 4E.- Sistema de enrosque;
- 4F.- Cavidad interior con sección circular;
- 5.- Portafiltro;
- 5A.- Filtro;
- 15 6.- Tubo;
- 7.- Bomba de vacío rotativa;
- 8.- Válvula;
- 9.- Caudalímetro;
- 10.- Flujo de aire;
- 20 11.- Trayectorias de partículas con diámetro aerodinámico superior al umbral establecido (10 ó 2.5 micrómetros)
- 12.- Trayectoria de partículas con diámetro aerodinámico inferior al umbral establecido (10 ó 2.5 micrómetros)

25 **DESCRIPCIÓN DE LA FORMA DE REALIZACIÓN PREFERIDA.**

A continuación, se realiza una descripción de una forma de realización preferida de la invención de acuerdo con la numeración adoptada en las figuras.

La figura 1 muestra el muestreador objeto de la presente invención y que comprende
30 un tubo antiestático de muestreo 2, una cámara de deposición 3, un sistema de

elutriación horizontal 4, un portafiltro 5, un tubo 6, una bomba de vacío rotativa 7, una válvula 8, y un caudalímetro 9. A su vez, el portafiltro 5 comprende un filtro 5A y el sistema de elutriación horizontal 4 comprende un conjunto de láminas equidistantes delgadas 4A.

5 La metodología utilizada por el muestreador de la presente invención es el siguiente. Las partículas atmosféricas depositadas en un metro cuadrado de una superficie, por ejemplo de un firme de rodadura, se aspiran a través de una bomba 7 (de vacío rotativa u otro tipo) a través de un tubo flexible antiestático 2 con longitud entre 400-800 mm y diámetro interior de 15-20 mm. A través del tubo de muestreo 2 las
10 partículas son transportadas dentro de una cámara cilíndrica de metacrilato 3 con diámetro interior de 110-150 mm y longitud 200-220 mm. Aquí las partículas más gruesas es decir, las mayores a un (primer) valor predeterminado ($>> 10 \mu\text{m}$ o $>> 2.5 \mu\text{m}$, según el caso), son separadas por sedimentación. Para asegurar que todas las partículas mayores que el tamaño predeterminado ($10 \mu\text{m}$ ó $2.5 \mu\text{m}$, según el caso) sean
15 depositadas. Las partículas más finas siguen su recorrido llegando al sistema de elutriación horizontal 4, compuesto por unas láminas equidistantes delgadas de acero 4A, sobre las cuales se depositan todas las partículas con diámetro aerodinámico medio superior a $10 \mu\text{m}$ (ó $2.5 \mu\text{m}$).

El sistema de elutriación 4 permite sedimentar bajo un flujo de aire
20 predeterminado todas aquellas partículas con diámetro aerodinámico medio superior a un (segundo) valor establecido ($10 \mu\text{m}$ ó $2.5 \mu\text{m}$, según el caso). Las partículas más finas de este umbral pasan a través del sistema y son recogidas en un filtro 5A. El umbral seleccionado se define como tamaño de cut-off. Para lograr la separación, el aire se hace pasar por un túnel compuesto por 36 laminas (rectangulares de $84.5 \text{ mm} \times 54 \text{ mm}$) horizontales 4A que obligan a que el flujo de aire sea laminar. Las láminas 4A
25 tienen el espesor necesario para quedar equidistantes entre ellas en una altura de 54 mm. Cuando el aire pasa entre estas láminas, las partículas más gruesas del umbral establecido ($> 10 \mu\text{m}$ o $> 2.5 \mu\text{m}$, según el caso) se van graduadamente depositando alejadas del filtro (5A), las partículas más finas, pero mayores del umbral establecido
30 ($10 \mu\text{m}$ ó $2.5 \mu\text{m}$, según el caso), se depositan más cerca del filtro (5A), y las partículas

inferiores al umbral no se depositan sino que viajan a través de la entera longitud de la lámina hasta ser atrapadas por el filtro al final (5A) del sistema. Para un tamaño de cut-off de 10 μm el caudal debe estar entre 20-30 l/min. Para un tamaño de cut-off de 2.5 μm el caudal debe estar entre 3-7 l/min.

5 Al final del sistema de elutriación se encuentra un portafiltros 5 de acero para contener cualquier tipo de filtro 5A de 47 mm de diámetro, donde las partículas con diámetro aerodinámico medio inferior a 10 μm (ó 2.5 μm) quedan atrapadas. El portafiltros está conectado a un tubo 6 por donde pasa un caudal de aire entre 20-30 l/min (ó 3-7 l/min) aspirado por una bomba de vacío rotativa 7. Una válvula 8 y un
10 caudalímetro 9 situados entre el filtro y la bomba permiten regular el caudal.

El tipo de filtro utilizado dependerá de las necesidades analíticas. Es decir, según los compuestos/especies que se quieran analizar. Así filtros de cuarzo serán más adecuados para análisis de metales y compuestos orgánicos, filtros de Teflón para compuestos inorgánicos solubles y sílice etc.

15 La figura 2 muestra el principio de funcionamiento por filtrado del sistema de elutriación horizontal. En dicha figura, se puede observar la dirección y sentido del flujo de aire 10, la trayectoria de las partículas con diámetro aerodinámico medio superior a un segundo valor predeterminado 11 (10 μm ó 2.5 μm , según el caso) destinadas a depositarse sobre las laminas de acero 4A (lámina inferior según la figura 2) y la
20 trayectoria de las partículas con un diámetro aerodinámico medio inferior a un segundo valor predeterminado 12 (10 μm ó 2.5 μm , según el caso) destinadas a impactar y ser atrapadas por el filtro 5A.

La figura 3A muestra una vista frontal de un extremo (cara de entrada) del sistema de elutriación horizontal cuya sección es ortogonal al flujo de aire. En dicha
25 figura, se puede observar el sistema de laminas de acero 4A y el marco de acero 4B que sujeta las laminas 4A.

La figura 3B muestra una vista lateral del sistema de elutriación horizontal. En dicha figura, se puede observar la sección del marco 4B paralela a la dirección del flujo de aire, los cuerpos del sistema de elutriación con sección interior cuadrada 4C y

circular 4D, respectivamente. Por ultimo se puede observar además el sistema de enrosque 4E que conecta el sistema de elutriación con el portafiltros.

La figura 3C muestra una vista frontal del otro extremo (la cara de salida) del sistema de elutriación horizontal cuya sección es ortogonal al flujo de aire. En dicha
5 figura, se puede observar la vista frontal del sistema de enrosque 4E y la cavidad con sección circular 4F del sistema de elutriación horizontal.

La figura 4 muestra las piezas de metacrilato y el montaje que forman la cámara de deposición. En dicha figura, se puede observar el detalle de cada una de las piezas y el montaje final (bajo a la derecha). El montaje de las piezas se describe a continuación:
10 el tubo antiestático de muestreo se conecta, a través del empalme 3P (con vista ortogonal al flujo de aire 3Q), a la placa circular 3H con cavidad circular 3I y espesor 3J. Por la otra cara, la placa circular 3H esta conectada al tubo 3O que por el otro extremo se conecta a una de las placas cuadradas 3A y con cavidad circular 3C y espesor 3D. Los agujeros para enrosque 3B permiten conectar la primera de las dos
15 placas cuadradas 3A a la segunda de las dos placas cuadradas 3A. La segunda de las dos placas cuadradas 3A se conecta por la otra cara a uno de los dos tubos 3O. La otra cara del tubo 3O se conecta a la placa circular 3E con cavidad cuadrada 3F y espesor 3G. Por la otra cara de la placa circular 3E y en correspondencia con la cavidad cuadrada 3F, se montan las dos placas rectangulares 3K (de espesor 3L) y las dos placas rectangular 3M
20 (de espesor 3N). Las cuatro placas se montan de manera tal que entre ellas encaje el sistema de elutriación 4 horizontal.

REIVINDICACIONES

1.- Muestreador (1) por aspiración para partículas atmosféricas micrométricas depositadas en vías de tráfico caracterizado porque comprende:

- 5 • un tubo antiestático de muestreo (2);
- una cámara de deposición (3) que por uno de sus dos extremos está conectada al tubo antiestático de muestreo (2);
- un sistema de elutriación horizontal (4) que por uno de sus dos extremos está conectado al otro extremo de la cámara de deposición (3); y,
- 10 • un portafiltro (5) que por uno de sus dos extremos está conectado al otro extremo del sistema de elutriación horizontal (4); el portafiltro (5) comprende un filtro (5A);

de manera que la muestra que contiene partículas atmosféricas depositadas en una superficie es aspirada a través del tubo antiestático de muestreo (2), el cual transporta

15 dichas partículas atmosféricas hasta la cámara de deposición (3) donde dichas partículas atmosféricas con un diámetro aerodinámico medio superior a un primer valor predeterminado son separadas por sedimentación; las partículas atmosféricas con un diámetro aerodinámico medio igual o inferior al primer valor predeterminado siguen su recorrido hasta el sistema de elutriación horizontal (4) donde las partículas atmosféricas

20 con un diámetro aerodinámico medio superior a un segundo valor predeterminado son depositadas; las partículas atmosféricas con un diámetro aerodinámico medio igual o inferior al segundo valor predeterminado siguen su recorrido hasta quedar atrapadas en el filtro (5A).

25 2.- Muestreador según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho muestreador adicionalmente comprende una bomba de vacío rotativa (7) conectada al otro extremo del portafiltro (5) que realiza la aspiración de la muestra de partículas atmosféricas.

30 3.- Muestreador según la reivindicación 2, caracterizado porque dicho muestreador adicionalmente comprende una válvula (8) y un caudalímetro (9) situados en un tubo (6)

- 13 -

que une la bomba de vacío rotativa (7) y el portafiltro (5), tal que mediante dicha válvula y dicho caudalímetro el caudal de la bomba de vacío rotativa (7) es controlado.

4.- Muestreador según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el sistema de elutriación horizontal (4) comprende un conjunto de láminas equidistantes delgadas (4A) sobre las que se depositan las partículas atmosféricas con un diámetro aerodinámico medio superior al segundo valor predeterminado.

5.- Muestreador según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el segundo valor predeterminado del diámetro aerodinámico medio de las partículas atmosféricas está seleccionado entre un valor de 10 μm y un valor de 2.5 μm .

6.- Muestreador según la reivindicación 5, caracterizado porque la bomba de vacío rotativa (7) tiene un caudal de aire seleccionado entre 20 l/min y 30 l/min y entre 3 l/min y 7 l/min cuando el segundo valor predeterminado del diámetro aerodinámico medio de las partículas atmosféricas es 10 μm y 2.5 μm , respectivamente.

7.- Muestreador según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la cámara de deposición (3) está fabricada en metacrilato o PVC.

20

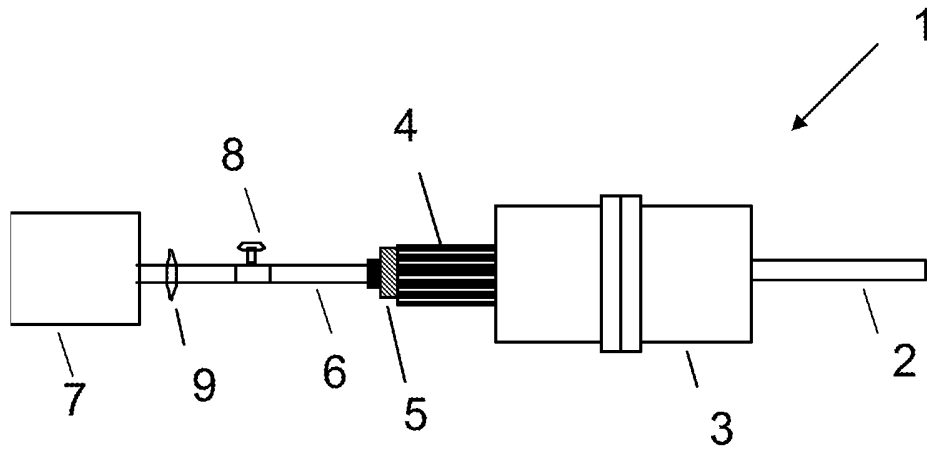


FIG. 1

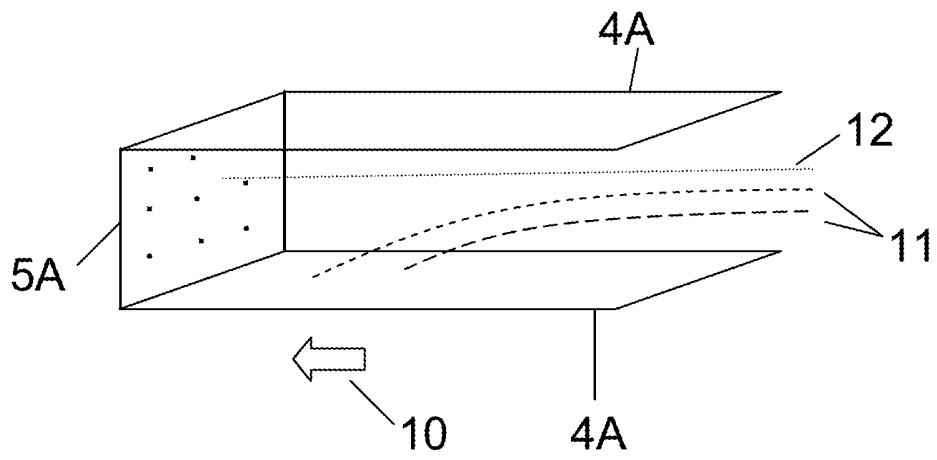


FIG. 2

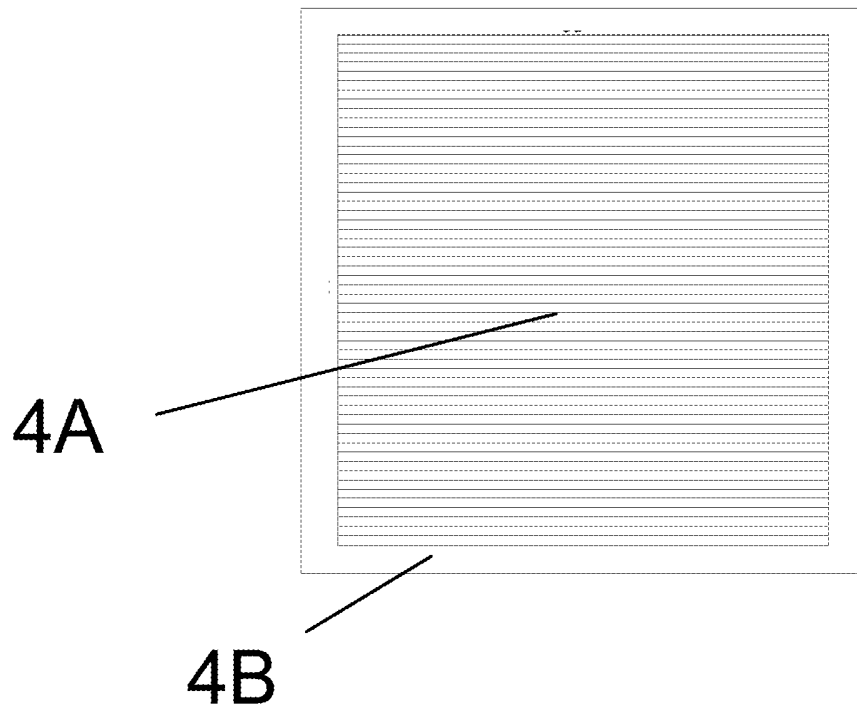


FIG. 3A

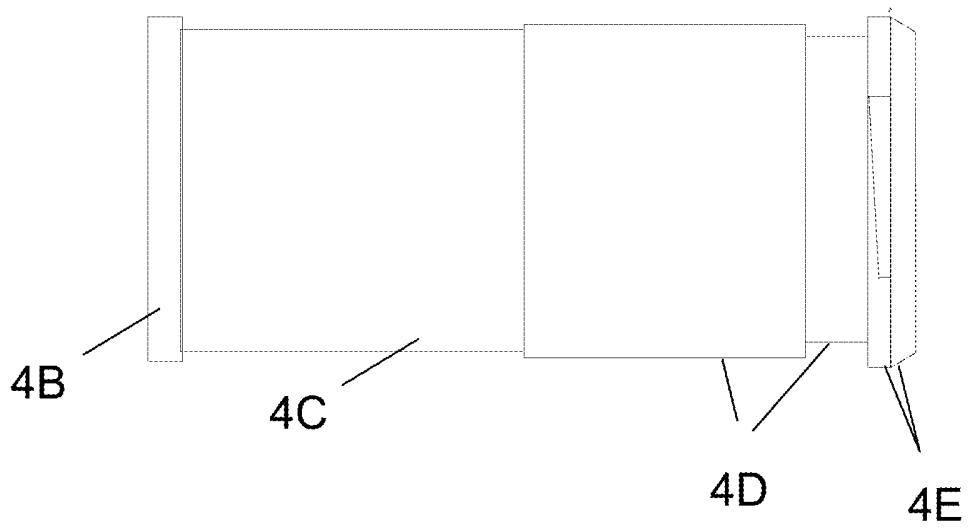


FIG. 3B

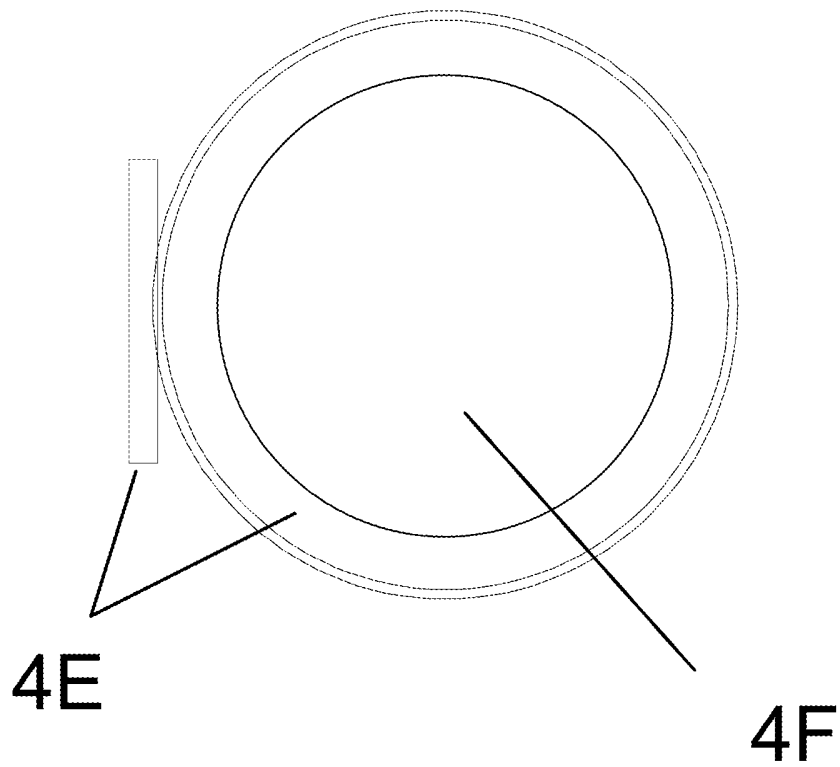


FIG. 3C

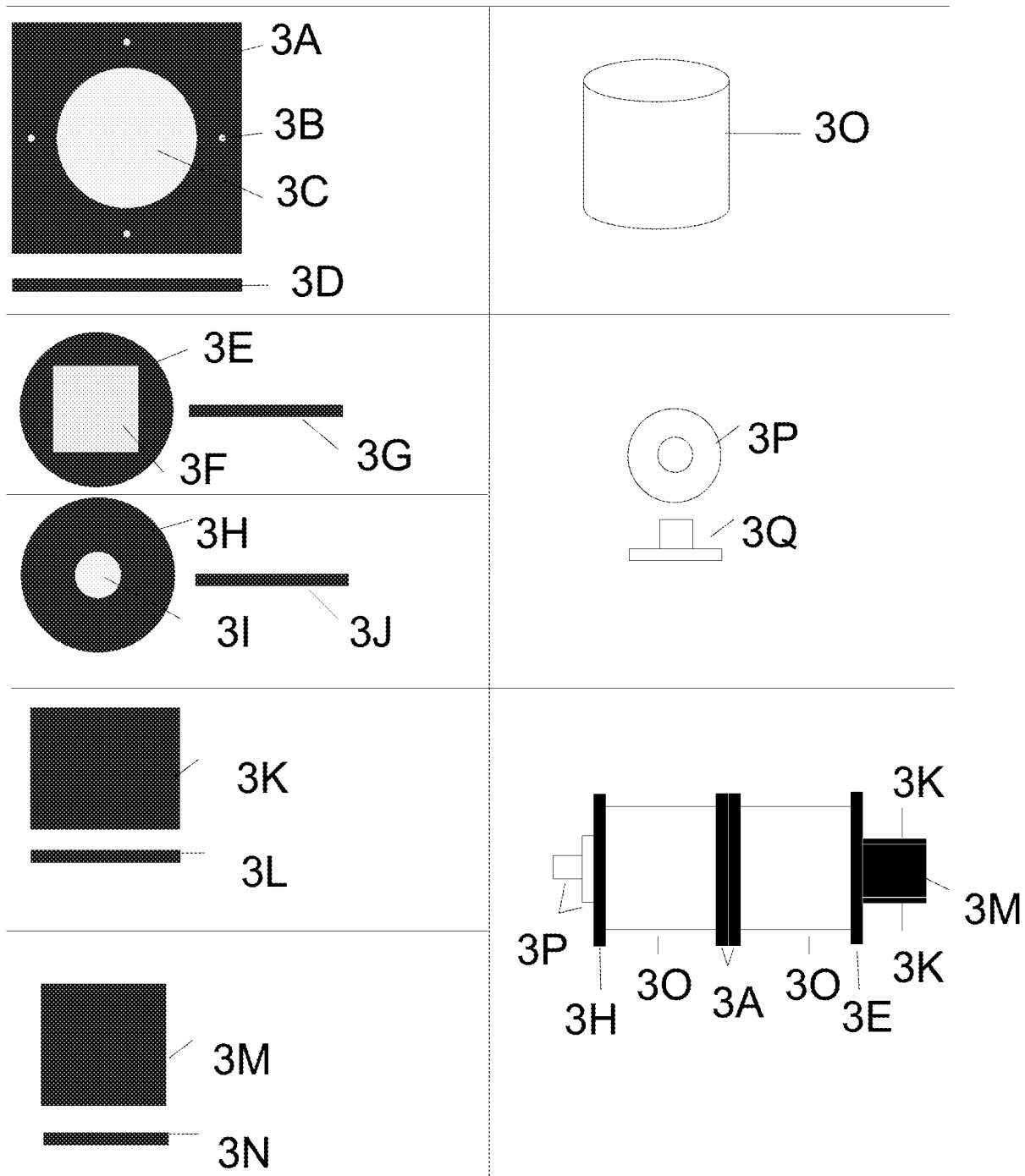


FIG. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/ES2012/070811

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N1/02 (2006.01)

B01D46/10 (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N, B01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPODOC, INVENES, WPI, XPAIP, XPESP, XPESP2, XPIEE, XPI3E, BIOSIS, COMPENDEX, EMBASE, INSPEC, MEDLINE, Internet

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	AMATO, F. et al. Spatial and chemical patterns of PM10 in road dust deposited in urban environment. Atmospheric Environment, 2009, Vol. 43, No. 9, pages 1650 - 1659. ISSN 1352-2310 <DOI:10.1016/j.atmosenv.2008.12.009>	1-7
X	AMATO, F. et al. Concentrations, sources and geochemistry of airborne particulate matter at a major European airport. JEM Journal of Environmental Monitoring, 15/02/2010, Vol. 12, No. 4, pages 854-862, ISSN 1464-0325, <DOI:10.1039/b925439k>	1-7
A	JONES T et al. The physicochemical characterisation of microscopic airborne particles in south Wales: A review of the locations and methodologies. Science of The Total Environment, 28/10/2005, VOL. 360, No. 1-3, PÁGINAS 43 - 59, ISSN 0048-9697, <DOI: 10.1016/j.scitotenv.2005.08.055>	1-6

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance.</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure use, exhibition, or other means.</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
--	--

Date of the actual completion of the international search
08/03/2013

Date of mailing of the international search report
(11/03/2013)

Name and mailing address of the ISA/

OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS
Paseo de la Castellana, 75 - 28071 Madrid (España)
Facsimile No.: +34 91 349 53 04

Authorized officer
A. Figuera González

Telephone No. +34 91 3495516

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº

PCT/ES2012/070811

A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

G01N1/02 (2006.01)

B01D46/10 (2006.01)

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G01N, B01D

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

EPODOC, INVENES, WPI, XPAIP, XPESP, XPESP2, XPIEE, XPI3E, BIOSIS, COMPENDEX, EMBASE, INSPEC, MEDLINE, Internet

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones nº
X	AMATO, F. et al. Spatial and chemical patterns of PM10 in road dust deposited in urban environment. Atmospheric Environment, 2009, VOL. 43, No. 9, páginas 1650 - 1659. ISSN 1352-2310 <DOI:10.1016/j.atmosenv.2008.12.009>	1-7
X	AMATO, F. et al. Concentrations, sources and geochemistry of airborne particulate matter at a major European airport. JEM Journal of Environmental Monitoring, 15/02/2010, Vol. 12, No.4, páginas 854-862, ISSN 1464-0325, <DOI:10.1039/b925439k>	1-7
A	JONES T et al. The physicochemical characterisation of microscopic airborne particles in south Wales: A review of the locations and methodologies. Science of The Total Environment, 28/10/2005, VOL. 360, No. 1-3, PÁGINAS 43 - 59, ISSN 0048-9697, <DOI: 10.1016/j.scitotenv.2005.08.055>	1-6

En la continuación del recuadro C se relacionan otros documentos Los documentos de familias de patentes se indican en el anexo

* Categorías especiales de documentos citados:	"T" documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.
"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.	"X" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.
"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.	"Y" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.
"L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).	"&" documento que forma parte de la misma familia de patentes.
"O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.	
"P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.	

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional.
08/03/2013

Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional.
11 de marzo de 2013 (11/03/2013)

Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional
OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS
Paseo de la Castellana, 75 - 28071 Madrid (España)
Nº de fax: +34 91 349 53 04

Funcionario autorizado
A. Figuera González
Nº de teléfono +34 91 3495516