



ACESEM

## Associació Catalana d'Empreses Especialistes en Síndrome de l'Edifici Malat

### 2ª MESA DE TRABAJO

#### Participantes

- Sr. Vicente M. Picó (AIRCARE)
- Sr. Jordi Tapias (ALITECNIC)
- Sr. Ramón Sardá (CMA)
- Sr. Carles Peidró (FUMIX)
- Sra. Carmen de Villasante (Laboratorio de análisis Dr. ECHEVARNE)
- Sr. Fernando Gil (LB Desinfecciones Barcino)
- Sr. Francisco Casado (SBS-Tecnologías Medioambientales)
- Sr. Leandro Comas (VESISMIN)

Coordinador: Sr. Joan de Monserrat (Laboratorio de análisis Dr. ECHEVARNE)

### **Informe técnico sobre mantenimiento higiénico de las instalaciones de aire de sistemas de ventilación/climatización**

#### 0.- INTRODUCCIÓN

El ámbito de aplicación del presente protocolo es edificios dotados de SVC donde además deberán ser observadas otras normas particulares o específicas propias de ellos, si las hubiere, dependiendo de la actividad propia de los mismos.

#### 1.- ALCANCE

Modelo marco de requerimientos para el control, medida de la ejecución y evaluación de la limpieza y desinfección de la instalación de climatización y/o ventilación.

#### 2.- REFERENCIAS NORMATIVAS Y BIBLIOGRAFIA

A cargo del Sr. Leandro Comas (según consta en acta nº 2).

#### 3.- DEFINICIONES

- 3.1. **SVC:** Sistema de ventilación/climatización.
- 3.2. **Empresas:** Aquellas sociedades o personas jurídicas cuyo objeto social o actividad contemple las funciones total o parcialmente definidas en el alcance y que a su vez posean el conocimiento técnico, recursos humanos y las documentaciones exigibles por las diferentes administraciones.
- 3.3. **Limpieza:** Aquellas labores cuya finalidad es la eliminación de la suciedad, en el grado necesario según los requerimientos.
- 3.4. **Suciedad:** Materia orgánica e inorgánica extraña a los SVC.

- 3.5. **Desinfección:** Técnicas físicas o químicas cuya finalidad es la reducción del nivel de microorganismos presentes hasta conseguir los valores permitidos.
- 3.6. **Nivel higiénico:** Valor cuantificable del nivel de limpieza en los SVC.
- 3.7. **Mantenimiento higiénico:** Actuar adecuadamente sobre los SVC según normas y procedimientos programados y específicos con el fin de alcanzar un adecuado nivel higiénico de los mismos.
- 3.8. **Evaluación higiénica:** Aquellas labores cuya finalidad es la estimación objetiva, y cuantificada cuando sea posible, tanto de los resultados de las operaciones descritas de limpieza y desinfección como del nivel higiénico de los SVC.
- 3.9. **Elementos** que componen los SVC:  
Se entiende por elementos de un SVC a cada uno de los componentes imprescindibles para su correcto funcionamiento y que se mencionan en el proyecto de instalación o posibles modificaciones posteriores.
- 3.10 **Calidad de aire interior:** Conjunto de propiedades físico-químicas y microbiológicas del aire interior que le confieren su aptitud para satisfacer las necesidades de salud y confort.
- 3.11 **Límite de calidad:** Aquel valor umbral por encima del cual existe insatisfacción, desagrado o afecciones en las personas.

#### **4.- REQUERIMIENTOS**

**4.1 -Inspección de las instalaciones:** Debe de ejecutarse la adecuada inspección de las instalaciones visual\* y microbiológica, pudiendo complementarse con mediciones de polvo inerte y/o fibras.

**\*Inspección visual:** cualquier forma que permita la apreciación ocular de la instalación objeto del control, como la visión ocular directa, la utilización de espejos, boroscopios o endoscopios, cámaras de televisión u otros procedimientos que permitan discernir el aspecto superficial de las instalaciones.

**4.2 - Elementos a inspeccionar:** Se confeccionará un informe técnico del estado de las instalaciones:

- Control de la maquinaria: tipo de maquinaria, especificaciones técnicas y estado de conservación de los elementos que componen el SVC (ver definición).
- Control de los conductos: diseño y accesibilidad, tipo de conductos y estado de conservación de los mismos. Los medios de control estarán en función de las dificultades que presente la instalación.
- Revisión de los retornos: diseño y accesibilidad, tipo de retornos y estado de conservación de los mismos.

**4.3 - Controles iniciales:** Los puntos de muestreo estarán, a modo orientativo, en función de la actividad que se realice en la zona muestreada, de los distintos ambientes o de la compartimentación (topográfica) de la zona. En función de estos parámetros se deberá incrementar el número de puntos de muestreo, para evitar mezclar diferentes localizaciones o actividades.

**4.4 – Procedimientos de inspección:**

- Microbiológico (ver anexo 1).
- Fibras y polvo inerte (ver anexo 2).

## 4.5 – Conclusiones e informes

### 5.- LIMPIEZA

El presente protocolo afecta a las superficies interiores en contacto con el aire de SVC no siendo necesariamente válido para otras superficies o partes de estos sistemas.

#### 5.1 EXISTENCIA DE PROYECTO

#### 5.2 CONOCIMIENTO DE LAS TÉCNICAS

#### 5.3 OPERACIONES DE PREVENCIÓN

#### 5.4 APERTURAS DE REGISTROS EN CONDUCCIONES.

#### 5.5 OPERACIONES DE LIMPIEZA

##### En conducciones no porosas

Procedimientos húmedos

Procedimientos secos

##### En conducciones porosas

Conductos de fibra de vidrio o corcho u otros materiales porosos

Conductos de amianto

##### En equipos como unidades de tratamiento de aire, fan-coils, rejillas, etc

### **5.1 EXISTENCIA DE PROYECTO**

Toda labor de descontaminación debe de obedecer a las directrices de un proyecto que facilite al cliente la comparación de ofertas y, en definitiva, le permita conocer como mínimo, y con anterioridad al inicio de las operaciones, el alcance de las mismas, la técnica o técnicas a emplear, las necesidades y forma de accesibilidad a los conductos, las necesidades de ayuda (albañilería, carpintería, etc) además de los riesgos o indefiniciones posibles en la ejecución. Es deseable que incluya el procedimiento de retirada de residuos. Debe de informar correctamente de los productos químicos que pudieran a ser utilizados.

### **5.2 CONOCIMIENTO DE LAS TÉCNICAS**

El Responsable por parte del Contratista que se encuentre al frente de un trabajo de descontaminación de SVC, y por supuesto la Dirección Técnica, debe conocer las ventajas e inconvenientes de cada técnica de descontaminación, y estar debidamente formado para la adecuada utilización de cada una de ellas. Los operarios, como mínimo, deben tener la adecuada formación en el uso de la técnica que vayan a utilizar.

### **5.3 OPERACIONES DE PREVENCIÓN**

Deben de observarse todas las operaciones encaminadas a minimización de riesgos de contaminación, en especial, de contaminación cruzada como:

- Procedimiento de parada y arranque del SVC –responsable y pautas-
- Procedimiento de parada y arranque de los equipos -pautas-
- Bloqueo u obturación de vías potenciales de recontaminación o contaminación cruzada.
- Adecuada vestimenta y elementos de protección de los operarios.
- Protección del área -elementos como mobiliario y entorno físico-
- Protección de los usuarios -señalización de Zona de Trabajo-
- Preparación de elementos de trabajo -equipos a utilizar-
- Procedimiento de retirada de residuos -ruta, destino y envase-

#### **5.4 APERTURAS DE REGISTROS EN CONDUCCIONES.**

Los registros o accesos a los conductos deben cumplir, como mínimo, los siguientes requisitos:

- Deben de sellar y aislar como los conductos.
- Deben de quedar al final de los trabajos perfectamente señalados e identificados.
- Deben de ser practicables o reutilizables.
- El sistema de cierre no debe interferir o constreñir la corriente de aire.
- Un acceso no debe comprometer la estructura de la conducción.
- El corte en el conducto metálico debe conseguir un corte limpio.
- El sistema escogido para el corte debe minimizar el riesgo de incendio.
- En el corte en fibra de vidrio no deben quedar restos de fibra sueltos o libres.
- En conductos flexibles nunca se realizarán cortes para acceder al conducto. Siempre se desconectará uno de los extremos y se accederá al interior a través de él para la limpieza o desinfección.
- El aislante externo de los conductos metálicos nunca será reutilizado.

#### **5.5 OPERACIONES DE LIMPIEZA**

##### En conducciones no porosas

En conductos fabricados con materiales no porosos como los metálicos pueden utilizarse procedimientos húmedos o secos según sea posible.

De utilizarse procedimientos húmedos, calificables de mecánicos por arrastre, debe de garantizarse el secado de las superficies al final de las operaciones.

De utilizarse procedimientos secos, que se basan en agitar o arrastrar la suciedad mediante la utilización de aire a presión o mediante la utilización de cepillos, para ponerla en suspensión y/o llevarla hacia un punto para su evacuación, deberá mantenerse la depresión suficiente que minimice la posibilidad de escapes al exterior o medio circundante. La suciedad que se extrae de las conducciones debe de quedar atrapada en el sistema de filtración del equipo que provoca la depresión (equipos de aspiración). Los equipos de aspiración a utilizar deben de garantizar caudales de aspiración suficientes y, de utilizarse técnicas de barrido de aire a presión, el caudal de aspiración obligatoriamente deberá ser netamente superior al de impulsión o barrido. Los equipos de aspiración a utilizar deben de poseer el sistema de filtración adecuado a la clasificación del área de trabajo,

incluso con la exigencia de filtración HEPA 99.97% para 0.3 micras de partícula y test DOP 98% de 0.3 micras.

Debe de procederse, en ambos casos, procedimiento húmedo o seco, actuando por tramos de diferente longitud según conveniencia y avanzando en el sentido del flujo del aire para evitar recontaminaciones cruzadas.

Debe de procederse al bloqueo de los ramales de conductos o rejillas, según necesidades, para evitar flujos de aire contaminado no deseados y para garantizar la depresión conveniente.

#### En conducciones porosas

En conductos de fibra de vidrio o corcho u otros materiales porosos, excepto el amianto, debe de aplicarse un velo interior para el revestimiento de la superficie interior con un producto elaborado para este tipo de conducciones y cuyo resultado debe ser la formación de una capa de revestimiento plástico ligeramente flexible. El acabado debe garantizar la separación entre el aire circulante por las conducciones y el material que constituye la propia conducción.

Previa la aplicación del velo de revestimiento la superficie debe de ser preparada mediante el uso de aire a presión de forma tal que facilite la adherencia del producto sobre la superficie y evite la aplicación del mismo sobre la suciedad. En este tipo de conducciones debe descartarse la utilización de técnicas de cepillado, por su poder de erosión sobre las mismas. Asimismo, deben de evitarse cualquier procedimiento húmedo, por razones microbiológicas y de daño mecánico.

En conductos de amianto debe de procederse a la sustitución de los mismos por nuevos materiales.

#### En equipos como unidades de tratamiento de aire, fan-coils, rejillas, etc

Los equipos como climatizadores, fan-coils o similares serán descontaminados accediendo directamente a sus componentes y procediendo a una limpieza por cualquier método que garantice un resultado satisfactorio y donde las diferentes superficies de los mismos, al final de las operaciones de limpieza, queden secas y exentas de la presencia de productos químicos, cupiendo procedimientos manuales mecánicos por arrastre con la ayuda de productos adecuados, el uso de vapor, de agua presurizada u otros específicamente más recomendables. En cualquier caso deben de garantizar la ausencia de riesgo frente a daños a cualquier equipo o elemento de equipo.

La aparición de zonas de oxidación debe ser remediada, bien por sustitución del elemento o con el saneamiento adecuado de la superficie afectada.

## **6.- DESINFECCIÓN**

### **6.1 Definiciones:**

**Desinfección:** Es la destrucción de microorganismos por medio de técnicas físicas y/o químicas. Para conseguir una desinfección eficaz, se requiere como premisa fundamental la limpieza previa de las instalaciones por medios eficaces que eliminen la suciedad o constatar la limpieza del sistema.

**Biocidas:** Sustancias activas y preparados que contienen una o más sustancias activas, presentados en la forma en que son suministrados al usuario, destinados a destruir, contrarestar, neutralizar impedir la acción o ejercer un control de otro tipo sobre cualquier organismo por medios químicos o biológicos.

**Plazo de Seguridad:** Es el periodo de tiempo mínimo establecido para un biocida después de su aplicación, a partir del cual su acción no representa ningún riesgo para las personas al entrar en contacto con el mismo.

**Aplicación en continuo:** Aplicación de un biocida de forma continuada en conductos de un SVC mediante sistemas de aplicación externos, utilizando a su vez la impulsión de aire del SVC para su diseminación.

**Aplicación de choque:** Aplicación puntual y específica de un biocida en un SVC. Este sistema de aplicación está basado en resultados de análisis microbiológicos previos.

### **6.2 Requerimientos :**

El uso de biocidas en un Sistema de Ventilación y Climatización ( SVC ), se considerará solamente después de una limpieza adecuada, y cuando haya sido determinada la necesidad de dicho tratamiento. Nunca deben utilizarse biocidas como substitutos de la limpieza.

### **6.3 Uso de desinfectantes:**

Cualquier biocida usado en la desinfección de Sistemas de Ventilación y Climatización ( SVC ), deberá disponer de las autorizaciones pertinentes de acuerdo a la Dirección General de Salud Pública ( DGSP ) y Dirección General de Farmacia y Productos Sanitarios ( DGFPS ). La elección de un desinfectante dependerá de la función para la que vaya a ser usado, de acuerdo a los resultados de los análisis microbiológicos previos. Deberá seguirse siempre las recomendaciones de uso del fabricante de los productos registrados/homologados.

### **6.4 Métodos de desinfección:**

Pulverización y/o nebulización en Unidades de tratamiento de Aire y/o conductos.

### **6.5 Protocolo de desinfección:**

Según se considere oportuno, se procederá a la desinfección de los siguientes elementos:

6.5.1 Climatizador. Siempre que sea posible, debe aplicarse un biocida autorizado en toda la maquinaria (serpentín, condensador, etc.) y en especial en las bandejas de condensación.

6.5.2 Tratamiento de los prefiltros:

6.5.2.1 Cambio de las mantas filtrantes.

6.5.2.2 Tratamiento de las mantas filtrantes por ambos lados con biocidas autorizados.

6.5.3 Conductos.

- Los conductos deben estar en condiciones de limpieza adecuadas. La desinfección de los mismos deberá realizarse ( siempre que sea posible ), con productos que no dañen las superficies, y que no alteren la calidad del aire que por ellos se transporta.

- 6.5.4 Los sistemas alternativos a la desinfección deberán demostrar su eficacia mediante estudios microbiológicos adecuados y no deberán añadir ningún compuesto extraño al SVC.
- 6.5.5 La empresa que realice los tratamientos de desinfección deberá cumplir con la normativa vigente en cada momento: Estar inscrita en la Dirección General de Salud Pública correspondiente a cada Comunidad Autónoma de acuerdo a la Dirección General de Salud Pública ( DGSP ) Ministerio de Sanidad. y acreditada para tratamientos de desinfección. El personal responsable de la desinfección deberá poseer la formación adecuada y estar en posesión de los carnets de aplicador.
- 6.5.6 El protocolo de actuación de la empresa encargada de la desinfección debe especificar el paro o la marcha del sistema.
- 6.5.7 Debe establecerse un programa periodificado de control de limpieza y contaminación microbiológica para determinar la necesidad de tratamientos de desinfección.
- 6.5.8 Los servicios de limpieza y desinfección deberán estar coordinados para que en el caso de uso de métodos de desinfección químicos, evitar el uso de productos incompatibles.
- 6.5.9 No deben aplicarse productos desinfectantes mediante tratamientos en continuo.
- 6.5.10 En las zonas donde se realice la desinfección, no deben efectuarse los tratamientos en presencia de personas , debiéndose siempre respetar los plazos de seguridad del producto, si los hubiere.

## 6.6 Control Microbiológico Final

Se realizará un control, al finalizar la intervención, con el fin de comprobar la eficacia de los tratamientos efectuados. En el supuesto de que este último control fuera positivo, se volverán a desinfectar las zonas anteriormente tratadas.

**6.7 Elaboración del Informe Final:** Su finalidad es la documentar al usuario de las actuaciones realizadas y de las limitaciones que ofrece la instalación. Para un mayor control y seguimiento de las acciones realizadas y con el fin de facilitar al usuario en caso de posibles problemas derivados de la actuación en los Sistemas de Ventilación y Climatización ( SVC ), es de obligado cumplimiento disponer de un Libro de Registros en el cual queden claramente especificados los siguientes datos.

- Limitaciones de la Instalación, identificación de no conformidades.
- Empresa que realiza el tratamiento
- Protocolo utilizado en los tratamientos de limpieza y desinfección.
- Productos utilizados tanto en el proceso de limpieza y desinfección ( cuando los hubiere ).
- Periodificación de los tratamientos (Control Microbiológico, Plazos de Limpieza, y desinfección ).

# **ANEXO 1**

**Este anexo esta supeditado a las conclusiones a las que llegue el Grupo de Trabajo responsable de *contaminantes microbiológicos***

## **PLAN DE MUESTREO MICROBIOLÓGICO**

### **Método de muestreo**

#### **1.- Control ambiental:**

Se recomienda entre los métodos de muestreo existentes, el método aspirométrico sobre medio de cultivo en placa, utilizando como medios:

- 1.- Medio Trypticase Soy Agar para el recuento total de gérmenes.
- 2.- Medio de Sabouraud Agar + Antibiótico para el recuento de Mohos y Levaduras.

En caso de tener que descartar gérmenes específicos o patógenos puntuales se deberán emplear los medios selectivos adecuados.

#### **2.- Control de superficies:**

La toma de muestras ambiental puede complementarse con un muestreo en superficies. El método recomendado es mediante placas RODAC, utilizando como medios:

- 1.- Medio Trypticase Soy Agar para el recuento total de gérmenes.
- 2.- Medio de Sabouraud Agar + Antibiótico para el recuento de Mohos y Levaduras.

En caso de tener que descartar gérmenes específicos o patógenos puntuales se deberán emplear los medios selectivos adecuados.

### **Estrategia de muestreo**

#### **1.- Control ambiental:**

Se recomienda, realizar entre 2 y 3 puntos de muestreo cada 100 m<sup>2</sup> y/o 1 o 2 puntos por equipo climatizador.

#### **2.- Control de superficies:**

Para el control en superficies se aplicará la placa RODAC, en las zonas accesibles de los conductos de climatización/ventilación, tomando como referencia 1 placa/m<sup>2</sup>.

Solo se podrá utilizar el muestreo con escobillón cuando sea imposible acceder al sistema de climatización/ventilación, tomando muestras de las rejillas de salida del climatizador.

Una vez tomada la muestra, el escobillón se introducirá en el medio de cultivo correspondiente para su transporte hasta el laboratorio.

La valoración de los resultados microbiológicos tras la incubación de las placas de superficie se considerará, de forma comparativa, antes y después del proceso de limpieza y desinfección o de forma puntual para la búsqueda de algún patógeno.

### **Tiempo y caudal del muestreo para el control ambiental**

El tiempo de muestreo estará en función de la contaminación esperada y del caudal del aspirómetro empleado.

Para un caudal de 90 litros/min., se recomienda un tiempo de muestreo de 1 a 2 minutos.

### **Transporte de las muestras al Laboratorio**

El transporte de las muestras se realizará en el mínimo plazo de tiempo posible y refrigerado a 4°C. aproximadamente

**➤ Advertencia:**

Los análisis microbiológicos ambientales se deberían realizar por un Laboratorio independiente a la empresa que realiza la limpieza y desinfección de los conductos de climatización/ventilación, de reconocido prestigio, sometido a autorización oficial de un organismo autonómico competente o acreditación de una entidad independiente.

El departamento de Microbiología del Laboratorio que realice los análisis, deberá demostrar su sistema de calidad así como la validación de las técnicas empleadas para la realización de tales análisis.

## Anexo 2

**Este anexo esta supeditado a las conclusiones a las que llegue el Grupo de Trabajo responsable de *contaminantes químicos*.**

### **Protocolos de muestreo para fibras (aire) y polvo inerte (aire y superficie), en sistemas de ventilación/climatización.**

Protocolo elaborado por **Laboratorio de análisis Dr. ECHEVARNE** (Joan de Monserrat / Jordi Colomer) con la colaboración del **Centre de Seguretat i Condicions de Salut en el Treball** (Santos Hernández / Assumpta Calleja).

**Nota: Este protocolo está en fase experimental, pendiente de realizar las pruebas oportunas que lo validen.**

#### **Objetivos:**

- Cuantificar la concentración inicial (previo al proceso de higienización) y final (posterior al proceso de higienización) de polvo inerte ambiental, en sistemas de ventilación/climatización (SVC), para poder evaluar la eficacia del proceso de higienización (limpieza y desinfección) del SVC.
- Cuando los conductos de impulsión y retorno del SVC sean de composición fibrosa (amianto o fibras minerales artificiales) se deberá cuantificar la concentración inicial (previo al proceso de higienización) y final (posterior al proceso de higienización) de fibras en aire, para poder valorar de este modo que en el proceso de higienización no se ha producido ningún desperfecto en el SVC que libere fibras al ambiente.

#### **Muestreo de fibras en aire.**

##### **1.- Método**

El método a utilizar está basado en los protocolos:

- “Determinación de fibras de amianto en aire – Método del filtro de membrana / Microscopía óptica” (MTA/MA-010/A87 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo)
- “Determinación de fibras minerales artificiales en aire – Método del filtro de membrana / Microscopía óptica” (MTA/MA-033/A94 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo)
- “Determinación de la concentración de fibras suspendidas en el aire”, 1997 (ISBN 92 4 354496 9 de la Organización Mundial de la Salud)

Para la realización del muestreo dispondremos de bombas de muestreo de alto caudal (16 litros/min.), cassettes de tres cuerpos y filtros de ésteres mixtos de celulosa o nitrato de celulosa por el que pasará un volumen constante de aire conocido, durante un periodo de tiempo prefijado.

Hay dos aspectos a tener en cuenta:

- a) tamaño de poro del filtro: 0.8 –1.2  $\mu\text{m}$  y diámetro: 25 mm
- b) cassette de tres cuerpos debe estar fabricado con un material conductor de electricidad para evitar la adherencia de fibras por efectos electrostáticos.

Es de suma importancia la presencia de los filtros de control (blancos) del montaje (control de medios y laboratorio), del transporte (control de transporte) y del desmontaje (control de laboratorio) de los cassettes. Los filtros de control (blancos) se transparentarán en el laboratorio junto con los muestreados.

La cantidad de blancos y su representación en las distintas secuencias del muestreo están pendientes de la fase de experimentación.

## 2.- Estrategia

La toma de muestra se realiza en el exterior del SVC. Los puntos de muestreo variarán en función del diseño del SVC.

Deben anotarse los datos del muestreo: caudal de aire aspirado, tiempo, fecha y hora del muestreo así como la actividad de la zona.

El tiempo de muestreo y el caudal pueden variar en función de la concentración de fibras esperada.

Dispondremos el cassette de muestreo con la boca mirando hacia el suelo del local.

Siempre debe realizarse un muestreo en el exterior del edificio, para poder cuantificar la concentración de fibras del aire exterior.

## 3.- Transporte de cassettes

Los filtros se transportarán en los cassettes cerrados para prevenir toda contaminación de los mismos. Los cassettes se colocarán en un contenedor rígido (con la superficie muestreada del filtro hacia arriba) con suficiente material de embalaje para evitar golpes, vibraciones y movimiento de los cassettes. Se evitarán las manipulaciones inadecuadas.

No utilizar fijadores químicos para la adherencia de fibras al filtro.

## 4.- Evaluación

Debe determinarse la concentración de fibras de amianto (“Determinación de fibras de amianto en aire – Método del filtro de membrana / Microscopía óptica”, MTA-MA-010/A87 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo) y/o de fibras minerales artificiales (“Determinación de fibras minerales artificiales en aire – Método del filtro de membrana / Microscopía óptica”, MTA/MA-033/A94 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo) en función de la identificación sobre membrana (“Fibres in air”, MDHS-87 del “Health and Safety Executive”) de las fibras cuantificadas. La identificación y el conteo se realizarán simultáneamente. Dichas analíticas, así como el muestreo, deberán realizarse por un Laboratorio homologado e independiente a la empresa que realiza la higienización del SCV.

## **Muestreo de polvo inerte en aire.**

### 1.- Métodos

Para la determinación de la concentración de materia particulada en aire se recomiendan los métodos:

**1.1 Método gravimétrico** MTA/MA-014/A88 (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo).

Se debe utilizar:

- bombas de aspiración (caudal : 1.7 L/min.)
- filtros de cloruro de polivinilo (PVC) de 37 mm de diámetro y 5µm de tamaño de poro, pesados con una exactitud de 0.01 mg.
- soporte del filtro: disco de celulosa de 37 mm de diámetro, que garantice la distribución uniforme del paso de aire durante la toma de muestras.
- cassette de poliestireno de 2 o 3 cuerpos, de 37 mm de diámetro, en el que se coloca el filtro sobre el soporte de celulosa.

### **1.2 Monitor de aerosoles.**

Al monitor de aerosoles se le puede acoplar un adaptador gravimétrico junto con la bomba de aspiración de manera que todas las partículas sean arrastradas a través de la sonda se depositen en un filtro de 37 mm.

El método gravimétrico puede usarse para comprobar la correlación entre este método y el monitor de aerosoles. Si se encuentran diferencias es necesario ajustar la sensibilidad del equipo para obtener una buena concordancia entre ambos valores.

## 2.- Estrategia

La toma de muestra se realiza en el exterior del SVC. Los puntos de muestreo variarán en función del diseño del SVC.

Deben anotarse los datos del muestreo: caudal de aire aspirado, tiempo, fecha y hora del muestreo así como la actividad de la zona.

El tiempo de muestreo y el caudal pueden variar en función de la concentración de partículas esperada.

Dispondremos el cassette de muestreo con la boca mirando hacia el suelo del local.

Siempre debe realizarse un muestreo en el exterior del edificio, para poder cuantificar la concentración de partículas- del aire exterior.

### **2.1 - Método gravimétrico**

Caudal: 1.7 L/min. El tiempo de muestreo debe ser suficiente para que la cantidad de muestra recogida en el filtro permita el análisis gravimétrico. Se aconseja un volumen de aire aspirado de 100 litros para la fracción total y de 200 litros para la fracción respirable. En cualquier caso, estos valores se pueden variar en función de la concentración prevista en el ambiente. La cantidad de polvo recogida sobre el filtro no deberá exceder, en ningún caso, de 5 mg, a fin de evitar la colmatación del filtro.

### **2.2 – Monitor de aerosoles**

Mover lentamente la sonda del monitor por delante de la rejilla de impulsión de aire del SVC.

Debe anotarse la temperatura ambiental y presión atmosférica en el caso que la bomba de aspiración no se haya calibrado en el lugar de la toma de muestra.

## 3.- Transporte de cassettes

Los filtros se transportarán en los cassettes cerrados para prevenir toda contaminación de los mismos. Los cassettes se colocarán en un contenedor rígido (con la superficie muestreada del filtro hacia arriba) con suficiente material de embalaje para evitar golpes, vibraciones y movimiento de los cassettes. Se evitarán las manipulaciones inadecuadas.

No utilizar fijadores químicos para la adherencia de fibras al filtro.

#### 4.- Evaluación

Determinar la materia particulada (total y respirable) en aire por el método gravimétrico según MTA/MA-014/A88 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo).

El monitor de aerosoles posee una unidad de control integrado que permite el almacenamiento de 32.000 valores de datos. El software que lo acompaña permite el volcado de los datos, mediante una salida RS232, a un PC y la elaboración de tablas y gráficos. La resolución de este tipo de equipos está entorno a 0,1 mg/m<sup>3</sup> y el límite inferior de medición alrededor de 10 µg/m<sup>3</sup>. Tanto la resolución como el límite inferior de medición son específicos de cada equipo.

El análisis y muestreo debe realizarse por un Laboratorio independiente a la empresa que realiza la higienización del sistema.

#### **Muestreo de polvo inerte en superficie.**

En aquellos casos en los que, previamente a la higienización, la concentración de polvo inerte en el interior del sistema de ventilación/climatización, no se detecte de forma aparente, se puede utilizar la siguiente metodología para determinación de polvo inerte en superficie, y de este modo tras una segunda cuantificación de polvo post-higienización se puede valorar la eficacia del proceso.

#### 1.- Método

El método propuesto está basado en el "Dust Vacuum Sampling Protocol" (1992) publicado por NADCA (National Air Duct Cleaners Association).

Material necesario:

- bomba de muestreo con capacidad para un caudal de 10L/min.
- filtro de ésteres mixtos de celulosa de 0.8µm de diámetro de poro y 37mm de diámetro.
- soporte del filtro de cloruro de polivinilo (PVC) de 5µm de diámetro de poro y 37mm de diámetro.
- cassette de tres piezas de poliestireno.
- la compensación de caudal debe situarse a ±5% teniendo en cuenta un caudal de 10L/min.
- plantilla de 1.5 mm de espesor y 100cm<sup>2</sup> de superficie muestreable:  
Los surcos de la plantilla estándar miden 2cm de ancho por 25cm de largo (véase fig.1). A menudo, éste tipo de plantilla no es viable por inaccesibilidad de la zona que se desea muestrear. Distintos tipos de plantillas pueden utilizarse siempre que sigan las siguientes especificaciones (véase ejemplo en fig.2):
  - 1) el área total de muestreo debe ser igual a 100cm<sup>2</sup>.
  - 2) la anchura máxima de los surcos de la plantilla no debe sobrepasar los 3.7cm al objeto de impedir el contacto del cassette y la superficie muestreada.
  - 3) la anchura mínima de los surcos de la plantilla no debe ser inferior a 2cm.

## 2.- Estrategia

Todo muestreo debe ir precedido de una inspección visual.

- asegurar la plantilla en la superficie de muestreo de modo que no se mueva durante la toma de muestra. La plantilla debe estar totalmente horizontal sobre una superficie seca.
- evitar la corriente de aire en el momento del muestreo (cerrar el SVC)
- conectar el cassette a la bomba de aspiración.
- muestrear los surcos de la plantilla deslizado el cassette a una velocidad que no sobrepase los 5cm/s. Los bordes del cassette deben descansar encima la plantilla, sin tocar en ningún momento la superficie del surco. Se empleará un cassette de muestreo para cada surco de 50 cm<sup>2</sup> (o para cada 2 surcos de 25 cm<sup>2</sup>), muestreando en ambos sentidos del surco. Con lo cual se utilizarán dos cassettes de muestreo por la plantilla (figura 1 y 2). Aunque durante el muestreo el cassette está en contacto con la plantilla, nunca debe ejercerse presión sobre la misma.
- finalizado el muestreo se procede a tapar la boca del cassette debidamente referenciado. La referencia inscrita en el cassette también constará en el formato de muestreo en donde figuraran todos los datos del muestreo: caudal, tiempo, volumen y situación exacta del área de muestreo.

## 3.- Transporte de cassettes

Los filtros se transportarán en los cassettes cerrados para prevenir toda contaminación de los mismos. Colocar las muestras junto con el blanco en envases convenientemente protegidos de golpes o vibraciones, para evitar cualquier tipo de alteración o pérdida de su contenido durante el transporte al laboratorio.

## 4.- Evaluación

- el laboratorio realizará el análisis gravimétrico según el método "Method 0500" publicado por la NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health).
- Las unidades del resultado analítico se expresarán en miligramos (mg) o en miligramos por 100 cm<sup>2</sup> (mg/100cm<sup>2</sup>).
- tanto el análisis como el muestreo debe realizarse por un Laboratorio independiente a la empresa que realiza la higienización del sistema.



**Figura 1**



Figura 2