



**NAFA**<sup>®</sup>  
**National Air  
Filtration  
Association**

# Directrices

Prácticas Recomendadas

Filtration for para el filtraje del aire Bibliotecas, Archivos y Museos



# About this publication

**NAFA®**

## Why NAFA Guidelines?

The National Air Filtration Association (NAFA) provides “Best Practice Guidelines” to help supplement existing information on the control and cleaning of air through proper filtration. Many organizations recommend “minimum” air cleaning levels. NAFA publishes best practice based on the experience and expertise of our membership along with information and research of the governmental, medical and scientific communities showing the short and long term impact particulate and molecular contaminants have on human health and productivity.

This Guideline provides advice on achieving the cleanest air possible based on the design limits of existing HVAC equipment and with consideration of the impact on energy and the environment. For a more complete explanation of principles and techniques found in this Guideline, go to the website [www.nafahq.org](http://www.nafahq.org) and purchase the *NAFA Guide to Air Filtration*, 5th Edition.

**Copyright © National Air Filtration Association 2004, 2016.**

All rights reserved.

## Copyright and Limitations on Use

The information available through NAFA® Guidelines is the property of The National Air Filtration Association® (NAFA) and is protected by copyright and other intellectual property laws. Information received through the NAFA Guidelines may be displayed, reformatted and printed for your personal, non-commercial use only. You agree not to reproduce, re-transmit, distribute, disseminate, sell, publish, broadcast or circulate the information to anyone, including but not limited to others in the same company or organization as you, without the expressed prior written consent of NAFA with the following exception:

You may, on occasion, include isolated portions of information from NAFA Guidelines in official memoranda, unit newsletters, reports, and presentations, but only if such memoranda, reports, and client presentations are distributed or otherwise made available in non-electronic form, for a non-commercial purpose to a limited number of individuals. You must include in all such memoranda, reports, and presentations the phrase, “Used with permission of The National Air Filtration Association.” You may not post any content from the NAFA Guidelines to any newsgroup, mail list, electronic bulletin board or other forum without the prior written consent of NAFA.

## Disclaimer

The information contained in this Guideline is intended for reference purposes only. NAFA has used its best efforts to assure the accuracy of information and industry practice. NAFA encourages the user to work with a NAFA Certified Air Filter Specialist (CAFS), to assure that these Guidelines address specific user equipment and facility needs.

Issues regarding health information may be superseded by new developments in the field of industrial hygiene. Users are therefore advised to regard these recommendations as general guidelines and to determine whether new information is available.

NAFA does not guarantee, certify or assure the performance of any products (other than those bearing the NAFA Certified Product label), components, or systems operated in accordance with NAFA Guidelines.

**National Air Filtration Association**  
(NAFA)

22 N. Carroll St, Ste 300

Madison, WI 53703

(608) 310-7542

[nafahq.org](http://nafahq.org)

## Committee members and contributors

*Committee Chair :*

**Paula Levasseur, CAFS**  
Cameron Great Lakes, Inc.

**Joseph Benoit, CAFS**  
Filtration Group, Inc.

**Joseph Brennan CAFS**  
AFS - Dallas

**Stevan Brown, CAFS, NCT II**  
TEX-AIR Filters/  
Air Relief Technologies

**Carol Christensen, CAFS**  
The Filter Man, Ltd.

**Bill Cawley, CAFS**  
CLARCOR Air Filtration Products

**Kevin Delahunt, CAFS**  
B.G.E. Service & Supply Ltd.

**Leonard Duello CAFS**  
Ahlstrom Air Media

**Alisa Edmunds, CAFS**  
Filtration Group, Inc.

**Dave Hurd, CAFS**  
PlymoVent Canada Inc.

**Rupert Langston, CAFS**  
Air Flow Technology, Inc.

**Phillip Masters, CAFS**  
R. P. Fedder Corporation

**William Matkins**  
Aeolus Corporation

**Phil Maybee, CAFS**  
The Filter Man, Ltd.

**Bill Palmer**  
AeroMed, Inc.

**Bill Patterson, CAFS**  
Dave Downing & Associates

**Thomas Riddell, CAFS**  
Air Filter Sales & Service

## Table of Contents

Filtración para Bibliotecas, Archivos y Museos.....	2
Propósito.....	2
Alcance.....	2
Antecedentes.....	2
Contaminantes Moleculares.....	3
Contaminantes Particulados.....	4
Sistema de Ventilación.....	5
Recomendaciones de Buena Práctica de NAFA.....	6
Operación y Mantenimiento.....	6
Instalación de Sistemas de Portafiltros.....	6
Instalación de Filtros.....	6
Integridad del Sistema.....	6
Mantenimiento.....	6
Monitoreo del Caudal de Aire y la Caída de Presión.....	6
Desechando el Filtro.....	6
Resumen.....	7
Notas al pie.....	7
Glosario.....	8
Bibliografía.....	9
Footnotes.....	9

# Filtración para Bibliotecas, Archivos y Museos

## Propósito

Estas buenas prácticas recomendadas establecen las recomendaciones de filtración de aire para la remoción de contaminantes particulados y gaseosos para la protección y preservación en el tiempo de artefactos y documentos históricos. Las pautas de esta publicación son consideradas por la NAFA como “la mejor práctica” en contraste a los “estándares mínimos” propuestos por otras organizaciones. Ellas sirven para proporcionar a la Gerencia de las Instalaciones (del inglés Facilities) las recomendaciones necesarias para hacer mejoras perceptibles en la calidad del aire de su edificio.

## Alcance

Estas buenas prácticas recomendadas identifican calidad del aire compatible con las bibliotecas, archivos y museos. También establecen criterios de diseño y especificaciones de eficiencia para nuevas construcciones, así como para sistemas de ventilación existentes. Incluye metodologías para la remoción de contaminantes vía filtración y el mantenimiento de los sistemas asociados.

## Antecedentes

Los propietarios y operadores de bibliotecas, archivos y museos (BAM) enfrentan desafíos para la preservación de los contenidos debido a la industrialización y urbanización, que son los causantes del incremento de los contaminantes particulados y gaseosos. La degradación de los artefactos con el paso del tiempo ha llevado al reconocimiento de la necesidad de implementar mejoras en la limpieza y calidad del aire ambiental interior en este tipo de instalaciones.

La investigación ha llevado al desarrollo de nuevas técnicas de medición que han permitido hacer más específicos los requerimientos de filtración. Al mismo tiempo, los avances tecnológicos han permitido aumentar las eficiencias de filtración con las limitaciones de los sistemas de acondicionamiento de aire existentes. La utilización de estos cambios tecnológicos ha permitido las actualizaciones efectivas de los sistemas.

El enfoque primario de estas recomendaciones es la remoción de contaminantes particulados y gaseosos que se sabe contribuyen a la degradación de artículos almacenados. Debe notarse que la humedad relativa y el número de cambios de aire por hora son también parte integral de la eficiencia total de un sistema de acondicionamiento de aire<sup>1</sup>.

## Contaminantes Moleculares

Los contaminantes principales a considerar son el dióxido de azufre, el dióxido de nitrógeno y el ozono. Es conocido que estos contaminantes atacan químicamente los artefactos, causando daño permanente e irreversible. El tipo de daño y su severidad dependen tanto de la cantidad de contaminación y los materiales de que está hecho el artefacto. Puede haber otros contaminantes moleculares presentes que son específicos a una aplicación individual y/o ubicaciones geográficas, que corrientemente no se consideran perjudiciales en BAM. Por ejemplo, en construcciones nuevas podría haber niveles de formaldehído que podrían requerir controles adicionales.

## Contaminantes Particulados

Hay dos aspectos principales a considerar con los contaminantes particulados: partículas viables y no viables. Las partículas no viables causan ensuciamiento del artefacto. La limpieza de muchos artefactos no es una opción, ya que puede algunas veces resultar en daños. Las partículas viables, generalmente en forma de hongos, esporas y bacterias aerotransportadas pueden también deteriorar los artefactos, especialmente si la temperatura y la humedad no se mantienen a niveles apropiados. Existe también el potencial de que los contaminantes moleculares se adhieran a las partículas y las usen como medio de transporte<sup>2</sup>. El rango de tamaño de partículas a considerar es el tamaño de partícula “acumulado” definido en el rango de 0,1 a 2 micrones<sup>3</sup>.

1. *American Society of Heating Refrigeration and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) 2015 Handbook*, Chapter 20.

2. *The Museum Environment*; Second Edition, Garry Thomson CBE; Butterworth-Heinemann, Oxford, England, 1986.

3. Footnote # 296 Same as A, Ibid Kadowalki Size Distribution of Total Aerosols, 1976.

La tabla que se muestra más abajo muestra posibles objetivos de preservación para la mayoría de las colecciones<sup>4</sup>.

Control de Calidad del Aire en el Edificio	En Salas	Objetivo de Preservación Potencial (Años)*			
		En recintos con Materiales Emisivos		En recintos sin Materiales Emisivos	
		Sin Sorbente	Con Sorbente**	Sin Sorbente	Con Sorbente**
Ventilación Natural o Sistema HVAC con Filtro de Partículas de Eficiencia Moderada Sin Filtro de Gas	1-10	<1	10-100	10-100	>100
Sistema HVAC con Filtro de Gas y Filtro de Partículas de Buena Eficiencia, Membranas del Edificio Que Son Buenas Barreras de Gas, y Control Básico de Flujo de Visitantes.	10-100	<10	10-100	>100	>100
Sistema HVAC con Filtro de Gas y Filtro de Partículas de Alta Eficiencia. *** Membranas del Edificio que son de Buenas a Muy Buenas Barreras de Gas, y con Acceso Limitado.	>100	<10	10-100	>100	>100

*Notas: \* Están excluidos los efectos adversos del vapor de agua y de materiales hipersensibles, como: acetato de celulosa, nitrato de celulosa, ciertos colorantes (tales como rojo de alizarina, amarillo de cúrcuma y fucsina básica), plomo, gomas naturales, plata, y cintas magnéticas de poliuretano.  
 \*\* Sorbentes eficientes (se asume en los recintos una tasa de intercambio de aire de una vez por día).  
 \*\*\* Asumiendo reemplazo periódico de los filtros.*

## Recomendaciones de Buena Práctica de NAFA

El prefiltrado debe ser del orden de MERV 8 o superior, medido de acuerdo con la normativa ASHRAE Standard 52.2-1999 al caudal de aire nominal del sistema.

La filtración molecular debe consistir de cama(s) de media que sea capaz de reducir los contaminantes considerados a los niveles indicados más abajo. El flujo de aire a través de la cama de filtro puede variar con el tipo de filtro; para la apropiada reducción de los contaminantes moleculares, no exceda el rango máximo de caudal indicado por el fabricante. Este medio filtrante podría consistir de una media de carbón activado y una media capaz de remover el dióxido de azufre y el formaldehído. Esto puede lograrse de varias maneras, pero más comúnmente con una media impregnada de permanganato de potasio o una media de carbón especialmente tratado

4. Tetreault, J. 2003. *Airborne Pollutants in Museums, Galleries, and Archives: Risk Assessment, Control Strategies and Preservation Management*, Canadian Conservation Institute.

## Límites Recomendados<sup>5</sup>

Es importante notar que no hay niveles conocidos de contaminación molecular que pueda considerarse “segura”. Las recomendaciones indicadas arriba están basadas en niveles que pueden lograrse, medirse y operarse con las limitaciones de los sistemas de acondicionamiento de aire corrientes. Mientras mediciones más exactas de estos niveles pueden lograrse con varios tipos de monitores de gas, las mediciones en uso de niveles de polutantes en BAM pueden verse raramente debido a su costo y necesidad de un operador experimentado. Los fabricantes de sistemas de filtración molecular pueden, a veces, proporcionar la información sobre monitoreo si se desea y también pueden ofrecer métodos alternativos para determinar la eficiencia del sistema. En la ausencia de una norma de prueba reconocida para filtros moleculares, la determinación de la eficiencia del sistema puede variar con el fabricante. Consulte a su especialista en filtros de aire certificado por NAFA para determinar el tipo de filtración molecular que es aceptable para su sistema HVAC.

3) Los filtros de particulado fino deben ser del orden de MERV 15 o superior, medido de acuerdo con la normativa ASHRAE Standard 52.2-1999. Para mayor información consulte la Guía de Uso de NAFA para el Estándar ANSI/ASHRAE 52.2-1999 [NAFA 52.2 User’s Guide].

Contaminant	Recommended limits	Parts per billion
Dióxido de Nitrógeno	5 microgramos por metro cúbico	2.6 ppb
Ozono	4 microgramos por metro cúbico	2.0 ppb
Dióxido de Azufre	2,7 microgramos por metro cúbico	1 ppb
Formaldehído	5,0 microgramos por metro cúbico	4 ppb

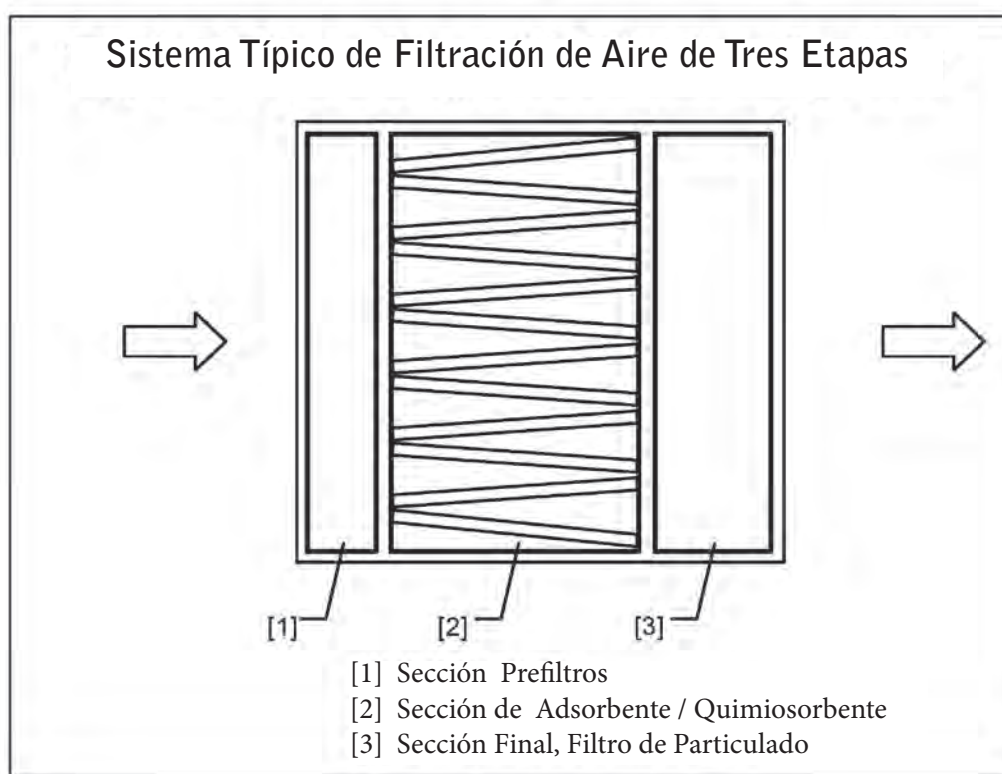
<sup>5</sup> Architectural and Design Standards for Presidential Libraries.

# Sistema de Ventilación

Un sistema HVAC apropiadamente diseñado para BAM consiste de tres etapas de filtración. La primera etapa supone alguna forma de prefiltrado, la segunda etapa es filtraje molecular y la tercera etapa es filtración de alta eficiencia. El propósito de la etapa de prefiltrado es doble; primero, para remover partículas grandes y por tanto, proteger el resto de los componentes del sistema, y segundo, proteger el filtro molecular de la contaminación por particulado, lo que podría reducir su efectividad. El filtro molecular está diseñado para reducir el nivel de contaminantes químicos considerados. Por último, el filtro de alta eficiencia se usa para remover los contaminantes cuyo tamaño acumulado este en el rango de 0,1 a 2 micrones.

La instalación apropiada de los filtros es crítica para conseguir los niveles deseados de eficiencia.

La publicación de NAFA Installation, Operation and Maintenance of Air Filtration Systems [Instalación, Operación y Mantenimiento de Sistemas de Filtración de Aire], es una referencia para los métodos adecuados y recomendaciones del fabricante de los componentes.



# Operación y Mantenimiento

Es recomendable que las instrucciones del fabricante sean seguidas en todas las circunstancias cuando se modernice un sistema existente. Lo que sigue es una lista de los factores más importantes a considerar en la operación y mantenimiento de un sistema HVAC. Como suplemento a las instrucciones del fabricante vea el manual de NAFA Installation, Operation and Maintenance of Air Filtration Systems [Instalación, Operación y Mantenimiento de Sistemas de Filtración de Aire].

## Instalación de Sistemas de Portafiltros

Estos sistemas pueden consistir de bancos de filtración compuestos por marcos de montaje, de gabinetes con acceso lateral para acceder a los filtros, o estar compuestas de sistemas modulares con rieles. Aquellos pocos sistemas que tienen filtración HEPA, requieren portafiltros especialmente diseñados. Debe consultarse a un proyectista calificado de sistemas HVAC para especificar los requerimientos de cantidad, disposición, caudal de aire y caída de presión de los filtros HEPA.

## Instalación de Filtros

Refiérase a las instrucciones del fabricante para la instalación de los filtros en un sistema HVAC. Es útil un conocimiento completo del sistema HVAC para asegurarse que los filtros queden apropiadamente instalados.

## Integridad del Sistema

La integridad de la puesta en marcha-mantenimiento del sistema HVAC es vital para la adecuada filtración del aire. Después de la instalación, el sistema, incluyendo los bancos de filtros, dispositivos de ajuste y los mecanismos de sellado deben ser revisadas para asegurarse que no queden aberturas o fugas. Un sistema adecuadamente sellado evitará los desvíos de aire por recorridos no deseados y mantendrá la presión del sistema.

## Mantenimiento

Deberá establecerse un programa de mantenimiento preventivo que incluya la inspección de los bancos de filtros, los dispositivos de ajuste, los empaques y los ductos. Retirando y reemplazando los empaques o sellos y aislamientos de ductos dañados o defectuosos se mantendrá el aire pasando por los bancos de filtros. Manteniendo los serpentines y el ventilador libres de suciedad, con una limpieza regular, mantendremos el caudal de aire, aumentará la eficiencia del sistema y se mantendrá la integridad total. En resumen, el buen mantenimiento mantendrá el sistema HVAC trabajando apropiadamente para proveer no sólo aire calentado o enfriado, sino también con una reducción en los niveles de contaminantes.

## Monitoreo del Caudal de Aire y la Caída de Presión

En un sistema HVAC todos los filtros aumentan la resistencia al flujo del aire. Este aumento es llamado “caída de presión” porque en un sistema por aspiración o tiro inducido, con la carga de los filtros la resistencia aumenta, la presión del ventilador es menor en el lado de flujo abajo o aguas abajo, por lo tanto, la presión “cae” flujo abajo de los filtros. Esta caída puede medirse con un dispositivo sensor de presión. Todas las unidades HVAC deberían tener instalado un dispositivo sensor de presión para monitorear el flujo de aire y la caída de presión a través del banco de filtros. Cuando un filtro ha llegado a su caída de presión final recomendada, debería ser reemplazado. Dejar este filtro en su lugar después de este punto pueden aumentar los costos operativos y energéticos y dañarse el sistema HVAC.

La mayor parte de los filtros moleculares, en el tiempo, no aumentan su caída de presión, Algunos medios filtrantes cuando están impregnados con sorbente aumentan su caída de presión, sin embargo, no es indicativo de la vida de servicio del sorbente. La vida de servicio de un filtro molecular es función de los tipos y concentraciones de los contaminantes y del diseño del filtro. Muchos fabricantes ofrecen servicios de prueba para determinar la vida de servicio remanente del filtro. Es importante notar que al disminuir la vida media disminuye también la eficiencia del filtro molecular. Algunas veces se recomienda que los filtros moleculares se cambien antes que el medio filtrante esté 100% agotado.





## Desechando el Filtro

Los filtros deben desecharse de acuerdo a las regulaciones locales, estatales y federales. El carbón agotado de los filtros moleculares puede ser, algunas veces, retornado al fabricante para reactivarlo.

## Resumen

Los contaminantes moleculares y particulados son el objetivo de esta pauta. Hay muchos factores contribuyentes involucrados en el grado de filtración necesario en este tipo de locales, sin embargo, las recomendaciones proporcionadas se consideran una buena práctica.

Un activo programa de mantenimiento es esencial para mantener el grado de filtración necesitado. Los problemas que se crean con un pobre mantenimiento de los filtros pueden provocar la degradación de artefactos en un corto período de tiempo.

Los alrededores del local pueden cambiar. Las construcciones nuevas cercanas o cambios de ocupación en edificios vecinos existentes pueden afectar el aire ambiental. Cuando estos cambios ocurran, el sistema HVAC necesitará ser reevaluado y posiblemente actualizado. Los tipos de filtros y ciertos parámetros de diseño, incluyendo los requerimientos de aire exterior, pueden necesitar algunos ajustes.

# Glosario

**ASHRAE:** American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. [Sociedad Estadounidense de Ingenieros en Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado]

**BAM:** Bibliotecas, Archivos y Museos.

**CAFS:** Especialista Certificado en Filtros para Aire.

**Dióxido de azufre:** SO<sub>2</sub>

**Dióxido de nitrógeno:** NO<sub>2</sub>

**HEPA:** High Efficiency Particulate Air. [Denominación dada a los filtros de alta eficiencia en la retención de particulado, también conocidos como filtros absolutos.]

**HVAC:** Calefacción, Ventilación, Aire Acondicionado.

**MERV:** Valor Reportado de Eficiencia Mínima (ASHRAE Standard 52.2)

**NAFA®:** National Air Filtration Association [Asociación Nacional de Filtración de Aire]

**Non-viable:** No viable  
Incapaz de vivir

**PPM:** partes por billón [\*]

**Viable:** Capaz de vivir, desarrollarse o germinar bajo circunstancias favorables.

[\*] – N. del T. - Esta expresión puede causar confusión en algunos lectores, ya que en Estados Unidos 1 billón = 1 mil millones (1 x 10<sup>9</sup>), y en otros países 1 billón = 1 millón de millones (1 x 10<sup>12</sup>).

## Bibliografía

Thomson, Garry CBE. *The Museum Environment*. Second Edition. Butterworth-Heinemann in association with The International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, 1986.

*Installation, Operation and Maintenance of Air Filtration Systems*. Third Edition, National Air Filtration Association. 2012.

*NAFA Guide to Air Filtration*, 5th Edition, National Air Filtration Association. 2014.

*Architectural and Design Standards for Presidential Libraries*. Part 3 Sec. 43.B., Sec 45.a.b.



The source for expertise, education and standards in air filtration.

Copyright 2004, 2016  
National Air Filtration Association  
22 N. Carroll St, Ste 300, Madison, WI 53703  
(608) 310-7542  
[nafahq.org](http://nafahq.org)