

TÉCNICAS DE SERVICIO RELATIVAS A LA CALIDAD DEL AIRE EN ESPACIOS INTERIORES Y LA ELIMINACIÓN DE MOHOS

Guía de capacitación y consulta sobre la calidad del aire en espacios interiores y la eliminación de mohos

Autor: Robert P. Scaringe

Octavo edición
Enero de 2016

© Copyright 2016

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS

Mainstream Engineering Corporation, 200 Yellow Place, Rockledge, Florida 32955

Con excepción de lo previsto en las Secciones 107 y 108 de la Ley de Copyright de los Estados Unidos, ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida ni distribuirse en forma alguna ni por ningún medio, ni puede almacenarse en ninguna base de datos o sistema de recuperación, sin autorización previa del propietario del copyright.

Mainstream Engineering Corporation obtuvo la información incluida en el presente documento de fuentes que considera confiables. Sin embargo, ni Mainstream Engineering Corporation ni el autor garantizan que la información aquí publicada sea veraz y esté completa, ni se harán responsables de los errores, las omisiones o los daños que surjan como resultado de la utilización de esta información. Este documento se publica en el entendido de que el propósito de Mainstream Engineering Corporation y del autor no es prestar servicios de ingeniería ni de otra índole profesional o técnica, sino únicamente proporcionar información. En el caso de que se requirieran tales servicios, deberán contratarse los servicios de un profesional adecuado.

Índice de Contenidos

Lista de Figuras

Lista de Tablas

PRÓLOGO

Descargo de responsabilidad

Información sobre los exámenes de técnicas de servicio relativas a la calidad del aire en espacios interiores

Niveles de certificación de los técnicos de calidad del aire en espacios interiores

Técnico aprendiz de calidad del aire en espacios interiores

Técnico jornalero (journeyman) de calidad del aire en espacios interiores

Técnico maestro de calidad del aire en espacios interiores

Definiciones

Sección I: Conceptos básicos relacionados con la calidad del aire en espacios interiores

Introducción

Fuentes de contaminación

Introducción

Factores que afectan la calidad del aire en espacios interiores

Fuentes de contaminación del aire en espacios interiores

Fuentes: externas al edificio

Fuentes en los equipos

Fuentes asociadas a las actividades humanas

Fuentes asociadas a los componentes y el mobiliario del edificio

Otras fuentes

Diseño y funcionamiento de los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado

Comodidad térmica

Rutas que siguen los contaminantes y fuerzas impulsoras

Ventilación

Tipos de instalaciones de ductos

Estrategias para evitar el crecimiento biológico en los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado

Mohos

Introducción

Moho negro

Detección visual de mohos

Mohos ocultos

Propagación de mohos

Fumar

Radón

Riesgos para la salud asociados a la contaminación del aire en espacios interiores

Introducción

Riesgos para la salud asociados a la exposición a mohos

Riesgos para la salud asociados a los compuestos orgánicos volátiles microbianos

Riesgos para la salud asociados a los glucanos (componentes de las paredes celulares fúngicas) (conocidos también como β -(1 3)-D-Glucanos)

Riesgos para la salud asociados a las esporas

Riesgos para la salud asociados al radón

Síntomas y quejas normalmente asociados a los problemas de calidad del aire en espacios interiores

Sección II: Estrategias para controlar la contaminación del aire en espacios interiores

Control de las fuentes de contaminación

Ventilación

Unidad de gestión de aire

Filtrado del aire

Introducción

Filtrado mecánico

Filtros electrónicos de aire

Plantas de interior

Información clave acerca del filtrado del aire

Prevención de la contaminación de los ductos

Prevención del ingreso de suciedad al sistema:

Prevención del ingreso de humedad a los ductos de aire

Mohos

Los mohos y las normas y reglamentos relativos a la calidad del aire en espacios interiores

Consejos prácticos para la prevención de mohos

Sección III: Tratamiento de los problemas relacionados con la calidad del aire en espacios interiores

Identificación de problemas relacionados con la calidad del aire en espacios interiores

Medición de niveles de contaminación

Inspección detallada del edificio

Determinación de la humedad relativa

Medición de la temperatura de punto de rocío

Operación y mantenimiento de las instalaciones

Estrategias para responder a daños ocasionados por agua

Control de mohos

Introducción

Pautas para la eliminación de mohos

MÉTODOS DE LIMPIEZA

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (PPE)

CONTENCIÓN

Consejos prácticos de seguridad durante la eliminación de mohos

Toma de muestras de mohos

Información clave que hay que recordar sobre los mohos:

Limpieza de ductos de aire

Problemas sin resolver relacionados con la limpieza de ductos

Información clave acerca de la limpieza de ductos:

Cómo se determina que el trabajo está completo

Estrategias de comunicación

Comunicación con los ocupantes del edificio

Los mohos en las escuelas

Aspectos relativos a la responsabilidad legal

Sección IV: Seguridad

Equipo de protección personal

Protección de los ojos y la piel

Protección del sistema respiratorio

Protección mínima del sistema respiratorio

Protección limitada del sistema respiratorio

Protección completa del sistema respiratorio

Prendas de protección desechables

Contención

Contención limitada

Contención completa

Consejos prácticos relacionados con la contención

Bibliografía

Lista de Figuras

Figura 1. Mejoras que aporta el atomizador PuraClean® a la eficacia de los filtros

Figura 2. Tabla psicrométrica simplificada

Figura 3. Psicrómetro de eslinga

Figura 4. Líneas de una tabla psicrométrica correspondientes a la temperatura de bulbo seco

Figura 5. Líneas de una tabla psicrométrica correspondientes a la temperatura de bulbo húmedo

Figura 6. Líneas de una tabla psicrométrica correspondientes a la humedad relativa

Figura 7. Ejemplo de caso: Cómo determinar la humedad relativa

Figura 8. Líneas de una tabla psicrométrica correspondientes a la temperatura de punto de rocío

Lista de Tablas

Tabla 1. Tabla psicrométrico

Tabla 2. Limpieza de daños ocasionados por agua y prevención de mohos

Tabla 3. Pautas para eliminar el crecimiento de mohos en edificios provocado por agua limpia*

Tabla 4. Lista de comprobación posterior a la limpieza

PRÓLOGO

Índice de Contenidos

La información contenida en este curso tiene un propósito meramente didáctico. Únicamente técnicos especializados en servicios de refrigeración y aire acondicionado deben llevar a cabo los procedimientos aquí descritos. Este curso de capacitación no reemplaza ningún Manual de Usuario suministrado por el fabricante de los equipos.

Tome medidas de seguridad siempre que utilice los equipos. La utilización inapropiada de los equipos puede provocar explosiones y lesiones personales graves. Antes de poner en funcionamiento cualquier equipo por primera vez, lea siempre el Manual del Usuario completo proporcionado por el fabricante. Sea extremadamente precavido cuando trabaje con mohos, esporas y otros contaminantes presentes en el aire o en las superficies, ya que la inhalación de estos contaminantes del aire pueden provocar serios problemas de salud que pueden ser fatales. Nunca utilice un equipo de protección si no sabe cómo funciona o si no está en perfecto estado operativo. **Si los procedimientos descritos en este manual son diferentes a los indicados por el fabricante de un equipo en particular, deberán seguirse las instrucciones del fabricante del equipo.** En este caso también, el uso incorrecto de los equipos de seguridad o de protección puede provocar lesiones personales.

La información técnica y legal incluida en este libro se encuentra actualizada para la fecha de su publicación. Dado que las tecnologías avanzan y los reglamentos cambian con rapidez, no es posible dar ninguna garantía con respecto a la vigencia que tendrá esta información en el futuro. Para obtener información más reciente, visite en Internet la página del Organismo para la Protección del Medio Ambiente (Environmental Protection Agency, EPA) dedicada a la calidad del aire en espacios interiores, en la siguiente dirección: <http://www.epa.gov/iaq/>

Descargo de responsabilidad

Índice de Contenidos

Este manual tiene como objetivo servir como manual de formación para ayudar a los técnicos a aprobar con éxito el examen de certifica de Técnico en Calidad de Aire Interior de Mainstream (IAQ Tech).. El presente manual constituye el primer paso del proceso de capacitación; se exhorta a los técnicos a que obtengan información adicional por parte de departamento de salud local, los fabricantes de los equipos, el sitio Web del Organismo para la Protección del Medio Ambiente (Environmental Protection Agency, EPA) y la Asociación Estadounidense de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (American Association of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, ASHRAE). El manual no tiene por objeto enseñar cómo eliminar mohos o instalar, identificar y solucionar problemas, o reparar sistemas de refrigeración y aire acondicionado. Los técnicos de servicio experimentados observarán que una gran parte de la información sobre la calidad del aire en espacios interiores no es nueva, por cuanto la mayoría de los procedimientos utilizados para mantener las envolventes de los edificios limpias y secas se ha venido empleando desde hace años. Sin embargo, en vista de que las envolventes de los edificios actualmente son más herméticas, dichos procedimientos deben seguirse con mucha mayor diligencia.

Los usuarios de este manual deben conocer también información disponible que no se ha incluido aquí. El propósito es ofrecer un curso introductorio dedicado a la información básica de tipo práctico más necesaria, que pueda aplicarse fácilmente en el trabajo con los resultados más eficaces. Recomendamos al lector que obtenga información adicional de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (U.S. Occupational Safety and Health Administration, OSHA), la EPA y otros organismos citados al final del presente manual. Este manual debe ser el primer paso de un programa de capacitación continua. Por favor, visite nuestra página web en la dirección www.Qwik.com para obtener la última información sobre nuestros productos.

Este manual se mantiene en un estado de continua evolución y revisión, en parte porque las regulaciones de la EPA cambian y en parte porque se hacen modificaciones con base en la información y los comentarios que recibimos de técnicos que trabajan en el área. Si considera que hay secciones de este manual que necesitan alguna mejora, o que deben agregarse temas que en su opinión son importantes, escríbanos una breve carta y haremos lo procedente para que las mejoras que usted proponga se incorporen en ediciones futuras. En el pasado, hemos recibido comentarios y sugerencias muy útiles que nos han proporcionado técnicos de refrigeración, calefacción, ventilación y aire acondicionado que trabajan en el área y queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todos aquellos que nos han ayudado. Las sugerencias sobre cómo puede mejorarse este curso o cualquier otro producto de Mainstream serán siempre bienvenidas. Si tiene alguna sugerencia en relación directa con este curso, por favor escriba a Robert P. Scaringe, Ph.D., P.E., IAQ Tech

Certification Program, Mainstream Engineering Corporation, Pines Industrial Center, 200 Yellow Place, Rockledge, Florida 32955.

Mainstream Engineering Corporation no asume ninguna responsabilidad en relación con el uso de la información presentada en la presente publicación. Esta información se presenta únicamente con fines didácticos. A fin de operar de forma adecuada cualquier equipo, debe consultarse el Manual de Usuario proporcionado por el fabricante. **Este manual no tiene por objeto enseñar técnicas fundamentales ni prácticas de seguridad para trabajar con sistemas de refrigeración y aire acondicionado, así como tampoco técnicas para manejar los mohos ni prácticas seguras para eliminarlos. Antes bien, el propósito de este manual es advertir acerca de los problemas más importantes que acarrea el trabajo con estas sustancias y la manera cómo los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado pueden afectar la calidad del aire en espacios interiores. El contenido de este manual está dirigido a técnicos que poseen tanto la certificación de la Sección 608 aprobada por la EPA como la certificación de Técnico de Mantenimiento Preventivo Si todavía no dispone de estas certificaciones, por visite nuestra página web en la dirección www.qwik.com con objeto de obtener primero esta formación.**

Información sobre los exámenes de técnicas de servicio relativas a la calidad del aire en espacios interiores

Índice de Contenidos

En los últimos años, un número cada vez mayor de pruebas científicas indican que el aire dentro de los edificios puede estar mucho más contaminado que en el exterior. También es evidente que los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado son el mecanismo principal para acondicionar y limpiar el aire en edificios residenciales y comerciales. De esta manera, los desperfectos en estos sistemas son la principal causa de problemas en la calidad del aire en espacios interiores. (PIAQP-15) En un edificio construido de manera apropiada, el factor que más puede afectar la calidad y la pureza del aire en los espacios interiores es el sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado. **Por lo tanto, el técnico de equipos de calefacción, ventilación y aire acondicionado es la persona ideal para introducir mejoras en la calidad del aire en los espacios interiores de una estructura.** Es evidente que un técnico de equipos de calefacción, ventilación y aire acondicionado, con capacitación en materia de calidad del aire en espacios interiores, es la persona más adecuada para dar servicio, ajustar, inspeccionar y limpiar la red de ductos, los intercambiadores de calor, las bandejas de condensación, los humidificadores y ventiladores de un sistema de

calefacción, ventilación y aire acondicionado. Teniendo esto presente, se diseñó este programa de capacitación.

Este programa de capacitación y certificación se concibió para ayudar a fomentar los principios básicos necesarios para mejorar la calidad del aire acondicionado dentro de las edificaciones. La certificación está disponible únicamente en línea, en el sitio Web www.qwik.com.

Los exámenes de **certificación de Técnico de Calidad del Aire en Espacios Interiores** están compuestos por 25 preguntas. Los técnicos pueden presentar el examen de certificación tantas veces como sea necesario (la calificación para aprobar es de 84%, es decir, deben responderse correctamente 21 de las 25 preguntas). Los exámenes son a libro abierto y los técnicos tienen un máximo de tres horas para responder cada examen. Si tiene que volver a presentar el examen, la siguiente vez el banco de exámenes le presentará automáticamente un conjunto de preguntas diferentes.

La **certificación de Técnico de calidad del aire en espacios interiores** es necesaria para poder ofrecer a sus clientes los beneficios de garantía total de los productos QwikProduct™ de Mainstream. Los tres niveles de certificación de Técnico de calidad del aire en espacios interiores son **Aprendiz, Jornalero ("Journeyman") y Maestro**. Como requisito para poder obtener una certificación de Mainstream de Técnico de calidad del aire en espacios interiores, el técnico debe haber obtenido antes una certificación EPA 608 de un organismo de certificación autorizado por la EPA, como por ejemplo Mainstream.

El examen de certificación de Técnico de calidad del aire en espacios interiores está disponible en línea. Usted puede responder el examen en línea cuando se encuentre listo para hacerlo. El examen está compuesto por 25 preguntas sobre la calidad del aire en espacios interiores y el uso apropiado de los productos QwikProduct™ para mejorar la calidad del aire en espacios interiores.

Mainstream se reserva el derecho de revocar la certificación de Técnico de calidad del aire en espacios interiores otorgada a cualquier persona, en cualquier momento y sin notificación previa, ya sea por un número excesivo de quejas de los clientes, prácticas de servicio ilegales o poco éticas, incumplimiento de los requisitos profesionales de Mainstream o cualquier otra razón que los empleados de Mainstream estimen conveniente. Mainstream no tiene ninguna obligación legal de revelar la causa por la que revoca una certificación.

Niveles de certificación de los técnicos de calidad del aire en espacios interiores

[Índice de Contenidos](#)

Técnico aprendiz de calidad del aire en espacios interiores

[Índice de Contenidos](#)

Los requisitos para obtener esta certificación son los siguientes:

- a) Haber obtenido una certificación de la Sección 608 de la EPA de Mainstream o de otra organización de certificación aprobada por la EPA.
- b) Aprobar el examen en línea de certificación como Técnico de calidad del aire en espacios interiores con una calificación mínima de 84%.

Puede ser necesario presentar documentación que demuestre que tiene la certificación de la EPA en caso de que Mainstream no disponga de tal documentación. Si usted aprueba el examen y en la pantalla aparece indicada como situación del examen "APROBADO" ("PASSED"), deberá proporcionar a Mainstream una prueba de su certificación de la Sección 608.

Técnico jornalero (journeyman) de calidad del aire en espacios interiores

[Índice de Contenidos](#)

Obtener esta certificación, debe cumplir todos los requisitos de la certificación de Aprendiz (arriba indicados), más una experiencia demostrable de cinco años en el oficio de la refrigeración, calefacción, ventilación y aire acondicionado. Sin embargo, si usted tiene la certificación de Técnico jornalero en mantenimiento preventivo, obtendrá automáticamente también la certificación de Jornalero de calidad del aire en espacios interiores.

Técnico maestro de calidad del aire en espacios interiores

Índice de Contenidos

Para obtener esta certificación, debe cumplir todos los requisitos de la certificación de Aprendiz (arriba indicados), más una experiencia demostrable de 10 años en el oficio de la refrigeración, calefacción, ventilación y aire acondicionado. Sin embargo, si usted tiene la certificación de Técnico maestro en mantenimiento preventivo, obtendrá automáticamente también la certificación de Maestro de calidad del aire en espacios interiores.

Definiciones

Índice de Contenidos

Alérgeno	Sustancia (como por ejemplo ácaros, moho o esporas de moho) susceptible de causar una reacción alérgica.
APR	Siglas en inglés de "respirador purificador de aire" (air purifying respirator).
ASTM	Siglas en inglés de la Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales (American Society for Testing and Materials).
Biocida	Sustancia química que mata organismos tales como los mohos.
Ocupantes del edificio	Término con el que se describe a las personas que pasan períodos prolongados de tiempo en el edificio. Los clientes y los visitantes también son ocupantes; sus niveles de tolerancia y expectativas pueden ser diferentes de los de las personas que pasan todo el día en el edificio y es probable que sean más sensibles a los olores.
Enfermedad relacionada con el edificio	Enfermedad provocada por la exposición al aire del edificio, cuyos síntomas de enfermedad diagnosticables han sido identificados (por ejemplo, determinadas alergias o infecciones) y pueden atribuirse directamente a agentes ambientales presentes en el aire. La legionelosis (enfermedad de

	los legionarios) y la neumonitis hipersensible son ejemplos de enfermedades relacionadas con el edificio que pueden tener consecuencias muy graves, incluso fatales.
Punto de rocío	Cuando el aire se enfría gradualmente mientras se mantiene el contenido de humedad constante, la humedad relativa aumenta hasta alcanzar el 100%. Esta temperatura, a la que el contenido de humedad en el aire saturará el aire, se denomina "punto de rocío". Si el aire se enfría aun más, parte de la humedad se condensará.
Temperatura de bulbo seco	Temperatura del aire medida con un termopar seco o un termómetro de bulbo seco. Las temperaturas de bulbo seco y de bulbo húmedo pueden utilizarse en combinación para determinar la humedad relativa.
EPA	Siglas en inglés del Organismo para la Protección del Medio Ambiente (Environmental Protection Agency).
Hongos	Los hongos son organismos que no son ni animales ni plantas, y están clasificados en un reino aparte. El reino de los hongos incluye los mohos, las levaduras, las setas y los bejines ("puffballs"). En el presente documento, los términos hongos y mohos se utilizan indistintamente. Los mohos se reproducen mediante esporas. Las esporas de los mohos son llevadas continuamente por el aire en espacios interiores y exteriores. Cuando las esporas de los mohos aterrizan en un lugar húmedo ubicado en un espacio interior, pueden comenzar a crecer y a digerir cualquier cosa sobre la que estén creciendo. Los mohos pueden crecer prácticamente sobre cualquier sustancia orgánica, siempre que cuenten con humedad y oxígeno. Se calcula que existen más de 1.5 millones de especies de hongos.
Fungicida	Sustancia química que mata a los hongos.
Filtro HEPA	Filtro de alta eficiencia para partículas aéreas (High-Efficiency Particulate Air).
Hipersensibilidad	Sensibilidad excesiva.
Humedad	Vapor de agua presente en el aire atmosférico.

Porcentaje de humedad	Denominado también "humedad específica", se refiere a la cantidad de agua en libras contenida en una libra de aire seco.
IAQ	Siglas en inglés que significan "calidad del aire en espacios interiores" ("Indoor Air Quality").
MERV	Siglas en inglés que significan "valor de eficiencia mínimo informado" (Minimum Efficiency Reporting Value).
Mohos	Los mohos constituyen un grupo de organismos que pertenecen al reino de los hongos. En el presente documento, los términos hongos y mohos se utilizan indistintamente. Existen más de 20,000 especies de mohos.
mVOC	Siglas en inglés de "compuesto orgánico volátil microbiano" ("microbial volatile organic compound"), una sustancia química que producen los mohos y que puede tener un olor mohoso o rancio.
NIOSH	Siglas en inglés del Instituto Nacional para la Seguridad y la Salud Ocupacional (National Institute for Occupational Safety and Health).
NFPA	Siglas en inglés de la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (National Fire Protection Association).
OSHA	Siglas en inglés de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (Occupational Safety and Health Administration).
PAPR	Siglas en inglés de "respirador purificador de aire alimentado" ("powered air purifying respirator").
PPE	Siglas en inglés de "equipo de protección personal" ("Personal Protective Equipment").
Humedad relativa	Relación entre la cantidad de agua que contiene el aire en un momento dado y la cantidad máxima de agua que puede contener el aire si estuviese saturado.
Remediar	Resolver un problema.
Sensibilización	Hipersensibilidad a un alérgeno causada por una exposición única o repetida de la persona al

	alérgeno.
Esporas	Forma de reproducción de los mohos. Las esporas son microscópicas; varían en forma y tamaño (entre 2 y 100 micras). Las esporas se desplazan de varias maneras: pueden dejarse transportar pasivamente (por una ráfaga de aire o una gota de agua), pueden ser perturbadas mecánicamente (por una persona o animal que pase junto a ellas) o el moho puede descargarlas de forma activa (por lo general, en condiciones de elevada humedad).
Efecto chimenea	Flujo impulsado por la presión, producido por la convección (tendencia a ascender del aire caliente).
UL	Siglas de Underwriters Laboratories.
Temperatura de bulbo húmedo	Temperatura del aire medida con un termopar húmedo o un termómetro de bulbo húmedo. Las temperaturas de bulbo seco y de bulbo húmedo pueden utilizarse en combinación para determinar la humedad relativa.

Sección I: Conceptos básicos relacionados con la calidad del aire en espacios interiores

[Índice de Contenidos](#)

Introducción

[Índice de Contenidos](#)

En los últimos años, un número cada vez mayor de pruebas científicas indican que el aire dentro de los edificios puede estar mucho más contaminado que en el exterior de incluso las ciudades más grandes e industrializadas. Las investigaciones llevadas a cabo indican que las personas pasan aproximadamente 90% de su tiempo en espacios interiores. Por lo tanto, muchas de ellas pueden tener mayores riesgos para su salud debido a la exposición a la contaminación del aire en espacios interiores en comparación con aquellas expuestas a la contaminación en espacios exteriores.

Además, las personas que pueden estar expuestas a contaminantes del aire en espacios interiores durante períodos mayores con frecuencia son también las más susceptibles a los efectos de la contaminación del aire de estos espacios. Entre las personas más susceptibles se encuentran los niños, las personas mayores y los enfermos crónicos, especialmente aquellos que padecen enfermedades respiratorias o cardiovasculares.

El asma afecta a casi 20 millones de estadounidenses, entre ellos a 6.3 millones de niños. (PIAQMD-1) Desde 1980, el mayor aumento de casos de asma se presenta en niños menores de cinco años. En el año 2000, se atendieron casi dos millones de casos en las salas de emergencia y se produjeron casi 500 mil hospitalizaciones por asma, con un costo de casi dos mil millones de dólares y dando lugar a 14 millones de días de inasistencia escolar cada año.

Las fuentes de contaminación en espacios interiores que liberan gases o partículas en el aire constituyen la principal causa de problemas de calidad del aire en espacios interiores en los edificios. Una ventilación inadecuada puede aumentar los niveles de contaminación en espacios interiores, al no ingresar suficiente aire del exterior para diluir las emisiones de las fuentes de contaminación interiores y no expulsar fuera del edificio los contaminantes del aire de los espacios interiores. Los niveles elevados de humedad y temperatura también pueden hacer que aumenten las concentraciones de algunos contaminantes.

Fuentes de contaminación

Índice de Contenidos

Introducción

(PIAQP-1) En cualquier edificio existen numerosas fuentes de contaminación del aire en espacios interiores. Entre ellas cabe mencionar fuentes combustibles tales como el aceite, el gas, el queroseno, el carbón, la madera y los productos de tabaco; los materiales de construcción y mobiliario, tan diversos como deteriorados, los aislantes que contienen asbesto, las alfombras mojadas o húmedas, y los muebles y gabinetes fabricados con determinados productos de madera prensada; los productos de limpieza y mantenimiento, cuidado personal o hobbies; los sistemas centrales de calefacción o aire acondicionado y los dispositivos humidificadores, así como las fuentes externas como el radón, los pesticidas y la contaminación del aire exterior.

La importancia relativa de cualquier fuente en particular depende de la cantidad del contaminante que emana y de cuán peligrosas sean esas emanaciones. En algunos casos, son importantes factores tales como la antigüedad de la fuente y si recibe un mantenimiento adecuado. Por ejemplo, una cocina de gas mal ajustada puede emitir mucho más monóxido de carbono que una que esté bien ajustada.

Algunas fuentes, como los materiales de construcción, el mobiliario y los productos como los ambientadores, los aceites y las velas aromáticas pueden emitir contaminantes de modo más o menos continuo. En cambio, otras fuentes relacionadas con las actividades que se llevan a cabo en el edificio emanan contaminantes de forma intermitente. Entre estas actividades se encuentran: fumar; utilizar cocinas, incineradores o calefactores que funcionan mal o no tienen ventilación; usar solventes para limpieza o hobbies; utilizar removedores de pintura para redecorar y usar productos de limpieza y pesticidas en las labores de mantenimiento. Una vez finalizadas algunas de estas actividades, pueden permanecer en el aire niveles elevados de contaminantes durante largos periodos.

Factores que afectan la calidad del aire en espacios interiores

(PIAQP-2) Estudios recientes llevados a cabo por la EPA han determinado que la contaminación del aire en espacios interiores constituye uno de los mayores peligros ambientales que amenaza la salud del país. Con el progreso alcanzado por la tecnología moderna, el número y los tipos de contaminantes que se liberan en el aire en espacios interiores han aumentado drásticamente.

El ambiente de los espacios interiores de cualquier edificio es el resultado de la interacción entre el lugar, el clima, el sistema del edificio (el diseño original y las modificaciones posteriores de la estructura y los sistemas mecánicos), las técnicas de construcción, las fuentes de contaminación (materiales de construcción y mobiliario, humedad, procesos y actividades dentro del edificio, y fuentes externas) y los ocupantes del edificio.

La aparición de problemas de calidad del aire en espacios interiores guarda relación con cuatro factores:

- 1. Fuente:** Existe una fuente de contaminación o incomodidad en el interior, en el exterior o en los sistemas mecánicos del edificio.
- 2. Sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado:** Los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado no pueden controlar los contaminantes presentes en el aire y garantizar la comodidad térmica (condiciones de temperatura y humedad cómodas para la mayoría de los ocupantes).
- 3. Distribución:** Una o varias rutas de contaminación comunican la fuente de contaminación con los ocupantes y existe una fuerza impulsora que desplaza a los contaminantes a lo largo de la(s) ruta(s).
- 4. Ocupantes:** El edificio tiene ocupantes presentes.

Es importante comprender el papel que puede desempeñar cada uno de estos factores, a fin de evitar, investigar y resolver los problemas de calidad del aire en espacios interiores.

Fuentes de contaminación del aire en espacios interiores

Los contaminantes del aire en espacios interiores pueden originarse dentro del edificio o pueden ingresar a él desde el exterior. **Si no se controlan las fuentes de contaminantes, pueden surgir problemas de calidad del aire en espacios interiores, aun cuando los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado estén bien diseñados y reciban un mantenimiento adecuado.**

Puede resultar útil clasificar las fuentes de contaminación de acuerdo con las siguientes categorías. Los ejemplos que se incluyen en cada categoría no pretenden ser una lista completa de todas las fuentes posibles.

Fuentes: externas al edificio

Aire exterior contaminado

- ▶ polen, polvo, esporas de hongos
- ▶ contaminantes industriales
- ▶ gases de combustión de los vehículos en general

Emisiones provenientes de fuentes cercanas

- ▶ gases de combustión de vehículos en las calles, los estacionamientos, talleres mecánicos y muelles de carga situados en los alrededores
- ▶ olores provenientes de los contenedores de basura o desechos
- ▶ gases de combustión que reingresan al edificio (son arrastrados de vuelta al edificio) provenientes del mismo edificio o de otros edificios cercanos
- ▶ desechos antihigiénicos situados cerca de una toma de aire exterior

Gases del suelo

- ▶ radón
- ▶ escapes de tanques subterráneos de combustible
- ▶ contaminantes de usos anteriores del lugar (por ejemplo, vertederos de basura) - pesticidas

Humedad o aguas estancadas en el exterior, que fomentan un crecimiento microbiano excesivo

- ▶ tejados después de la lluvia
- ▶ acumulación de agua en la salida de la tubería de desagüe del agua condensada
- ▶ espacios de acceso a las tuberías o conexiones eléctricas del edificio

Fuentes en los equipos

Sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado

- ▶ polvo o suciedad en las instalaciones de ductos o en otros componentes
- ▶ crecimiento microbiológico en las bandejas de condensación, los humidificadores, los ductos, los serpentines, etc.
- ▶ utilización incorrecta de biocidas, selladores o compuestos de limpieza
- ▶ ventilación inadecuada de productos de combustión
- ▶ escapes de refrigerantes

Equipos que no son de calefacción, ventilación o aire acondicionado

- ▶ emisiones de los equipos de oficina (compuestos orgánicos volátiles, ozono) - suministros
- ▶ emisiones de los talleres, cocinas, baños, laboratorios, procesos de limpieza
- ▶ motores de ascensores y otros sistemas mecánicos

Fuentes asociadas a las actividades humanas

Actividades personales

- ▶ fumar
- ▶ olores corporales
- ▶ olores de productos cosméticos

Actividades de limpieza

- ▶ materiales y procedimientos de limpieza
- ▶ emisiones procedentes de suministros o desechos almacenados
- ▶ utilización de desodorantes, velas y fragancias
- ▶ suciedad o polvo transportados por el aire

Actividades de mantenimiento

- ▶ microorganismos presentes en la humedad debido a un mantenimiento deficiente de las torres de enfriamiento
- ▶ suciedad o polvo transportados por el aire
- ▶ compuestos orgánicos volátiles provenientes de pinturas, trabajos de calafateado, adhesivos y otros productos
- ▶ pesticidas utilizados en actividades de control de insectos y roedores
- ▶ emisiones provenientes de suministros almacenados

Fuentes asociadas a los componentes y el mobiliario del edificio

Lugares donde se producen o acumulan fibras o polvo

- ▶ superficies texturizadas como las alfombras, cortinas y otros textiles
- ▶ estanterías abiertas
- ▶ mobiliario viejo o deteriorado
- ▶ materiales que contienen asbesto deteriorado

Condiciones antihigiénicas y daños por agua

- ▶ crecimiento microbiológico en mobiliario sucio o dañado por agua
- ▶ crecimiento microbiológico sobre o en el interior de ductos de aire húmedos
- ▶ aguas estancadas debido a drenajes obstruidos o mal diseñados
- ▶ aguas estancadas a causa de humidificadores mal instalados
- ▶ sifones secos que permiten el paso de gases del alcantarillado

Sustancias químicas emanadas de los componentes o el mobiliario del edificio
compuestos volátiles orgánicos o inorgánicos

Otras fuentes

Accidentes

- ▶ derrames de agua u otros líquidos
- ▶ crecimiento microbiológico causado por inundaciones o fugas de los tejados y de las tuberías
- ▶ daños por fuego

Áreas de uso especial y edificios de uso mixto

- ▶ salas para fumar
- ▶ laboratorios
- ▶ talleres de impresión, aulas de arte
- ▶ gimnasios
- ▶ salones de belleza
- ▶ áreas donde se preparan alimentos

Actividades de reparación, remodelación y redecoración

- ▶ emisiones de los mobiliarios nuevos
- ▶ polvo y fibras procedentes de actividades de demolición
- ▶ olores y compuestos volátiles orgánicos o inorgánicos procedentes de pinturas, actividades de calafateado, adhesivos, etc.
- ▶ contaminantes microbiológicos procedentes de actividades de demolición o remodelación

Con frecuencia, el aire en espacios interiores contiene una variedad de contaminantes cuyos niveles se encuentran muy por encima de las normas y pautas relativas a los límites de exposición profesional a contaminantes. Con base en nuestros

conocimientos actuales, es difícil establecer una relación entre las quejas sobre determinadas consecuencias para la salud y la exposición a concentraciones específicas de contaminantes, en especial dado que las exposiciones significativas pueden ser a niveles bajos de mezclas de contaminantes.

Diseño y funcionamiento de los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado

Índice de Contenidos

Los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado comprenden todos los equipos de este tipo instalados en un edificio: incineradores o calderas, enfriadores, torres de enfriamiento, unidades de gestión de aire, ventiladores de extracción, instalaciones de ductos, filtros, tuberías de vapor (o de agua caliente). La mayor parte de lo que se dice en este curso sobre los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado se refiere a los sistemas centrales de calefacción, ventilación y aire acondicionado.

Un sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado bien diseñado proporciona comodidad térmica (enfriamiento y deshumidificación o calefacción y humidificación) y filtra el aire. Además, los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado comerciales también distribuyen cantidades adecuadas de aire exterior como para satisfacer las necesidades de ventilación de todos los ocupantes del edificio y aislar y eliminar los olores y contaminantes (mediante el control de la presión y ventiladores de extracción).

Comodidad térmica

Una serie de variables intervienen a la hora de determinar si las personas se sienten cómodas con la temperatura del aire en espacios interiores. El nivel de actividad, la edad y la fisiología de cada persona afectan los requisitos de comodidad térmica de esa persona.

La uniformidad de la temperatura es importante para la comodidad. Cuando en las habitaciones que tienen una sola área, las necesidades de calefacción y de enfriamiento cambian a velocidades diferentes, aquellas habitaciones que compartan un mismo termostato pueden tener temperaturas diferentes. La estratificación de la temperatura es un problema frecuente causado por la convección, es decir la tendencia que tiene el aire caliente y ligero a ascender, en comparación con el aire más frío y pesado que tiende a bajar. Si el sistema de ventilación no mezcla bien el aire, la temperatura cerca del techo puede ser varios grados más cálida que en el nivel del suelo. Aun cuando el aire se mezcle bien, los suelos sin aislar sobre espacios que no

tienen aire acondicionado pueden crear problemas de humedad y de incomodidad en algunas zonas climáticas. También pueden ocurrir fluctuaciones grandes de la temperatura en espacios interiores si los controles tienen una banda muerta amplia (es decir, un rango de temperaturas en el que no hay calefacción ni enfriamiento). Algunas soluciones sencillas para estos problemas consisten en ajustar la banda muerta de los termostatos o cambiarlos por termostatos que tengan una banda muerta más estrecha o un algoritmo de control mejorado que anticipa variaciones, como por ejemplo un controlador PID (Proporcional Integral Derivativo). La instalación de un deshumidificador a un sistema de aire acondicionado central puede proporcionar humedad reducida

La transferencia de calor radiante puede hacer que las personas ubicadas cerca de superficies muy calientes o muy frías se sientan incómodas aun cuando el termostato y la temperatura medida del aire se encuentren dentro del rango de comodidad. A veces, los edificios con grandes áreas de ventanas tienen problemas graves de incomodidad térmica, debido a las pérdidas y ganancias de calor radiante. Los lugares de donde provienen normalmente las quejas pueden cambiar a lo largo del día, a medida que cambia el ángulo de la radiación solar. Las superficies verticales grandes también pueden producir flujos importantes de convección natural, lo que hace que las personas se quejen de las corrientes. Añadir aislamiento a las paredes ayuda a moderar la temperatura de las superficies de las paredes interiores. Cerrar las cortinas reduce el calor que produce la luz solar y aísla a los ocupantes del edificio de la exposición a las superficies de las ventanas (las cuales, si no están aisladas, pueden estar mucho más calientes o más frías que las paredes).

La humedad también desempeña un papel importante para la comodidad térmica. Elevar la humedad relativa inhibe la capacidad de perder calor a través de la transpiración y la evaporación, de modo que tiene un efecto similar al que produce elevar la temperatura. Los niveles extremos de humedad también pueden dar lugar a otros problemas de calidad del aire en espacios interiores. La humedad relativa excesivamente alta o baja puede producir incomodidad; además, la humedad relativa alta puede propiciar el crecimiento de mohos. (PIAQT-1) Para evitar la aparición de mohos, la humedad relativa debe ser inferior a 55% en todas las áreas del edificio.

Rutas que siguen los contaminantes y fuerzas impulsoras

Índice de Contenidos

Los patrones de flujo de aire dentro de los edificios son el resultado de la acción combinada de los sistemas de ventilación mecánica, la actividad humana y las fuerzas naturales. Las diferencias de presión que estas fuerzas crean mueven los contaminantes que se desplazan junto con el aire desde las áreas de relativamente mayor presión relativa a las áreas de relativamente menor presión a través de cualquier abertura disponible.

Por lo general, los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado constituyen la principal ruta y la fuerza impulsora del movimiento del aire dentro de los edificios. Sin embargo, todos los componentes del edificio (paredes, techos, suelos, entradas, equipos de calefacción, ventilación y aire acondicionado y ocupantes) interactúan e inciden sobre la distribución de los contaminantes. Por ejemplo, a medida que el aire se desplaza desde los registros de suministro o difusores de vuelta a las rejillas de ventilación, los tabiques, las paredes y el mobiliario lo desvían, y las aberturas le proporcionan rutas para su movimiento y lo redirigen. El movimiento de las personas por el edificio también tiene un efecto significativo sobre el movimiento de los contaminantes. Algunas de las rutas cambian cuando se abren o se cierran las puertas y ventanas. Es muy conveniente pensar en términos del edificio completo: las habitaciones y las vías de conexión (por ejemplo, los pasillos, las escaleras, los fosos de los ascensores), como parte de un sistema de distribución de aire.

Las fuerzas naturales ejercen una influencia importante en el movimiento del aire entre las distintas zonas interiores del edificio, así como entre el interior y el exterior del mismo. (PIAQP-3) Tanto el efecto chimenea como el viento pueden sobrecargar el sistema mecánico de un edificio y provocar trastornos en la circulación y la ventilación del aire, en especial si la envolvente del edificio tiene muchas fugas.

El efecto chimenea es el flujo impulsado por la presión, producido por la convección natural (tendencia a ascender del aire caliente). El efecto chimenea se produce siempre que existe una diferencia entre la temperatura interior y la exterior, y se hace mayor a medida que aumenta la diferencia entre ambas temperaturas. A medida que el aire escapa de los niveles superiores del edificio, el aire del interior asciende de los pisos más bajos a los más altos, y el aire del exterior es atraído al interior del edificio a través de las aberturas existentes en los niveles inferiores. El flujo de aire resultante puede transportar contaminantes de un piso a otro, a través de los fosos de las escaleras y de los ascensores, los ductos de servicio y otras aberturas. El efecto chimenea puede ser tan fuerte como para evitar que se cierren las puertas de la planta baja, que se ven impulsadas hacia adentro por el aire de reemplazo que ingresa al edificio.

Los efectos del viento son transitorios y crean áreas locales de presión alta (en la dirección desde donde viene el viento) y de presión baja (en la dirección hacia donde

sopla el viento) en el edificio. Dependiendo de las aberturas de fuga que tenga el edificio hacia el exterior, el viento puede influir sobre las relaciones de presión dentro de las habitaciones y entre una habitación y otra.

El principio básico del movimiento del aire desde las áreas de mayor presión hacia las áreas de presión relativamente menor puede producir numerosos patrones de distribución de los contaminantes. El aire se desplaza de las áreas de mayor presión a las áreas de menor presión a través de cualquier abertura disponible. Una grieta o un agujero pequeños pueden dejar pasar un volumen significativo de aire si los diferenciales de presión son lo suficientemente elevados (lo que puede ser muy difícil de evaluar).

Aun cuando el edificio entero se mantenga bajo una presión positiva, siempre existe algún lugar (por ejemplo, la entrada de aire exterior) que se encuentra bajo una presión negativa en comparación con el exterior. El ingreso de contaminantes puede ser intermitente y ocurrir únicamente cuando el viento sople desde una dirección en particular. La interacción entre las rutas de los contaminantes y las fuerzas impulsoras variables o intermitentes puede hacer que una sola fuente de contaminación cause quejas relacionadas con la calidad del aire en espacios interiores en áreas del edificio que se encuentran distantes entre sí y con respecto a la fuente.

Ventilación

Si entra muy poco aire exterior en el edificio, los contaminantes pueden acumularse hasta alcanzar niveles que supongan problemas de incomodidad y riesgos para la salud. Salvo en los casos en los que los edificios incorporan dispositivos de ventilación mecánicos especiales, normalmente los edificios se diseñan y construyen de modo tal de reducir al mínimo el volumen de aire exterior que puede "colarse" en el edificio. Mientras más hermético sea un edificio, mayores serán los niveles de contaminantes en su interior, en comparación con los edificios en los que ingresa un mayor volumen de aire del exterior.

El aire del exterior entra y sale de un edificio a través de la infiltración, la ventilación natural y la ventilación mecánica. En el proceso conocido como infiltración, el aire del exterior ingresa al edificio a través de aberturas, juntas y grietas en las paredes, los suelos y los techos, así como alrededor de las puertas y ventanas. Cuando la ventilación es natural, el aire ingresa a través de las puertas y ventanas abiertas. El movimiento del aire asociado con la infiltración y la ventilación natural es producto de las diferencias entre la temperatura interior y la exterior, así como también del viento. Por último, existe una serie de dispositivos de ventilación mecánica, desde los ventiladores de extracción que sacan de forma intermitente el aire de una sola habitación, como por ejemplo los baños o la cocina, hasta los sistemas de gestión de aire que utilizan ventiladores y ductos para extraer continuamente el aire de los espacios interiores y distribuir aire del exterior filtrado y acondicionado entre diversos puntos estratégicos ubicados en distintos lugares del edificio. (PIAQD-11) La velocidad a la que el aire del exterior sustituye el aire de los espacios interiores se denomina *tasa de intercambio de aire*. Cuando hay muy poca infiltración, ventilación natural o

ventilación mecánica, la tasa de intercambio de aire es baja y pueden aumentar los niveles de contaminación.

Tipos de instalaciones de ductos

Mientras la mayoría de los ductos de aire se fabrican de láminas de metal, los sistemas residenciales más modernos de ductos de aire se fabrican de fibra de vidrio o de láminas de metal con un revestimiento interior de fibra de vidrio. Desde principios de los años 70, la utilización de ductos flexibles ha experimentado un aumento significativo. Los ductos flexibles normalmente tienen un revestimiento interior de plástico o de otro tipo de material. El aislamiento interno proporciona un mejor control del ruido. Los ductos flexibles tienen un costo muy bajo. Estos productos se diseñan específicamente para su utilización en la fabricación de ductos o como ductos propiamente dichos, y se someten a pruebas según las normas establecidas por Underwriters Laboratories (UL), la Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales (American Society for Testing and Materials, ASTM) y la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (National Fire Protection Association, NFPA).

Muchos sistemas de ductos aislados han estado en funcionamiento durante años sin evidenciar un crecimiento significativo de mohos. Por lo general, es suficiente con mantenerlos razonablemente limpios y secos. Sin embargo, existe un debate importante en torno a si los materiales aislantes porosos (como, por ejemplo, la fibra de vidrio) son más propensos a la contaminación microbiana que los ductos hechos con láminas de metal desnudo. Si se permite que ingrese suficiente suciedad y humedad al sistema de ductos, puede que no haya una gran diferencia en la velocidad o la magnitud del crecimiento microbiano entre los ductos de metal desnudo y los ductos de metal que tienen revestimiento interior. Sin embargo, el tratamiento de la contaminación por mohos es mucho más fácil en los ductos de metal desnudo. (PIAQT-2) **Una vez que el revestimiento de fibra de vidrio de un ducto se contamina con moho, no basta limpiarlo para evitar que el moho vuelva a crecer, y no existen biocidas registrados en la EPA para limpiar los materiales porosos utilizados en la fabricación de ductos. Estamos de acuerdo con la EPA en que en estos casos hace falta reemplazar el material de fibra de vidrio del ducto que está húmedo o tiene moho. También recomendamos que se trate la parte del ducto que va a colocarse, así como las áreas adyacentes, con el sellador con biocida para ductos porosos QwikTreat™ Porous Duct Sealant with Biocide.**

(PIAQP-4) Obviamente, todos los expertos están de acuerdo en que no debe haber humedad presente en los ductos y en que, cuando hay humedad presente, existe la posibilidad de que contaminantes biológicos crezcan y se propaguen por todo el edificio. Controlar la humedad es la única manera eficaz de evitar el crecimiento biológico en cualquier tipo de ductos de aire. (PIAQP-5)

Estrategias para evitar el crecimiento biológico en los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado

- ▶ Corregir las fugas y los estancamientos de agua.

- ▶ Eliminar las aguas estancadas debajo de los serpentines de enfriamiento de las unidades de gestión de aire, garantizando que las bandejas de drenaje estén inclinadas hacia el alcantarillado. Use siempre una tableta de nitrato de peroxiacetilo para evitar los depósitos de óxidos que pueden atascar una línea de drenaje condensada. Considere la instalación de un dispensador de tabletas de nitrato de peroxiacetilo de forma que el propietario del equipo pueda añadir las mismas siempre que lo necesite.
- ▶ Si se utilizan humidificadores, éstos deben recibir un mantenimiento adecuado. Utilizar siempre una pastilla de QwikTreat™ **Pan Tablet** para evitar que se acumulen depósitos que puedan obstruir una línea de drenaje de condensación. Estudie la posibilidad de instalar un dispensador de pastillas QwikTreat **Condensate Line Tablet Dispenser**, de modo tal que el propietario del equipo pueda agregar las pastillas QwikTreat a medida que sea necesario.
- ▶ Deben instalarse unidades de gestión de aire para tener un acceso fácil y directo a los componentes del intercambiador de calor y las bandejas de drenaje, lo que permite llevar a cabo las labores de limpieza y mantenimiento apropiadas.
- ▶ Retirar y reemplazar el aislamiento de fibra de vidrio, los tableros de los ductos y cualquier otro material poroso que esté mojado o visiblemente mohoso (o si tiene un olor inaceptable).
- ▶ Ningún tipo de instalación de ductos debe limpiarse con vapor ni utilizando ningún otro método que acarree humedad.

Mohos

Índice de Contenidos

Introducción

Los mohos producen pequeñas esporas para reproducirse. Las esporas de los mohos son llevadas continuamente por el aire en espacios interiores y exteriores. Cuando las esporas de los mohos aterrizan en un lugar húmedo ubicado en un espacio interior, pueden comenzar a crecer y a digerir cualquier cosa sobre la que estén creciendo a fin de sobrevivir. Hay mohos que pueden crecer sobre madera, papel, alfombras o alimentos. Cuando en un espacio interior se acumula un exceso de humedad, ocurre una proliferación de mohos, en especial si el problema de humedad no es detectado o permanece ignorado. No existe ningún método práctico para eliminar todos los mohos y las esporas de mohos del ambiente de un espacio interior; (|PIAQP-6)**la única manera de controlar el crecimiento de mohos es controlar la humedad.**

La clave para controlar los mohos es controlar la humedad. (|PIAQT-3)Es fundamental secar las áreas y los objetos dañados por agua **dentro de un plazo de 24-48 horas, a fin de evitar el crecimiento de mohos.** Si se presenta un problema de mohos en un edificio, extraiga el moho, los materiales mojados y el exceso de agua.

Arregle las tuberías que dejen escapar agua y las demás fuentes de agua. (PIAQMS-1) Limpie y mate el moho de las superficies duras con el limpiador de superficies duras (para ello, siga las instrucciones que aparecen en la etiqueta). (PIAQT-4) Los materiales absorbentes (es decir, porosos, como por ejemplo los aislamientos de fibra de vidrio, los tableros de los ductos de fibra, las planchas del techo y las alfombras) que se hayan mojado o estén enmohecidas deben reemplazarse.

Moho negro

(PIAQM-1) El moho negro, conocido también como **Stachybotrys Chartarum (atra)**, es un hongo de color negro verdoso que se encuentra en el mundo entero y coloniza especialmente bien materiales con alto contenido de celulosa, como la paja, el heno, las hojas húmedas, la tablarroca ("drywall"), las alfombras, el papel tapiz, los tableros de fibra, las planchas de techo, los aislantes térmicos, etc. Antes de morir y secarse, el moho negro (**Stachybotrys Chartarum**) es húmedo y ligeramente viscoso al tacto. Existen aproximadamente 15 especies de Stachybotrys en todo el mundo.

(PIAQM-2) **Este moho tóxico crece en áreas en las que la humedad relativa es superior al 55%.** Este tipo de hongo no crece sobre plástico, vinilo, productos de concreto ni baldosas de cerámica. **No se encuentra en el moho verde del pan ni en el moho negro que crece en las baldosas de cerámica de las duchas.** El riesgo ambiental del moho tóxico puede ser uno de los principales problemas de "diligencia debida" en las propiedades inmobiliarias, en especial en aquellas áreas de desarrollo inmobiliario en las que haya ocurrido una inundación grave.

El problema es que este moho puede encontrarse no sólo en las áreas que hayan sufrido una inundación, sino también en áreas expuestas a numerosas descargas poco importantes de agua como consecuencia de fallas de plomería, sobrecarga de condensación, condensación proveniente de las líneas de agua o de refrigerante fríos, escapes de agua y derrames accidentales de agua que no se hayan limpiado dentro de un plazo de 48 horas. Este moho tóxico también puede ser un problema en aquellos lugares donde haya ocurrido un incendio, debido a la gran cantidad de agua que normalmente se utiliza para apagar un incendio en un edificio.

(PIAQM-3) Es importante tener presente que los mohos representan un riesgo o peligro tóxico únicamente si la persona respira o entra en contacto con el moho o las esporas. Los mohos húmedos no son un riesgo para la salud asociado a la calidad del aire en espacios interiores, aunque hay grandes posibilidades de que el moho se seque y entonces llegue al aire.

Detección visual de mohos

Puede haber signos visibles de moho negro en un área dañada por agua, aunque debe tenerse presente que pueden existir daños por agua y mohos en áreas que no sean visibles (por ejemplo, en el interior de una pared de tablarroca ["drywall"] o debajo de alfombras elaboradas con fibras orgánicas). (PIAQM-4) Uno debe sospechar de mohos ocultos si el edificio huele mohoso, aun cuando la fuente del olor no sea visible, o si ha ocurrido un daño por agua y los residentes informan tener problemas de

salud. (|PIAQTAB-1) Los humidificadores y las bandejas de drenaje de condensación constituyen un medio de crecimiento y un sistema de propagación para los mohos y, por lo tanto, deben inspeccionarse siempre y limpiarse con el limpiador para superficies duras que contiene un biocida. (|PIAQTAB-2) Deben utilizarse tabletas bandeja de condensación para evitar que se acumulen depósitos en las bandejas de condensación y que pueda obstruirse la línea de drenaje de condensación (deben seguirse las instrucciones que aparecen en la etiqueta). Considere la instalación de un distribuidor de pastillas sartén.

Mohos ocultos

En algunos casos, el crecimiento de mohos en espacios interiores puede no ser evidente. Es posible que haya moho creciendo en superficies ocultas, como por ejemplo dentro una instalación de ductos que está mojada, el interior de una pared de tablarroca ("drywall"), el reverso del papel tapiz o de los paneles de recubrimiento de paredes, la cara oculta de los paneles del techo, el reverso de las alfombras y las plataformas, etc. (|PIAQM-5) Entre los lugares donde el moho puede crecer oculto se incluyen los ductos de servicio y los túneles de servicio (en los que haya tuberías que gotean o producen condensación), las paredes que se encuentran detrás del mobiliario (donde puede acumularse condensación), las bandejas de drenaje de condensación en el interior de las unidades de gestión de aire, los recubrimientos porosos de aislamiento térmico o acústico en el interior de las instalaciones de ductos, y los materiales que se encuentran entre el tejado y las placas del techo (debido a goteras en el techo o a un aislamiento insuficiente). Algunos materiales de construcción, como las paredes de tablarroca cubiertas con papel tapiz de vinilo o paneles de madera, pueden actuar como barreras para el vapor y atrapar humedad debajo de su superficie, de manera tal que crean un ambiente húmedo donde pueden crecer los mohos. Es importante que los materiales de construcción tengan capacidad para secarse. La humedad no debe quedar atrapada entre dos barreras para el vapor o, de lo contrario, podrían aparecer mohos.

La investigación de problemas de mohos ocultos puede ser difícil y requiere que se lleve a cabo con precaución cuando implique perturbar los lugares donde posiblemente crezca moho (en estos casos, asegúrese de utilizar equipo de protección personal). Por ejemplo, (|PIAQT-5) limpiar ductos de aire mohosos puede hacer que el moho que crece dentro de los ductos libere esporas de forma masiva y, por ello y por otras razones, los ductos de aire de material poroso que se encuentren mohosos no deben limpiarse sino reemplazarse.

Cuando trate con problemas de mohos, recuerde eliminar la fuente del problema de humedad, porque de lo contrario el problema de moho sencillamente volverá a presentarse. Recuerde comprobar si hay problemas de condensación y de humedad alta, así como reparar las fugas de agua, hacer el mantenimiento y resolver los problemas del sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado.

Propagación de mohos

(PIAQP-7) Los mohos pueden encontrarse casi en cualquier sitio. Pueden crecer prácticamente sobre cualquier sustancia orgánica, siempre que cuenten con humedad y oxígeno. Hay mohos que pueden crecer sobre madera, papel, alfombras, alimentos y aislamientos. Cuando los edificios o los materiales de construcción acumulan demasiada humedad, con frecuencia ocurre una proliferación de mohos, en especial si el problema de humedad no es detectado o permanece ignorado. Es imposible eliminar todos los mohos y las esporas de mohos del ambiente de un espacio interior. Sin embargo, el crecimiento de los mohos en espacios interiores puede controlarse si se controlan los niveles de humedad en esos espacios.

Los mohos se reproducen mediante la producción de esporas que normalmente no pueden verse sin ayuda de un instrumento de aumento. Las esporas de los mohos son llevadas continuamente por el aire en espacios interiores y exteriores. Cuando las esporas de los mohos aterrizan en un lugar húmedo ubicado en un espacio interior, pueden comenzar a crecer y a digerir cualquier cosa sobre la que estén creciendo a fin de sobrevivir. Los mohos destruyen gradualmente los materiales sobre los que crecen.

Existen numerosos tipos de mohos. Todos los mohos tienen el potencial de causar problemas para la salud. Los mohos pueden producir alérgenos que pueden desencadenar reacciones alérgicas o incluso ataques de asma en las personas que son alérgicas al moho. Se ha determinado que ciertos mohos producen potentes toxinas o sustancias irritantes. Los posibles problemas de salud constituyen una razón importante para evitar el crecimiento de mohos y eliminar o limpiar cualquier crecimiento de mohos que pueda haber en espacios interiores.

Como los mohos necesitan agua para crecer, es importante evitar que ocurran problemas de humedad en los edificios. Los problemas de humedad pueden deberse a numerosas causas, entre ellas la falta de control de la humedad. Se han relacionado ciertos problemas de humedad en los edificios con los cambios ocurridos en las prácticas de construcción durante las décadas de los años 70, 80 y 90. Por causa de algunos de estos cambios, existen edificios herméticamente sellados, pero que no tienen una ventilación adecuada, lo que puede propiciar la acumulación de humedad. Los materiales de construcción, como por ejemplo las paredes de tablarroca, impiden que la humedad escape con facilidad. Entre los problemas de humedad cabe mencionar las goteras de los tejados, los adornos y canales que dirigen el agua hacia el interior del edificio o debajo de éste, y los aparatos de combustión que no cuentan con una ventilación adecuada. Asimismo, en las escuelas y los edificios grandes los problemas de humedad están asociados a un mantenimiento insuficiente o ejecutado con retraso. En las aulas portátiles y otras estructurales temporales, con frecuencia se han asociado los problemas de humedad y los problemas de mohos. Cuando en los edificios ocurre crecimiento de mohos, algunos ocupantes del edificio pueden informar acerca de problemas de salud adversos, en particular aquellos que sufran alergias o problemas respiratorios. Los técnicos deben evitar exponerse y exponer a otras personas a polvos cargados de moho mientras desempeñan sus actividades de limpieza. Debe tenerse cuidado de evitar que el moho y las esporas de moho se dispersen en el aire y puedan ser inhalados por los ocupantes del edificio.

Fumar

Aun cuando existen numerosas fuentes posibles de contaminación del aire en espacios interiores, tanto las investigaciones como los estudios de campo han demostrado que (PIAQMD-3)(PIAQMD-2)el humo ambiental de tabaco es uno de los contaminantes más frecuentes y nocivos del aire en espacios interiores. El humo de tabaco ambiental está compuesto por flujo colateral de humo proveniente del extremo encendido de cigarrillos, pipas y puros y el flujo principal de humo exhalado por los fumadores. El humo de tabaco ambiental contiene más de 4,000 sustancias químicas; 43 de estas sustancias químicas son cancerígenos reconocidos para los animales y las personas (sustancias que pueden causar cáncer cuando se combinan con otra sustancia). Numerosos informes sobre el hábito de fumar motivaron al Instituto Nacional para la Seguridad y la Salud Ocupacional (National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH) a recomendar que se deje de fumar en espacios interiores o, al menos, esta actividad debe restringirse a áreas designadas.

(PIAQP-8)Las áreas para fumadores deben ventilarse de forma separada, manteniéndolas presurizadas negativamente en relación con los espacios interiores que la circundan, y deben recibir mucha más ventilación que las áreas donde no se fuma. El boletín del NIOSH asimismo recomienda que el aire de las áreas donde se permite fumar debe expulsarse directamente al exterior, en lugar de permitir que vuelva a circular en el edificio o de expulsarlo junto con el del resto del edificio. (PIAQP-9)La Norma 62-1989 de la ASHRAE recomienda que las áreas donde se permite fumar reciban 60 pies cúbicos por minuto de aire exterior por ocupante; la norma también admite que con frecuencia se utiliza la transferencia de aire desde otras partes del edificio para satisfacer esta norma.

Radón

Índice de Contenidos

El radón es un gas inodoro e incoloro que emana en forma natural de la tierra y las piedras sobre las que se encuentran las estructuras de los edificios y que normalmente ingresa en los edificios a través de las grietas que hay en sus cimientos. Otras fuentes de radón son los materiales de construcción hechos con tierra y piedra (que contienen radón) y el agua de pozo. El radón es un elemento radioactivo gaseoso, cuyo símbolo es Rn, número atómico 86, peso atómico de 222, punto de fusión de -71 °C y punto de ebullición de -62 °C. Es un gas sumamente tóxico e incoloro; puede condensarse en un líquido transparente y en un sólido opaco y resplandeciente; es producto de la desintegración radioactiva del radio y se utiliza en tratamientos del cáncer y radiología.

El radón es invisible, inodoro e insípido, pero puede representar un problema en un edificio. La EPA ha elaborado Mapas de Concentración de Radón por Zonas de cada estado. Estos mapas se elaboraron tomando en cuenta cinco factores para determinar el potencial de concentración de radón: mediciones de radón en espacios interiores, geología, radioactividad aérea, permeabilidad de los suelos y tipos de cimientos. Estos mapas pueden consultarse en el sitio Web de la EPA (<http://www.epa.gov/radon/zonemap.html>).

(PIAQMD-4) Se ha calculado que el radón es responsable de muchos miles de muertes cada año, ya que el aire con contenido de radón puede causar cáncer de pulmón. **De hecho, el portavoz de salud pública en Estados Unidos (Surgeon General) ha advertido que el radón actualmente es la segunda causa principal de cáncer del pulmón en los Estados Unidos.**

(PIAQP-10) Pueden emplearse una variedad de métodos para reducir la concentración de radón en una estructura. En algunos casos, sellar las grietas de los pisos y las paredes puede ayudar a reducir los niveles de radón. En otros casos, pueden utilizarse sistemas sencillos como tuberías y ventiladores. Tales sistemas se denominan sistemas de "despresurización bajo losa" ("sub-slab depressurization") y no requieren que se hagan grandes modificaciones en la estructura. Estos sistemas extraen el gas radón de debajo del piso de concreto y de los cimientos antes de que ingresen al edificio. Es posible instalar sistemas similares también en edificios que tienen espacios de acceso a las tuberías o conexiones eléctricas. Asimismo, un mayor uso de aire de ventilación proveniente del exterior reducirá los niveles de radón en el interior de la estructura y, en muchos casos, puede ser el método más económico, además de que también resuelve una serie de otros problemas relacionados con la calidad del aire en espacios interiores.

Riesgos para la salud asociados a la contaminación del aire en espacios interiores

Índice de Contenidos

Introducción

Los efectos para la salud causados por la contaminación del aire pueden sentirse muy poco tiempo después de la exposición o, también, años más tarde.

(PIAQMD-5) Los efectos inmediatos pueden aparecer después de una única exposición o de varias exposiciones repetidas. Entre los efectos inmediatos se encuentran irritación en los ojos, nariz y garganta, mareo y fatiga. Estos efectos inmediatos por lo general son de corto plazo y pueden tratarse. En ocasiones, el tratamiento sencillamente consiste en interrumpir la exposición a la fuente de contaminación, si es posible identificarla. Los síntomas de algunas enfermedades, entre ellas el asma, la neumonitis hipersensible y la fiebre de los humidificadores, también pueden aparecer poco después de producirse una exposición a algunos contaminantes del aire en espacios interiores.

La posibilidad de sufrir reacciones inmediatas a los contaminantes del aire en espacios interiores depende de muchos factores. Dos de los factores más importantes son la edad y las enfermedades preexistentes. En otros casos, la manera como una persona reacciona a un contaminante depende de su sensibilidad particular, que varía enormemente de una persona a otra. Algunas personas pueden sensibilizarse a contaminantes biológicos después de repetidas exposiciones y, al parecer, algunas también pueden sensibilizarse a los contaminantes químicos.

Determinados efectos inmediatos se parecen a los síntomas del resfriado y de otras enfermedades virales, por lo que con frecuencia es difícil determinar si los síntomas son el resultado de una exposición a contaminantes del aire en espacios interiores. Por ello, es importante prestar atención al momento y el lugar donde se presentan los síntomas. Si los síntomas se alivian o desaparecen cuando la persona está lejos del edificio y regresan cuando la persona vuelva a encontrarse en el edificio, debe hacerse un esfuerzo para identificar las fuentes de aire en espacios interiores que puedan ser la causa de los síntomas. Algunos efectos pueden agravarse si el suministro de aire exterior es insuficiente o a causa de las condiciones de humedad, calefacción o enfriamiento que predominan en el edificio.

(PIAQMD-6) Otros efectos para la salud pueden presentarse años después de haber ocurrido la exposición o únicamente después de períodos de exposición prolongados o repetidos. Estos efectos, entre los que se encuentran las enfermedades respiratorias, las enfermedades cardiovasculares y el cáncer, pueden ser muy extenuantes o incluso

fatales. **Es prudente mejorar la calidad del aire en los espacios interiores de la estructura, aun cuando no se adviertan síntomas.**

Si bien los contaminantes que normalmente se encuentran en el aire de espacios interiores son responsables de numerosos efectos nocivos, no se sabe mucho acerca de las concentraciones y los períodos de exposición que son necesarios para que se produzcan determinados problemas de salud. Asimismo, las personas reaccionan de manera muy diferente a la exposición a contaminantes del aire en espacios interiores. Es necesario seguir investigando para comprender mejor cuáles son los efectos para la salud de la exposición a las concentraciones de contaminantes que normalmente se encuentran en los edificios, así como también cuáles son los efectos que tiene la exposición a mayores concentraciones durante períodos cortos.

Riesgos para la salud asociados a la exposición a mohos

Todos los mohos tienen el potencial de causar problemas para la salud. Los mohos producen alérgenos, sustancias irritantes y, en algunos casos, toxinas que pueden causar reacciones en las personas. El tipo y la gravedad de los síntomas dependen, en parte, de los tipos de mohos presentes, el grado de la exposición de la persona, la edad de la persona y las sensibilidades o alergias que tenga. Entre las reacciones específicas al crecimiento de mohos cabe mencionar las siguientes:

Reacciones alérgicas: Inhalar o tocar moho o esporas de moho puede provocar reacciones alérgicas en personas sensibles. Las reacciones alérgicas al moho son frecuentes; estas reacciones pueden ser inmediatas o retardadas. Las respuestas alérgicas incluyen síntomas similares a los de la fiebre del heno, como estornudos, goteo nasal, enrojecimiento de los ojos y erupciones cutáneas (dermatitis). **Los fragmentos y las esporas de mohos pueden producir reacciones alérgicas en personas sensibles, independientemente de si el moho está vivo o muerto.** Personas que anteriormente no eran sensibles al moho o las esporas pueden volverse sensibles después de haber estado expuestas una sola vez o varias veces. **Las exposiciones repetidas pueden causar un aumento de la sensibilidad.**

Asma: Los mohos pueden desencadenar ataques de asma en personas alérgicas (sensibles) a los mohos. Las sustancias irritantes que producen los mohos también pueden hacer que el asma se agrave en personas que no son alérgicas.

Neumonitis hipersensible: Es posible desarrollar neumonitis hipersensible después de una exposición de corto plazo (aguda) o de largo plazo (crónica) a los mohos. Esta enfermedad es poco común y se parece a la neumonía bacteriana.

Efectos irritantes: La exposición a los mohos puede causar irritación en los ojos, la piel, la nariz, la garganta y los pulmones, y, algunas veces, puede producir una sensación de ardor en estas áreas.

Infecciones oportunistas: Las personas cuyo sistema inmunitario se encuentra debilitado (por ejemplo, las personas con el sistema inmunitario deprimido o comprometido), además de ser más vulnerables a las toxinas de los mohos que las

personas sanas, también pueden ser más vulnerables a sufrir infecciones por mohos. Por ejemplo, se sabe de casos en los que personas inmunocomprometidas (es decir, con sistemas inmunológicos debilitados) han desarrollado infecciones de *Aspergillus fumigatus* en los pulmones. Estas personas inhalan las esporas del moho, que comenzó a crecer en sus pulmones. También se ha informado de casos de infección por *Trichoderma* en niños con el sistema inmunitario comprometido. Las personas sanas normalmente no son vulnerables a infecciones oportunistas causadas por la exposición a mohos transportados por el aire. Sin embargo, los mohos pueden causar enfermedades comunes de la piel, como el pie de atleta, así como también otras infecciones, como la candidiasis.

Una preocupación importante asociada a los mohos es que pueden ocultarse en el interior de las paredes y en lugares muy profundos dentro de los ductos, lo que hace muy difícil eliminarlos por completo de la estructura. (PIAQSP-11) La diligencia debe ser ejercida para retirar y desechar cualquier material poroso que han sido contaminados por el moho, ya que no se pueden limpiar con eficacia. Sin embargo, es difícil conductos no poroso y otras superficies se pueden limpiar con un limpiador de superficie dura. En la *Sección III, Tratamiento de los problemas relacionados con la calidad del aire en espacios interiores* encontrará más información acerca de los distintos métodos de tratamiento.

En la actualidad, la mayoría de las organizaciones de la salud califican la exposición al moho *Stachybotrys* como un riesgo para la salud. Asimismo, recuerde que la mayoría de las respuestas que motivan la realización de pruebas, investigaciones y labores de reducción del moho tóxico *Stachybotrys* guardan una relación directa con las quejas de los ocupantes o los efectos nocivos para la salud documentados. Puede llegar el momento en que el moho *Stachybotrys* genere las mismas inquietudes en relación con las precauciones, las respuestas y las responsabilidades que las pinturas que contienen plomo y el asbesto. Los riesgos y peligros para la salud asociados a la preocupación por la exposición al *Stachybotrys* en la actualidad se consideran efectos de corto plazo. En cambio, la exposición al gas radón en los edificios se considera un riesgo para la salud en el largo plazo y no un peligro de corto plazo.

Los mohos son capaces de producir sustancias tóxicas llamadas micotoxinas. Algunas micotoxinas se adhieren a la superficie de las esporas de los mohos, mientras que otras pueden encontrarse en su interior. Se han identificado más de 200 micotoxinas diferentes para los mohos comunes, y aún quedan muchas más por identificar. Algunos de los mohos que producen micotoxinas se encuentran con frecuencia en edificios dañados por humedad. (PIAQS-1) Las rutas de exposición a las micotoxinas pueden incluir la inhalación, la ingestión y el contacto con la piel. Aun cuando se sabe que algunas micotoxinas afectan a las personas y se ha demostrado que son responsables de efectos sobre la salud de los humanos, hay muy poca información disponible acerca de la mayoría de las micotoxinas. La información disponible acerca de los efectos para la salud de las personas en caso de exposición por inhalación de micotoxinas normalmente se obtiene de estudios realizados en el lugar de trabajo. Existe mayor información sobre la exposición por ingestión, tanto en personas como en animales; se ha informado acerca de una amplia variedad de efectos para la salud después de la

ingestión de alimentos mohosos, incluyendo daños hepáticos, daños al sistema nervioso y efectos en el sistema inmunológico.

Se ha informado de numerosos síntomas y efectos para la salud de las personas por inhalación de micotoxinas, entre ellos: irritación de las membranas mucosas, erupciones cutáneas, náuseas, supresión del sistema inmunitario, daños hepáticos agudos o crónicos, daños al sistema nervioso agudos o crónicos, efectos endocrinos y cáncer. Son necesarios más estudios que ahonden en los efectos sobre la salud relacionados con la mayoría de las micotoxinas. Sin embargo, evidentemente es prudente evitar la exposición a los mohos y las micotoxinas.

Algunos mohos pueden producir varias toxinas, mientras que otros producen micotoxinas únicamente bajo determinadas condiciones ambientales. La presencia de mohos en un edificio no necesariamente significa que haya micotoxinas presentes o que estén presentes en grandes cantidades.

La aflatoxina B₁ posiblemente sea la micotoxina mejor conocida y más estudiada. Pueden producirla los mohos *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*, y es uno de los cancerígenos más potentes conocidos. La ingestión de aflatoxina B₁ puede causar cáncer hepático. También hay algunas evidencias que indican que la inhalación de aflatoxina B₁ puede causar cáncer del pulmón. Se ha encontrado aflatoxina B₁ en cereales, cacahuete (maní) y otros alimentos destinados al consumo humano y animal. Sin embargo, los mohos **Aspergillus flavus y Aspergillus parasiticus normalmente no se encuentran en los materiales de construcción o en ambientes de espacios interiores.**

Se sabe que en ciertas circunstancias los mohos *Aspergillus versicolor* y *Stachybotrys atra* (*chartarum*) producen potentes toxinas. El *Stachybotrys* produce una micotoxina que causa micotoxicosis en humanos y animales. Se cree que este tipo de moho es una posible causa del "síndrome del edificio enfermo". En mayo de 1997, *The Journal of the American Medical Association* publicó un artículo titulado "Las inundaciones tienen el potencial de provocar enfermedades por mohos tóxicos" ("Floods carry potential for toxic mold disease"). Se cree que la causa más común de hemorragia pulmonar (hemorragia en los pulmones) es la exposición de niños a las esporas de *Stachybotrys* transportadas por el aire. Recuerde que no existe un umbral en relación con el nivel peligroso de exposición a las esporas establecido por la EPA o alguna otra organización de la salud. Continuamente se llevan a cabo nuevos estudios epidemiológicos. Existe información de referencia relacionada con un incidente ocurrido en 1994 en Cleveland, Ohio, en el que se informó de 45 casos de hemorragia pulmonar en niños pequeños. Dieciséis de estos niños fallecieron. Además, los departamentos de salud de numerosos estados de los Estados Unidos, así como el Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (Center for Disease Control, CDC) enumeran los siguientes síntomas asociados a la exposición a las esporas del moho *Stachybotrys*:

- 1) Problemas respiratorios, tales como silbido asmático y dificultad para respirar
- 2) Congestión nasal y sinusal
- 3) Ardor en los ojos, lagrimeo, enrojecimiento, visión borrosa, sensibilidad a la luz
- 4) Tos seca

- 5) Dolor de garganta
- 6) Irritación de nariz y garganta
- 7) Falta de aliento
- 8) Fatiga crónica
- 9) Irritación de la piel
- 10) Problemas del sistema nervioso central (jaquecas constantes, problemas de la memoria y cambios anímicos)
- 11) Dolores
- 12) Posible fiebre
- 13) Diarrea
- 14) Posible hemosiderosis
- 15) Inmunosupresión

Riesgos para la salud asociados a los compuestos orgánicos volátiles microbianos

Los mohos producen algunos compuestos volátiles que se liberan directamente en el aire. Estos compuestos se conocen con el nombre de compuestos orgánicos volátiles microbianos (mVOC, por sus siglas en inglés). Como estos compuestos con frecuencia tienen olores fuertes o desagradables, pueden ser la fuente de olores asociados con los mohos. (PIAQMD-7) La exposición a compuestos orgánicos volátiles microbianos se ha asociado a síntomas tales como jaquecas, irritación de la nariz, mareos, fatiga y náuseas. Las investigaciones en torno a los compuestos orgánicos volátiles microbianos se encuentran aún en su fase inicial.

Riesgos para la salud asociados a los glucanos (componentes de las paredes celulares fúngicas) (conocidos también como β -(1 3)-D-Glucanos)

Los glucanos son pequeños trozos de paredes celulares de los mohos que pueden causar reacciones inflamatorias en las vías respiratorias y los pulmones. Si son inhalados, estos glucanos pueden afectar el sistema inmunológico. (PIAQMD-8) La exposición a niveles muy elevados de glucanos, o a mezclas de polvos que contienen glucanos, pueden causar una enfermedad similar a la gripe conocida como síndrome tóxico del polvo orgánico (Organic Dust Toxic Syndrome, ODTS). Esta enfermedad se ha observado principalmente en ambientes agrícolas y fabriles.

Riesgos para la salud asociados a las esporas

Las esporas de moho son microscópicas (2-10 μ m) y se encuentran presentes de forma natural en el aire interior y exterior. Los mohos se reproducen por medio de esporas. Algunos mohos tienen esporas que pueden agitarse fácilmente y moverse con el aire y asentarse repetidas veces cada vez que son agitadas. En cambio, las esporas de otros mohos son pegajosas, se adhieren a las superficies y sólo pueden moverse de sitio si se rozan o se tocan directamente. Las esporas pueden seguir vivas durante años después de ser liberadas. (PIAQS-2) Además, ya sea que las esporas estén vivas o muertas, sus alérgenos pueden seguir causando alergias durante años.

Riesgos para la salud asociados al radón

El gas radón se degrada en partículas radioactivas que pueden quedar atrapadas en los pulmones de las personas cuando las respiran. A medida que estas partículas siguen degradándose, liberan pequeñas ráfagas de energía. Estas ráfagas de energía pueden provocar daños en el tejido pulmonar y causar cáncer en el pulmón en el transcurso de la vida de una persona. No todos los que se exponen a niveles elevados de radón desarrollan cáncer pulmonar, y pueden transcurrir muchos años entre el momento de la exposición y el inicio de la enfermedad.

Al igual que en el caso de otros contaminantes ambientales, existe cierta incertidumbre con respecto a la magnitud de los riesgos para la salud asociados al radón. Sin embargo, sabemos mucho más sobre los riesgos del radón que sobre la mayoría de otras sustancias que producen cáncer. Esto se debe a que las evaluaciones de los riesgos que representa el radón se basan en estudios sobre el cáncer en humanos (como, por ejemplo, mineros subterráneos). Se están llevando a cabo investigaciones adicionales con poblaciones más comunes. El hábito de fumar en combinación con el radón representa un riesgo especialmente grave para la salud.

Se ha informado que el riesgo de sufrir determinados tipos de cáncer como consecuencia de la radiación es mayor para los niños que para los adultos, aunque en la actualidad no existen datos concluyentes sobre si el radón constituye un riesgo mayor para los niños que para los adultos.

(PIAQMD-9) Las posibilidades de una persona de desarrollar cáncer del pulmón como consecuencia del radón dependen principalmente de los siguientes factores:

- ▶ El nivel de radón en el edificio de la persona
- ▶ Cuánto tiempo pasa la persona en el edificio
- ▶ Si la persona fuma o ha fumado alguna vez

Síntomas y quejas normalmente asociados a los problemas de calidad del aire en espacios interiores

Entre los grupos que pueden ser particularmente susceptibles a los efectos de los contaminantes presentes en el aire de espacios interiores se encuentran los siguientes:

- ▶ Personas alérgicas o asmáticas
- ▶ Personas que padecen alguna enfermedad respiratoria
- ▶ Personas cuyo sistema inmunológico se encuentra deprimido debido a quimioterapia, radioterapia, enfermedades u otras causas
- ▶ Personas que utilizan lentes de contacto

Los efectos de los problemas de calidad del aire en espacios interiores con frecuencia no son enfermedades claramente definidas, sino síntomas inespecíficos. (|PIAQMD-10) Los síntomas que por lo común se atribuyen a problemas de calidad del aire en espacios interiores incluyen: jaquecas, fatiga, sinusitis, tos, estornudos, mareos y náuseas. Sin embargo, estos síntomas también pueden ser causados por otros factores y no necesariamente guardan relación con problemas de calidad del aire.

"Salud" y "comodidad" son términos que se utilizan para describir una variedad de sensaciones físicas. Por ejemplo, si el aire en una habitación está a una temperatura algo caliente para el nivel de actividad de una persona, ésta puede sentirse un poco incómoda. Si la temperatura sigue aumentando, la incomodidad se hace mayor y pueden aparecer síntomas tales como la fatiga, la congestión y las jaquecas.

A veces se utiliza el término (|PIAQMD-11) "síndrome del edificio enfermo" (Sick Building Syndrome, SBS) para describir casos en los que los ocupantes de un edificio experimentan efectos agudos sobre su salud y su comodidad, aparentemente relacionados con el tiempo que pasan en el edificio, para los cuales no puede identificarse una causa o una enfermedad específica. Las quejas pueden localizarse en una habitación o una zona en particular, o pueden presentarse de forma generalizada en todo el edificio. Se han asociado muchos síntomas diferentes al síndrome del edificio enfermo, incluyendo quejas respiratorias, irritación y fatiga. **Con frecuencia, los análisis de muestras de aire no detectan concentraciones elevadas de contaminantes específicos.** El problema puede deberse a alguna o varias de las siguientes causas:

- ▶ Los efectos combinados de varios contaminantes presentes en concentraciones bajas
- ▶ Otros agentes que producen estrés ambiental (por ejemplo: calefacción excesiva, iluminación deficiente, ruido)
- ▶ Factores que producen estrés ergonómico
- ▶ Factores que producen estrés sicosocial relacionado con el trabajo (por ejemplo: hacinamiento, problemas de administración del trabajo)
- ▶ Factores desconocidos
- ▶ La enfermedad relacionada con el edificio (Building Related Illness, BRI) se refiere a una enfermedad causada por la exposición al aire del edificio, cuyos síntomas de enfermedades diagnosticables han sido identificados (por ejemplo,

determinadas alergias o infecciones) y pueden atribuirse directamente a agentes ambientales presentes en el aire. La legionelosis (enfermedad de los legionarios) y la neumonitis hipersensible son ejemplos de enfermedades relacionadas con el edificio que pueden tener consecuencias muy graves, incluso fatales.

- ▶ Un pequeño porcentaje de la población puede ser sensible a una serie de sustancias químicas presentes en el aire de espacios interiores, cada uno de los cuales puede encontrarse en concentraciones muy bajas. La existencia de esta enfermedad, conocida como sensibilidad a múltiples sustancias químicas (Multiple Chemical Sensitivity, MCS) es objeto de polémica. En la actualidad, las principales organizaciones médicas no admiten la existencia del síndrome de sensibilidad a múltiples sustancias químicas, aunque las opiniones están divididas y se requiere mayor investigación en esta área.

Sección II: Estrategias para controlar la contaminación del aire en espacios interiores

Índice de Contenidos

Control de las fuentes de contaminación

Índice de Contenidos

Normalmente, la forma más eficaz de mejorar la calidad del aire en espacios interiores es eliminar las fuentes de contaminación en particular o reducir sus emisiones. Algunas fuentes de contaminación, como aquellas que contienen asbesto, pueden sellarse o encerrarse, mientras que otras, como las cocinas de gas, deben ajustarse para reducir el volumen de sus emisiones. En muchos casos, el control de las fuentes de contaminación es asimismo un enfoque más rentable para proteger la calidad del aire en espacios interiores que aumentar la ventilación, porque de esta última manera podrían subir los costos de energía. Más adelante en esta misma sección se presenta una lista de las fuentes específicas de contaminación del aire en espacios interiores. El control de las fuentes de contaminación es la solución más eficaz para la mayoría de los problemas de calidad del aire en espacios interiores de un edificio.

Ventilación

Índice de Contenidos

La mayoría de las unidades comerciales de gestión de aire distribuyen una mezcla de aire exterior y aire recirculado de los espacios interiores. Los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado también pueden incluir en su diseño unidades que introducen aire proveniente exclusivamente del exterior o que sencillamente transfieren el aire que se encuentra dentro del edificio. A los edificios ingresa un volumen no controlado de aire desde el exterior a través de las ventanas, las puertas y las aberturas que pueda tener la construcción hacia el exterior.

Las necesidades de ventilación y de comodidad térmica se satisfacen mediante el suministro de aire "acondicionado" (una mezcla de aire procedente del exterior y de aire recirculado que ha sido previamente filtrada, calentada o enfriada y, a veces, humidificada o deshumidificada). Los edificios grandes con frecuencia tienen espacios

interiores ("centrales") que requieren enfriamiento continuo para compensar el calor generado por los ocupantes, los equipos y la iluminación, mientras que las habitaciones situadas en el perímetro pueden necesitar enfriamiento o calefacción dependiendo de cuáles sean las condiciones en el exterior.

(PIAQP-11) Una técnica para controlar los olores y contaminantes consiste en diluirlos con aire procedente del exterior. Esta técnica funciona sólo si existe un flujo constante y apropiado de suministro de aire que se mezcle de modo eficaz con el aire de los espacios interiores. La expresión "eficacia de ventilación" se utiliza para describir la capacidad del sistema de ventilación para distribuir el suministro de aire y eliminar los contaminantes generados en los espacios interiores. Actualmente, los investigadores exploran maneras de medir la eficacia de ventilación e interpretar los resultados de tales mediciones.

Otra técnica para aislar los olores y contaminantes consiste en diseñar y operar un sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado de manera tal que puedan controlarse las relaciones de presión entre las distintas habitaciones. Este control se consigue ajustando las cantidades de aire que se suministran y las que se extraen de cada habitación. Cuando a una habitación se suministra más aire del que se extrae, el aire excedente escapa fuera de la habitación y entonces se dice que la habitación se encuentra bajo presión positiva. Cuando, por el contrario, se suministra menos aire del que se extrae, el espacio de la habitación atrae aire hacia adentro y entonces se dice que la habitación se encuentra bajo presión negativa.

La tercera técnica consiste en utilizar sistemas de extracción local (denominados a veces sistemas de ventilación dedicados a la extracción) para aislar y extraer los contaminantes al mantener una presión negativa en el área que rodea la fuente de contaminación. La extracción local puede vincularse a la operación de un equipo en particular (como por ejemplo, las hornillas de la cocina) o utilizarse para tratar el aire de una habitación entera (como por ejemplo un salón para fumadores o una cámara de custodia). El aire de los lugares que producen olores fuertes y concentraciones elevadas de contaminantes (como, por ejemplo, las salas de copiado, los baños, las cocinas y los salones de belleza) no debe recircularse, sino que debe extraerse y expulsarse al exterior.

Los espacios en los que se utilice extracción local deben recibir aire de reemplazo y el extractor local debe funcionar de forma coordinada con el resto del sistema de ventilación. Bajo algunas circunstancias, puede ser aceptable transferir aire acondicionado de partes relativamente limpias del edificio hacia áreas más sucias en comparación, y utilizar este aire acondicionado para reemplazar el aire extraído por el sistema de extracción. Mediante esta transferencia de aire pueden lograrse considerables ahorros de energía.

Los dispositivos de limpieza y filtrado de aire diseñados para controlar los contaminantes forman parte de los componentes de los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (por ejemplo, las cajas de filtros en las instalaciones de ductos), pero también pueden instalarse como unidades independientes. La eficacia de la limpieza del aire depende de que la selección, instalación, operación y

mantenimiento de los equipos se hagan de forma adecuada. Se debe actuar con cautela a la hora de evaluar los numerosos desarrollos tecnológicos nuevos en el campo de la limpieza y el filtrado del aire.

Un enfoque que puede utilizar para bajar las concentraciones de contaminantes del aire en espacios interiores es aumentar la cantidad de aire que ingresa procedente del exterior. La mayoría de los sistemas de enfriamiento y calefacción utilizados en edificios, inclusive los sistemas de enfriamiento o calefacción de aire forzado, no introducen aire fresco en las casas, mientras que los edificios comerciales normalmente cuentan con algún medio para introducir aire fresco al interior de la estructura. La norma 62.2 de la ASHRAE incluye los requisitos mínimos relativos a la ventilación residencial y la calidad aceptable del aire en espacios interiores. La mejor práctica o las buenas prácticas pueden exigir que se sobrepasen estos requisitos mínimos. Tradicionalmente, la ventilación residencial depende de la ventilación y la infiltración natural de aire. Sherman y Matson (1997) demostraron que los edificios más viejos tienen suficientes fugas como para que la infiltración (el aire que penetra desde el exterior) por sí sola satisfaga los requisitos mínimos de la norma 62.2 de la ASHRAE. Sin embargo, los inmuebles que se construyen de acuerdo con las normas actuales tienen envolventes mucho más herméticas y en ellos la infiltración es insuficiente como para satisfacer incluso los requisitos mínimos de ventilación. Además, no siempre es suficiente cumplir estos requisitos mínimos para diluir de modo adecuado todos los contaminantes.

En las viviendas unifamiliares modernas de la actualidad, puede ser necesario un sistema de ventilación mecánica para toda la vivienda si los ocupantes tienen alergias o sensibilidad a las sustancias químicas o cuando en el interior existan fuentes poco usuales de impurezas. Los diseños avanzados de los edificios nuevos incluyen sistemas mecánicos para llevar al interior aire procedente del exterior. Algunos de estos diseños incluyen ventiladores de recuperación de calor ahorradores de energía (conocidos también como intercambiadores de calor de aire a aire). Los requisitos normales de ventilación total son de por lo menos el mayor entre 7.5 pies cúbicos por minuto por persona (con base en una ocupación normal) y 1 pie cúbico por minuto por cada 100 pies cuadrados de espacio de suelo. Las velocidades de flujo de extracción intermitente son de 100 pies cúbicos por minuto para las cocinas, y de 50 pies cúbicos por minuto en el caso de las habitaciones de servicio, baños, etc. La velocidad del flujo de extracción continua en el caso de las cocinas es de cinco cambios de aire por hora, mientras que en caso de las habitaciones de servicio, los baños, etc., es de 20 pies cúbicos por minutos.

Unidad de gestión de aire

Índice de Contenidos

A medida que se hace circular el aire por la estructura a través de los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado, las partículas se acumularán dentro del sistema donde, especialmente en los sistemas de enfriamiento, propician el crecimiento

de hongos y bacterias. La dispersión de microbios tales como las bacterias, los virus, los mohos y los hongos pueden causar enfermedades a los ocupantes expuestos en el área de clima controlado. Por ejemplo, en tales ambientes se ha encontrado Legionella pneumophila, una bacteria que se ha asociado a la enfermedad del legionario. Otros microbios pueden contribuir al "síndrome del edificio enfermo". Muchas personas también son alérgicas a los mohos y los hongos que son arrastrados al sistema de ventilación de las viviendas cuando el aire pasa sobre agua de drenaje condensada contaminada y serpentines de enfriamiento del evaporador mojados. **Por esta razón, es muy importante que los serpentines del evaporador se limpien y desinfecten por lo menos una vez en cada estación de enfriamiento y que la bandeja de condensación se trate con un biocida que detenga el crecimiento de bacterias, virus, mohos y hongos que puedan ser arrastrados por el aire acondicionado y propagarse por el edificio.**

Filtrado del aire

Índice de Contenidos

Introducción

Existen muchos tipos y tamaños de filtros de aire en el mercado, desde los modelos relativamente económicos de mesa hasta sistemas caros y sofisticados que filtran el aire de todo un edificio. Algunos filtros de aire son muy eficaces para eliminar partículas, mientras que otros, entre ellos la mayoría de modelos de mesa, lo son bastante menos. **Por lo común, los filtros de aire no están diseñados para eliminar contaminantes gaseosos.**

(PIAQF-1) La eficacia de un filtro de aire depende de su capacidad para recoger los contaminantes del aire proveniente del interior (expresada como porcentaje de eficacia) y del volumen de aire que atraiga para que pase por el elemento de limpieza o filtrado (expresado en pies cúbicos por minutos). Un colector muy eficiente con una tasa de circulación de aire muy baja no será eficaz, así como tampoco un filtro que tenga una tasa de circulación muy alta pero con un colector menos eficiente. El rendimiento de largo plazo de cualquier filtro depende de que reciba mantenimiento de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

En la actualidad, la EPA no recomienda utilizar filtros de aire para reducir los niveles de radón y de los productos de su degradación. La eficacia de estos dispositivos es incierta, porque sólo pueden eliminar parcialmente los productos de la degradación del radón y no reducen la cantidad de radón que ingresa al edificio. La EPA se propone llevar a cabo investigaciones adicionales en torno a si los filtros de aire son, o pudieran ser, un medio confiable para reducir los riesgos para la salud asociados al radón.

Entre los medios de filtrado de aire cabe mencionar los siguientes:

- ▶ Filtros mecánicos, incluyendo los filtros de las calderas normales y los aparatos de aire acondicionado.
- ▶ Filtros de aire electrónicos (por ejemplo, precipitadores electrostáticos) que utilizan un campo eléctrico para atrapar partículas cargadas de electricidad.
- ▶ Generadores de iones que actúan al cargar las partículas presentes en una habitación. Las partículas cargadas son entonces atraídas por las paredes, los suelos, las cortinas, etc., o por un colector cargado.
- ▶ Dispositivos "híbridos", que incorporan dos o más de los dispositivos de eliminación de partículas antes mencionados.

Filtrado mecánico

(PIAQFF-1) Existen básicamente dos métodos para purificar o filtrar el aire: el filtrado mecánico y el filtrado electrostático. (PIAQFF-2) En el filtrado mecánico, un filtro deja pasar el aire a través de un material poroso, normalmente fibroso, que en esencia se interpone en la ruta de las partículas y, en condiciones ideales, las atrapa. Dado que los poros entre las fibras por lo general son más grandes que las partículas que transporta el aire, el filtro depende de la azarosa posibilidad de que las partículas queden atrapadas en una fibra. (PIAQF-2) Si el espesor del filtro aumenta o los poros se hacen más pequeños mediante el uso de un tejido de fibras más apretado, se incrementa la resistencia al paso del aire, por lo que aumenta la pérdida de presión, disminuye el flujo de aire y, finalmente, descienden la eficacia y la capacidad de enfriamiento del sistema.

(PIAQFF-3) Otro método diseñado con el propósito de aumentar la eficacia de la eliminación de partículas sin reducir el tamaño de los poros ni aumentar la densidad de las fibras se basa en la atracción electrostática. (PIAQFF-4)(PIAQF-3) Los filtros electrostáticos activos, generalmente conocidos como filtros electrónicos de aire, transmiten una carga de alto voltaje entre las placas, y las partículas cargadas que pasen entre ellas son atraídas electrostáticamente fuera de la corriente de aire y capturadas en la bandeja de recolección cargada. El rendimiento de este tipo de sistema electrostático (descrito en la siguiente subsección) normalmente sufre un rápido descenso cuando la bandeja de recolección se ensucia y, en consecuencia, queda aislada.

(PIAQFF-5) A fin de reducir la necesidad de aplicar voltaje sin dejar de tener las ventajas de la eliminación electrostática de polvo, se han desarrollado sistemas electrostáticos pasivos. Un sistema electrostático pasivo depende de fibras dieléctricas (no conductoras) que albergan las cargas electrostáticas producidas por la fricción del aire cuando éste pasa por el filtro. Cuando el aire pasa por las fibras dieléctricas, genera una fricción que induce una carga estática que se acumula y se vuelve lo suficientemente grande como para atraer las partículas cargadas, es decir el polvo, cuando pasan por el filtro. Éste es el principio que explica el funcionamiento de los filtros electrostáticos utilizados en los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado. Los filtros electrostáticos pasivos se comportan de manera similar a los filtros electrostáticos activos que extraen el polvo del aire y lo llevan a las fibras a través de fuerzas electrostáticas sin la necesidad de energía eléctrica externa. Normalmente,

debido a su elevado costo, este tipo de filtros electrostáticos no se desechan cuando se ensucian, sino que se limpian y se reutilizan. No obstante, por su naturaleza, es difícil mantener estos filtros perfectamente limpios y su rendimiento decae luego del primer uso. También existen filtros electrostáticos desechables; sin embargo, en la mayoría de los casos, una cuidadosa inspección del empaque revela que estos filtros desechables no se fabrican con fibras 100% electrostáticas, sino que contienen únicamente algunas fibras electrostáticas, lo que hace que su eficacia sea dudosa.

Se ha comprobado que el aerosol para filtros PuraClean® Filter Spray de Mainstream es una alternativa para los filtros electrostáticos y puede aplicarse a filtros desechables corrientes. El aerosol para filtros PuraClean Filter Spray convierte los filtros desechables corrientes en filtros electrostáticos de bajo costo. De esta manera, es posible desechar un filtro de bajo costo en lugar de tener que limpiarlo. (PIAQPC-1) El aerosol para filtros PuraClean® es un preparado líquido que, cuando se aplica a un filtro corriente no electrostático (como, por ejemplo, un filtro metálico, un filtro desechable de fibra de vidrio o un filtro de gomaespuma), produce una superficie dieléctrica de filtrado (es decir, una superficie de aislamiento) y convierte un filtro corriente en un filtro electrostático pasivo.

(PIAQF-4) La única medida confiable de la eficacia de un filtro es el valor de eficiencia mínimo informado (Minimum Efficiency Reporting Value, MERV). La mayoría (PIAQF-5) de los filtros incluyen en su etiqueta un número de clasificación MERV, que mide la capacidad de un filtro para atrapar partículas cuyo tamaño varía entre 3.0 y 10.0 micras. Por lo común, los filtros de uso residencial tienen una clasificación MERV de entre 1 y 12. Mientras mayor sea la clasificación MERV, mayor será la eficacia del filtro y mayor cantidad de partículas podrá filtrar.

MERV es una calificación estándar de la industria, por lo que puede ser utilizado para comparar filtros hechos por diferentes compañías.

- ▶ Una clasificación MERV de 6 significa que el filtro tiene una eficacia mínima de entre 35% y 50% para capturar las partículas medidas.
- ▶ (PIAQF-6) Una clasificación MERV de 8 significa que el filtro tiene una eficacia mínima de entre 70% y 85% para capturar las partículas medidas.
- ▶ Una clasificación MERV de 11 significa que el filtro tiene una eficacia mínima de entre 85% y 95% para capturar las partículas medidas.

Se ha demostrado que, cuando se rocía sobre filtros desechables corrientes, el aerosol para filtros (PIAQPC-2) PuraClean® aumenta hasta 300% la captura de partículas, *sin que se aprecie un aumento significativo de la caída de presión. En las pruebas llevadas a cabo de acuerdo con el procedimiento de pruebas 52.2 de la ASHRAE, la clasificación MERV de los filtros no electrostáticos mejoró hasta 65% con el uso de PuraClean® (ver [Figura 1](#))*. La tecnología de PuraClean® arroja estos impresionantes resultados al convertir superficies no electrostáticas en superficies electrostáticas. Si el filtro es más eficiente, el serpentín del evaporador se mantendrá más limpio, lo que se traduce en un mayor ahorro de energía y una mayor capacidad de enfriamiento. (PIAQPC-3)

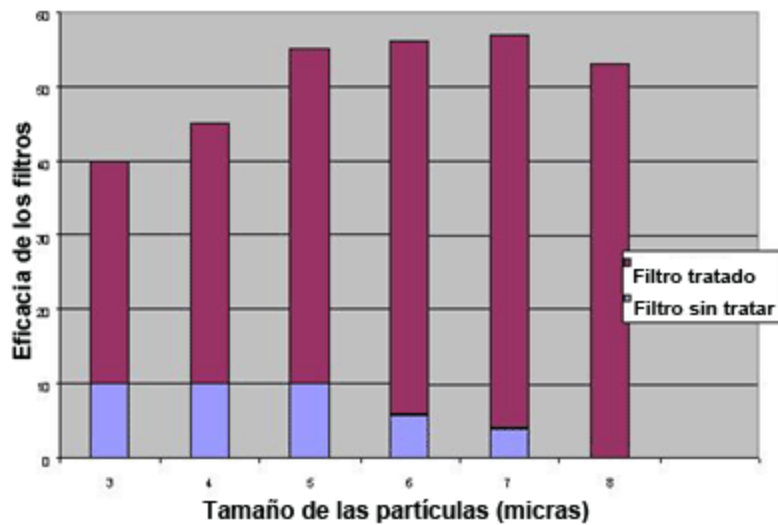


Figura 1. Mejoras que aporta el atomizador PuraClean® a la eficacia de los filtros

Filtros electrónicos de aire

Hay una serie de compañías que ofrecen (PIAQFF-6) filtros electrónicos de aire. Estos dispositivos están equipados con una rejilla con carga positiva o negativa que carga los contaminantes presentes en el aire y una superficie de recolección con carga opuesta o puesta a tierra que atrae los contaminantes. Estos filtros tienen una gran eficacia inicial de filtrado y provocan muy poca caída de la presión, pero la eficacia de filtrado disminuye rápidamente debido a la acumulación de contaminantes en la bandeja de recolección, que hace que la bandeja quede prácticamente aislada y, en consecuencia, interrumpe el proceso de filtrado. Asimismo, (PIAQFF-7) a medida que la bandeja de recolección se va aislando, los contaminantes cargados son atraídos por otras superficies puestas a tierra, como las paredes, los techos, el mobiliario, etc., lo que provoca que estas superficies se ensucien.

Plantas de interior

En los últimos años, se ha hecho publicidad en torno al hecho de que se ha demostrado en experimentos de laboratorio que las plantas de interior reducen los niveles de algunas sustancias químicas. (PIAQFF-8) Sin embargo, actualmente no existen pruebas que demuestren que un número razonable de plantas de interior puedan eliminar cantidades significativas de contaminantes del aire de edificios y oficinas. Las plantas de interior no deben regarse en exceso, porque la tierra excesivamente húmeda fomenta el crecimiento de microorganismos que pueden afectar a las personas alérgicas.

Información clave acerca del filtrado del aire

- ▶ (PIAQFF-9) Los generadores de iones y los filtros electrónicos de aire pueden producir ozono, en especial si no están bien instalados y si no reciben un mantenimiento adecuado. El ozono puede ser un irritante de los pulmones.
- ▶ Los gases y los olores provenientes de las partículas recogidas por el dispositivo de filtrado, y que permanecen en el filtro en el flujo de aire, pueden volver a dispersarse en el aire.
- ▶ (PIAQF-7) El olor del humo de tabaco no se debe a las partículas, sino principalmente a los gases presentes en el humo. Por lo tanto, uno puede sentir el olor del tabaco aun después de que se hayan eliminado las partículas de humo.
- ▶ Algunos dispositivos perfuman el aire para disfrazar los olores, lo que puede hacerle creer que los contaminantes causantes de los olores han sido eliminados.
- ▶ Los generadores de iones, en especial los que no están equipados con un recolector o que tienen el recolector sucio, pueden propiciar que se ensucien las paredes y otras superficies.
- ▶ En determinados sistemas, los costos de mantenimiento, como por ejemplo los costos de sustitución de los filtros, pueden ser elevados.
- ▶ (PIAQL-3) Varias marcas de generadores de ozono incluyen un número de establecimiento en su empaque. Este número permite a la EPA identificar la planta específica donde se produjo el producto. Citando el sitio Web de la EPA: "La inclusión de este número no significa que la EPA aprueba este producto ni indica de alguna otra manera que la EPA haya determinado que este producto sea seguro o eficaz."

Prevención de la contaminación de los ductos

Índice de Contenidos

Para reducir al mínimo la contaminación de los ductos es esencial contar con un buen programa de mantenimiento preventivo.

Prevención del ingreso de suciedad al sistema:

Utilice el aerosol para filtros PuraClean Filter Spray en todos los filtros del sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado, y enseñe al propietario del edificio cómo utilizar el aerosol PuraClean en los filtros cuando sea momento de cambiarlos. Es importante cambiar los filtros de aire con una frecuencia mensual y aplicar PuraClean en cada cambio de filtro. Recomendamos que durante la descripción de los servicios realizados y antes de preparar la factura definitiva de los servicios y suministros, se ofrezca al cliente venderle un suministro de filtros y aerosoles PuraClean suficiente para seis meses o para un año (dependiendo de si las puestas a punto del sistema se hacen cada seis meses o cada año). Los filtros deben cambiarse con una frecuencia mensual, o incluso con mayor frecuencia si durante los cambios mensuales se observa que los filtros están demasiado cargados de contaminantes. Explique al propietario que el filtro impide que los contaminantes lleguen a sus pulmones. Los filtros tratados con PuraClean son capaces de eliminar del aire esporas de mohos, además de ácaros y bacterias. Recuerde que la eliminación de la humedad es la primera línea de defensa, mientras que el mantenimiento de un ambiente limpio y seco, mediante un buen filtrado del aire, constituye la segunda línea de defensa. Un mejor filtrado ayuda también a reducir al mínimo los trabajos de limpieza del polvo necesarios en el edificio. Evidentemente, ningún tipo de filtro es capaz de eliminar los gases nocivos, como el monóxido de carbono, así como tampoco es capaz de eliminar el radón presente en el aire.

(PIAQSP-1) Cuando haga algún servicio al sistema de calefacción o enfriamiento de una estructura, recomiende siempre el trabajo de servicio adicional de limpiar los serpentines de enfriamiento y las bandejas de drenaje de los sistemas de enfriamiento, así como también los intercambiadores de calor y los humidificadores en el caso de los sistemas de calefacción. Ésta es la manera más económica en la que los propietarios de edificios pueden evitar futuros problemas de calidad del aire en espacios interiores.

Prevención del ingreso de humedad a los ductos de aire

No debe haber humedad presente en los ductos. (PIAQP-12) Controlar la humedad es la manera más eficaz de evitar el crecimiento biológico en los ductos de aire.

La humedad puede ingresar al sistema de ductos a través de goteras, o si el sistema no fue instalado de manera apropiada o no recibe un servicio adecuado. (PIAQP-13) Las investigaciones indican que la condensación (que ocurre cuando la temperatura de una superficie es inferior a la temperatura de punto de rocío del aire circundante) en los serpentines de enfriamiento de las unidades de aire acondicionado o cerca de ellos es uno de los principales factores de contaminación por humedad del sistema. La presencia de condensación o de una humedad relativa elevada constituye un indicador importante del potencial para que se produzca crecimiento de mohos en cualquier tipo de ductos.

Con frecuencia, controlar la humedad puede ser difícil; sin embargo, es posible tomar algunas medidas:

- ▶ Reparar con prontitud y de forma adecuada los daños por agua y las goteras. Desechar el aislamiento y los tableros fibra de los ductos que estén mojados, ya que no es posible secarlos eficazmente. Tratar con el sellador QwikTreat™ **MoldStop™ Duct Sealant** los materiales de reemplazo, así como también el aislamiento y los tableros de los ductos adyacentes.
- ▶ Prestar especial atención a los serpentines de enfriamiento, los cuales están diseñados para extraer agua del aire y pueden ser una fuente importante de contaminación por humedad del sistema y propiciar el crecimiento de mohos. Si hay mohos, limpiar las superficies duras de la unidad de gestión de aire y de los serpentines del evaporador con un limpiador de superficies duras (lo ideal es una que contiene un biocida registrado EPA). Verificar que las bandejas de condensación drenen correctamente. La presencia de una cantidad considerable de agua estancada o de restos indica la existencia de un problema que amerita atención inmediata. Buscar manchas de humedad en el aislamiento cercano a los serpentines de enfriamiento. Tratar todas las bandejas de drenaje con tabletas pan.
- ▶ Asegurarse de que todos los ductos estén bien sellados y aislados en todos los espacios que no reciban aire acondicionado (es decir, los áticos y los espacios de acceso a las tuberías o conexiones eléctricas del edificio). Esto ayudará a evitar que la humedad por condensación se acumule sobre las instalaciones de ductos y que ingrese al sistema. A fin de evitar la condensación de agua, el sistema de enfriamiento y los ductos asociados deben aislarse de forma apropiada.
- ▶ Verificar que la unidad de aire acondicionado funcione de modo apropiado. La humedad debe mantenerse por debajo de 55% (a ser posible, entre en un rango entre 30 y 50%). Si la humedad es un problema, piense en instalar un deshumidificador o instale en el sistema actual un tablero para control de humedad Mainstream. El tablero para control de humedad de Mainstream (Mainstream Humidity Control Board) hace posible que la unidad de aire acondicionado central actual deshumidifique el edificio sin que el espacio acondicionado se vuelva demasiado frío.

Mohos

Índice de Contenidos

La preocupación acerca de la exposición a mohos en espacios interiores ha aumentado en la medida que el público adquiere conciencia de que la exposición a los mohos puede causar una variedad de problemas de salud y síntomas de enfermedades, incluyendo reacciones alérgicas.

Los mohos destruyen gradualmente los materiales sobre los que crecen. La manera más sencilla de evitar daños en los materiales de construcción y el mobiliario, ahorrar dinero y evitar posibles riesgos para la salud asociados a la aparición de mohos

consiste en controlar la humedad y, de esta manera, eliminar el crecimiento de mohos. **La clave para controlar los mohos es controlar la humedad.**

Los mohos forman parte de la naturaleza. En los espacios exteriores, los mohos desempeñan una función en la naturaleza, al descomponer materia orgánica en descomposición, como por ejemplo las hojas caídas y los árboles muertos; sin embargo, en los espacios interiores, debe evitarse el crecimiento de mohos. Los mohos se reproducen por medio de diminutas esporas; estas esporas son invisibles a simple vista y flotan en el aire de espacios exteriores e interiores. **El moho puede comenzar a crecer en espacios interiores si sus esporas se depositan en superficies húmedas. Existen muchos tipos de mohos, pero ninguno de ellos puede crecer si no dispone de agua o humedad.**

Las esporas de los mohos normalmente no son un problema en espacios interiores, a menos que se depositen en un lugar mojado o húmedo y comience a desarrollarse el moho. Los mohos pueden causar problemas de salud. Producen alérgenos (sustancias que pueden causar reacciones alérgicas), sustancias irritantes y, en algunos casos, sustancias potencialmente tóxicas (micotoxinas). Inhalar o tocar moho o esporas de moho puede provocar reacciones alérgicas en personas sensibles. Las respuestas alérgicas incluyen síntomas similares a los de la fiebre del heno, como estornudos, goteo nasal, irritación ocular y erupciones cutáneas (dermatitis).

Las reacciones alérgicas al moho son frecuentes; pueden ser inmediatas o retardadas. Los mohos también pueden provocar ataques de asma en personas que son asmáticas y alérgicas al moho. Asimismo, la exposición a los mohos puede causar irritación en los ojos, la piel, la nariz, la garganta y los pulmones, tanto en personas alérgicas a los mohos como en personas que no lo son. No es frecuente que se presenten otros síntomas distintos de los alérgicos y la irritación como consecuencia de la inhalación de mohos. La investigación en torno a los mohos y sus efectos sobre la salud es permanente.

Los mohos y las normas y reglamentos relativos a la calidad del aire en espacios interiores

No se han fijado normas o **valores límites umbral (Threshold Limit Values, TLV)** en relación con las concentraciones de mohos o esporas de mohos transportados por el aire. Aun cuando la EPA estadounidense no ha fijado normas sanitarias o reglamentos con respecto a la contaminación por mohos transportados por el aire, en junio de 2002 el congresista John Conyers, Jr., representante del estado de Michigan, presentó al Congreso el proyecto de ley H.R. 5040, denominado *Ley Estadounidense de 2002 de Seguridad y Protección contra los Mohos Tóxicos*, o "Ley Melina".

El Título I de esta ley pendiente de aprobación ordena a la EPA, los **Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC)** y los **Institutos Nacionales de la Salud (NIH)** estadounidenses el estudio conjunto de los efectos que tiene el crecimiento de mohos en espacios interiores sobre la salud y la determinación, entre otras cosas, de los "niveles mínimos de exposición a los que la exposición al crecimiento de mohos en espacios interiores es nociva para la salud de las personas".

Además, la EPA estadounidense ha redactado numerosos documentos de orientación sobre temas relacionados con la calidad del aire en espacios interiores y los mohos en edificaciones de todos los tamaños.

El gobierno del estado de California ha aprobado leyes relacionadas con los mohos, las autoridades de la ciudad de Nueva York han elaborado pautas para la evaluación y eliminación de mohos en espacios interiores y el gobierno de Canadá ha redactado una guía exhaustiva para reconocer y manejar la contaminación por hongos en edificios públicos. Asimismo, en los Estados Unidos, Canadá, el Reino Unido, los Países Bajos y Suecia se están llevando a cabo investigaciones microbiológicas sobre los efectos de los mohos sobre la salud.

Consejos prácticos para la prevención de mohos

(PIAQSP-2) La clave para controlar los mohos es controlar la humedad. Es fundamental resolver los problemas de humedad antes de que se conviertan en problemas de mohos.

- ▶ Arregle las plomerías que tengan fugas y las goteras en la envolvente del edificio tan pronto como sea posible.
- ▶ Vigile los lugares donde pueda ocurrir condensación o acumularse humedad. Arregle el origen de los problemas de humedad tan pronto como sea posible.
- ▶ Evite la humedad causada por la condensación aumentando la temperatura de las superficies o reduciendo el nivel de humedad del aire. Para aumentar la temperatura de las superficies, aíse las superficies o aumente la circulación del aire. Para reducir el nivel de humedad del aire, repare las fugas, aumente la ventilación (si el aire exterior es frío y seco) o deshumidifique el aire (si el aire exterior es caliente y húmedo).
- ▶ Mantenga limpias las bandejas de drenaje de los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado, y vigile que se descarguen de forma apropiada y no estén obstruidas. Siempre que sea posible, haga que los aparatos que generan humedad, como los secadores, descarguen al exterior.
- ▶ Ventile aparatos de humedad que generan, tales como secadores, al exterior cuando sea posible.
- ▶ Mantenga bajo el nivel de humedad en los espacios interiores, por debajo del 55% de humedad relativa (relative humidity, RH); en condiciones ideales, la humedad relativa debería ser de entre 30 y 50%. De ser necesario, instale un tablero Mainstream Qwik**SEER+**[®] para control de humedad.
- ▶ Realice inspecciones regulares del edificio y de los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado, y lleve a cabo los mantenimientos con la frecuencia programada.
- ▶ Limpie y seque los lugares húmedos o mojados en un plazo de 48 horas
- ▶ No permita que los cimientos permanezcan mojados. Instale drenajes; la inclinación del suelo debe ser tal que aleje la humedad de los cimientos.

Sección III: Tratamiento de los problemas relacionados con la calidad del aire en espacios interiores

Índice de Contenidos

Identificación de problemas relacionados con la calidad del aire en espacios interiores

Índice de Contenidos

Algunos efectos sobre la salud pueden ser indicadores útiles para saber si hay un problema relacionado con la calidad del aire en espacios interiores, en especial se manifiestan después de cambiar de residencia, remodelar o reconstruir una edificación o tratar un edificio con pesticidas. (PIAQMD-12) Si los ocupantes tienen síntomas que puedan guardar relación con el ambiente de los espacios interiores, deben hablar de estos síntomas con su médico o con el departamento local de salud para saber si su causa puede ser la contaminación del aire en espacios interiores. Asimismo, podrían consultar a un especialista en alergias o en medicina laboral.

Otra manera de saber si un edificio tiene o podría desarrollar problemas relacionados con la calidad del aire en espacios interiores consiste en identificar las posibles fuentes de contaminación del aire en espacios interiores. Aun cuando la presencia de tales fuentes no necesariamente significa que exista un problema de calidad del aire, un paso importante para evaluar la calidad del aire de un edificio es conocer el tipo y el número de fuentes potenciales de contaminación.

Una tercera manera de saber si un ambiente puede tener problemas de calidad del aire en espacios interiores es evaluar las actividades que se llevan a cabo en ese lugar. Las actividades humanas pueden constituir fuentes importantes de contaminación del aire en espacios interiores. Igualmente, deben buscarse signos de problemas de ventilación. Los signos que pueden indicar que la ventilación es inadecuada o inapropiada incluyen la condensación de humedad en las ventanas o las paredes, aire viciado o con olores, equipos de calefacción o aire acondicionado central sucios y áreas en las que los libros, el calzado u otros objetos se vuelven mohosos.

Medición de niveles de contaminación

Índice de Contenidos

El gobierno federal recomienda medir los niveles de radón en las estructuras. Si no se hacen estas mediciones, es imposible saber si hay radón presente, ya que el radón es un gas radioactivo incoloro e inodoro. Existen dispositivos muy económicos que permiten hacer mediciones de radón. La EPA ofrece orientación sobre los riesgos asociados a los distintos niveles de exposición y cuándo deben tomarse medidas correctivas. Existen técnicas atenuantes específicas que han demostrado ser eficaces para reducir los niveles de radón en edificios.

En el caso de otros contaminantes distintos del radón, es apropiado hacer mediciones cuando se presentan síntomas de salud o signos de mala ventilación y se han identificado fuentes de contaminación o contaminantes específicos que pueden causar problemas de calidad del aire en espacios interiores. Puede ser costoso hacer pruebas para numerosos contaminantes. Antes de hacer pruebas en una estructura en búsqueda de otros contaminantes distintos del radón, consulte al departamento de salud local o estatal.

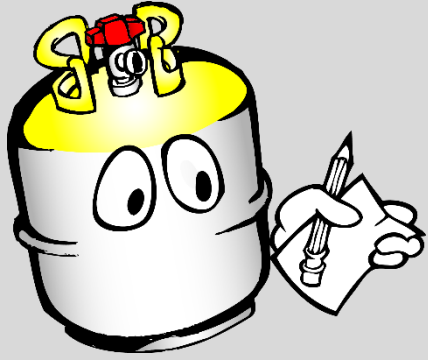
Inspección detallada del edificio

Índice de Contenidos

El propósito de la inspección detallada del edificio es adquirir una buena perspectiva de las actividades de los ocupantes y de las funciones del edificio, así como también buscar indicadores de problemas relacionados con la calidad del aire en espacios interiores. La presencia de olores en lugares inapropiados (por ejemplo, los olores de cocina en un vestíbulo) puede indicar que los componentes del sistema de ventilación requieren ajustes o reparaciones.

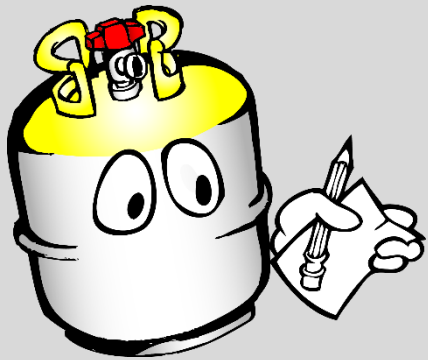
La inspección puede servir para identificar áreas con potencial para desarrollar problemas de calidad del aire en espacios interiores. (|PIAQP-14)A continuación, se incluye una lista de indicadores generales de problemas relacionados con la calidad del aire en espacios interiores:

- ▶ Olores
- ▶ Condiciones antihigiénicas o de suciedad
- ▶ Crecimiento de hongos visibles y olores a moho (con frecuencia asociados a problemas de demasiada humedad)
- ▶ Condiciones antihigiénicas en equipos tales como bandejas de drenaje y torres de enfriamiento
- ▶ Mantenimiento deficiente de los filtros
- ▶ Signos de daños por humedad o mohos en las paredes, los techos y los suelos
- ▶ Manchas y decoloración



Asegúrese de que las manchas se eliminen después de reparar las goteras, de manera que pueda haber una evidencia visible en el caso de que la gotera vuelva a ocurrir.

▶ Daños por humo (Nota:



En el caso de que haya ocurrido un incendio relacionado con equipos eléctricos, determine si estos equipos pueden haber liberado bifenilos policlorinados (PCB, por sus siglas en inglés).

- ▶ Presencia de sustancias peligrosas
- ▶ Potencial de ingreso de gas del suelo (por ejemplo: aberturas no selladas hacia la tierra, olores a tierra húmeda, etc.).
- ▶ Sala de máquinas poco higiénica, basura o sustancias químicas almacenadas en una sala de máquinas
- ▶ Ruidos inusuales producidos por equipos mecánicos o lámparas

Además de estos indicadores generales, merecen atención algunos problemas frecuentes:

Mantenimiento inadecuado: Busque señales de fugas de aceite, agua o refrigerantes alrededor de los equipos de calefacción, ventilación y aire acondicionado. Las bocas de drenaje de plomería secas también causan problemas de calidad del aire en espacios interiores.

Signos de incomodidad de los ocupantes: Observe si la temperatura no se mantiene estable y si hay olores persistentes, corrientes y sensación de mala ventilación. Es posible que los ocupantes estén tratando de hacer algo para compensar un sistema de calefacción, ventilación o aire acondicionado que no satisface sus necesidades. Observe si hay puertas que se mantienen abiertas a los pasillos, difusores bloqueados o encintados, planchas del techo levantadas, personas que utilicen ventiladores o calefactores individuales o que lleven ropa más liviana o de mayor abrigo de lo normal.

Hacinamiento: Cuando se diseña el sistema de ventilación de un edificio, se calcula la densidad de ocupación que tendrá. Cuando el número real de ocupantes se aproxima o sobrepasa la capacidad de ocupación prevista, pueden aumentar las quejas asociadas a la calidad del aire en espacios interiores. En ese momento, deberá aumentarse la tasa de ventilación con aire exterior. Sin embargo, los sistemas de ventilación y de enfriamiento pueden no tener capacidad suficiente para manejar el incremento de la carga que representa el uso actual del espacio.

Flujo de aire bloqueado: Compruebe si la ventilación es insuficiente como consecuencia de ventiladores obstruidos, reguladores de tiro defectuosos u otros desperfectos del sistema de calefacción, ventilación o aire acondicionado, o como resultado de problemas existentes en el espacio ocupado. El mobiliario, los papeles y otros materiales pueden interferir en el movimiento del aire cerca de los termostatos o bloquear el flujo de aire procedente de las entradas ubicadas en las paredes o los pisos. Si se utilizan cubículos de oficina, la circulación del aire puede mejorarse dejando un pequeño espacio (de 2 a 4 pulgadas/de 5 a 10 cm) entre los tabiques y el piso.

Cámaras del techo: Levante una de las planchas del techo y examine la cámara en busca de posibles problemas. Las paredes o los tabiques de tamaño completo que lleguen hasta el piso de arriba pueden obstruir o desviar el paso del aire en las cámaras del techo, salvo que se hayan instalado rejillas de transferencia. En caso de que se hayan instalado reguladores de tiro para permitir la circulación de aire a través de las paredes o los tabiques, confirme que estén abiertos. Los desechos de construcción y los materiales sueltos o dañados deben retirarse del área de la cámara.

Fuentes de calor: Conozca las áreas que contengan equipos de tipo poco frecuente o en cantidades inusuales, como máquinas fotocopiantes y terminales de computación. Asimismo, identifique los lugares que tengan demasiada iluminación. Las altas concentraciones de equipos y aparatos eléctricos pueden sobrecargar los sistemas de ventilación y enfriamiento.

Áreas de usos especiales: Asegúrese de que el sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado mantenga las relaciones de presión necesarias para aislar o contener los olores y contaminantes en los edificios de usos mixtos y alrededor de las áreas de usos especiales. Algunos ejemplos de áreas de usos especiales son los estacionamientos, muelles de carga, talleres de impresión, salones para fumadores, armarios de mantenimiento, áreas de almacenamiento y cocinas.

Rejillas de ventilación, extractores y tomas de aire mal ubicadas: Revise las tomas de aire exterior para ver si están ubicadas cerca de fuentes de contaminación (por ejemplo, rejillas de ventilación de plomería, salidas de extractores, contenedores de desechos, muelles de carga u otros lugares donde haya motores de vehículos en funcionamiento).

Salas de máquinas en condiciones antihigiénicas: Compruebe si el espacio donde se encuentra el sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado está limpio y seco. Algunos ejemplos de problemas en estas salas incluyen el almacenamiento de

productos de limpieza y otros inventarios de mantenimiento en la sala de máquinas; la acumulación de polvo y suciedad en el piso y los equipos, y la presencia de humedad debido a la falta de aislamiento, la ausencia de aire acondicionado o de movimiento del aire. Las condiciones antihigiénicas en una sala de máquinas son especialmente problemáticas si el aire de retorno no canalizado es forzado y se hace circular por la sala de máquinas.

Determinación de la humedad relativa

Índice de Contenidos

La humedad es algo de lo que escuchamos hablar en los informes diarios sobre el clima. La humedad es la responsable de esa sensación de bochorno que se siente algunos días de verano. La humedad puede medirse de varias maneras, pero la humedad relativa es la más frecuente. Para comprender el concepto de la humedad relativa, resulta útil saber primero qué es la humedad absoluta.

La humedad absoluta es la cantidad de vapor de agua dividida entre la cantidad de aire seco presentes en un volumen de aire a una temperatura dada. Mientras más caliente es el aire, mayor cantidad de agua puede contener.

La humedad relativa es la proporción entre la humedad absoluta actual y la mayor humedad absoluta posible (que depende de la temperatura actual del aire). Una lectura de humedad relativa del 100 por ciento significa que el aire está completamente saturado de vapor de agua y no puede admitir más vapor de agua.

Las personas somos muy sensibles a la humedad; el cuerpo depende de la evaporación del sudor para refrescar el cuerpo. El proceso de sudoración es la manera como el cuerpo trata de estar fresco y mantener su temperatura actual. Si el aire tiene una humedad relativa del 100 por ciento, el sudor no se evapora en el aire. En consecuencia, si la humedad relativa es elevada, las personas pueden tener la sensación de que hace mucho más calor de lo que indica la temperatura real. Si la humedad relativa es baja, tenemos la sensación de que hace menos calor de lo que indica el termómetro, porque nuestro sudor se evapora con facilidad y nos refresca.

Nos sentimos más cómodos cuando la humedad relativa es de alrededor de 45%. Para evitar problemas de mohos, **se recomienda mantener la humedad relativa en espacios interiores por debajo de 55% (idealmente, entre 30% y 50%).**

El método más sencillo para determinar la humedad relativa es medir las temperaturas de bulbo húmedo y de bulbo seco del aire en el interior de la estructura y utilizar una tabla psicrométrica ([Figura 2](#)) para determinar la humedad relativa. La humedad relativa corresponde a la intersección de las temperaturas de bulbo húmedo y bulbo seco medidas en el interior de la estructura. Ambas mediciones de temperatura deben hacerse en el mismo lugar y la humedad relativa que se obtiene corresponde a ese mismo lugar. La [Figura 2](#) muestra un pequeño gráfico que corresponde a una tabla

psicrométrica para una elevación de 0 metros sobre el nivel del mar; se han elaborado tablas similares para otras altitudes. Los Principios de la ASHRAE, así como muchos otros manuales sobre sistemas de aire acondicionado, incluyen un conjunto completo de tablas psicrométricas.

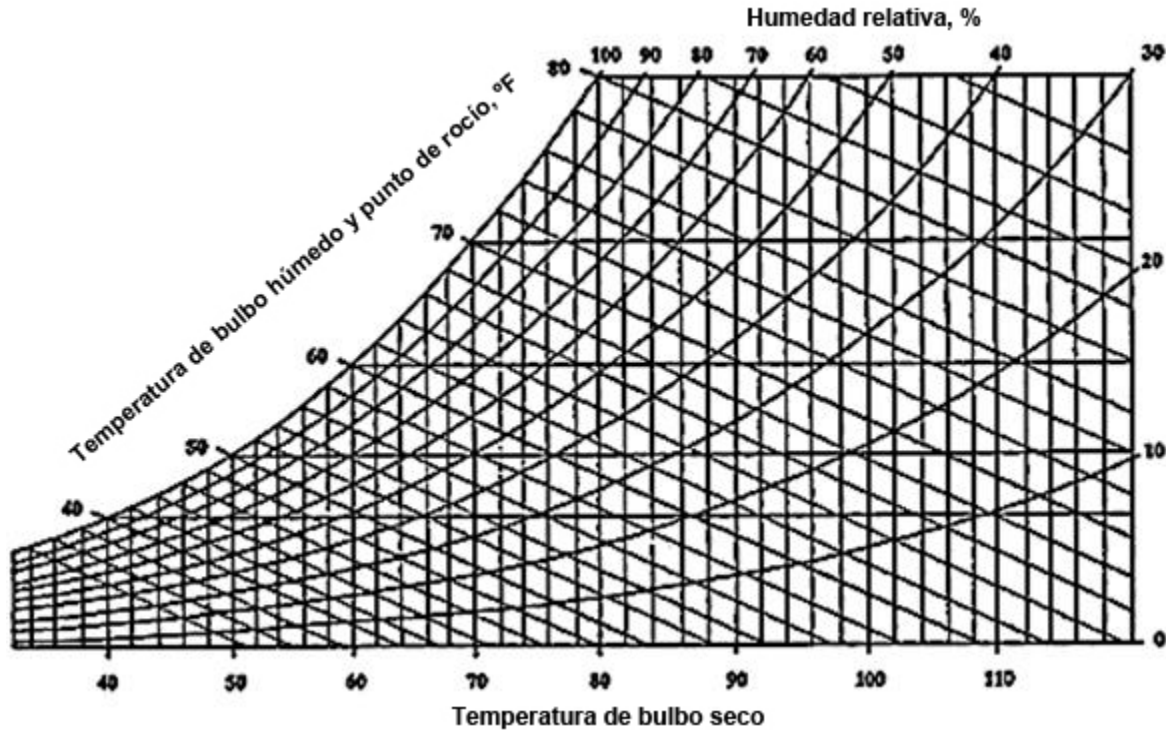


Figura 2. Tabla psicrométrica simplificada

A primera vista, una tabla psicrométrica parece complicada ([Figura 2](#)); sin embargo, el uso de la tabla puede describirse con facilidad si se separan las diversas líneas y escalas que aparecen en el gráfico. A continuación se explican los cuatro pasos para determinar la humedad relativa con una tabla psicrométrica.

Paso 1. Medir las temperaturas del aire con termómetros de bulbo húmedo y de bulbo seco.

La temperatura de bulbo seco del aire corresponde a la temperatura del aire determinada por un termómetro o un termopar corriente. En cambio, la temperatura de bulbo húmedo refleja el efecto de enfriamiento que produce el agua en evaporación. La temperatura de bulbo húmedo puede determinarse haciendo pasar aire por un termómetro cuyo bulbo (la base del termómetro) se encuentra mojado (el bulbo puede envolverse en un pequeño trozo de tela húmeda). Si se utiliza un termopar en lugar de un termómetro, se envuelve con un paño húmedo el extremo sensor del termopar. El efecto de enfriamiento del agua en evaporación es el responsable de la lectura de una temperatura menor en comparación con la obtenida con el bulbo seco. Para obtener una temperatura de bulbo húmedo precisa, debe hacerse pasar aire por el termómetro de bulbo húmedo. Para ello, puede utilizarse un ventilador o un psicrómetro de eslinga.

El psicrómetro de eslinga está compuesto por dos termómetros montados uno junto al otro sobre un soporte que puede hacerse girar o dar vueltas en el aire. El termómetro de bulbo seco está desnudo, mientras que el termómetro de bulbo húmedo está cubierto con una tela que se humedece con agua limpia. Después de hacerlo girar durante un tiempo suficiente, el termómetro de bulbo húmedo alcanza su punto de equilibrio (alcanza un valor estable) y pueden tomarse las temperaturas de ambos termómetros. Las lecturas deben tomarse con la mayor rapidez posible. A fin de obtener lecturas confiables, es imprescindible que el aire pase con rapidez por el bulbo húmedo. La [Figura 3](#) ilustra un psicrómetro de eslinga sencillo.

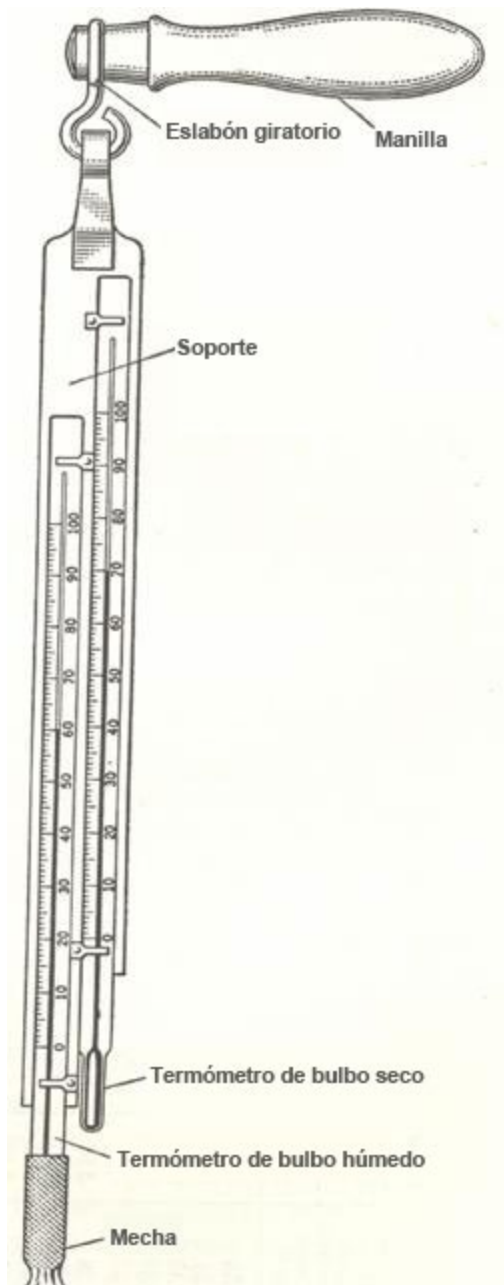


Figura 3. Psicrómetro de eslinga

Paso 2. Encontrar en la tabla psicrométrica la temperatura del aire medida con el termómetro de bulbo seco.

La temperatura de bulbo seco es la temperatura del aire medida con un termómetro o un termopar corrientes. Esta escala se ubica en la base horizontal (el eje x) de la tabla, tal como se muestra a continuación en la [Figura 4](#).

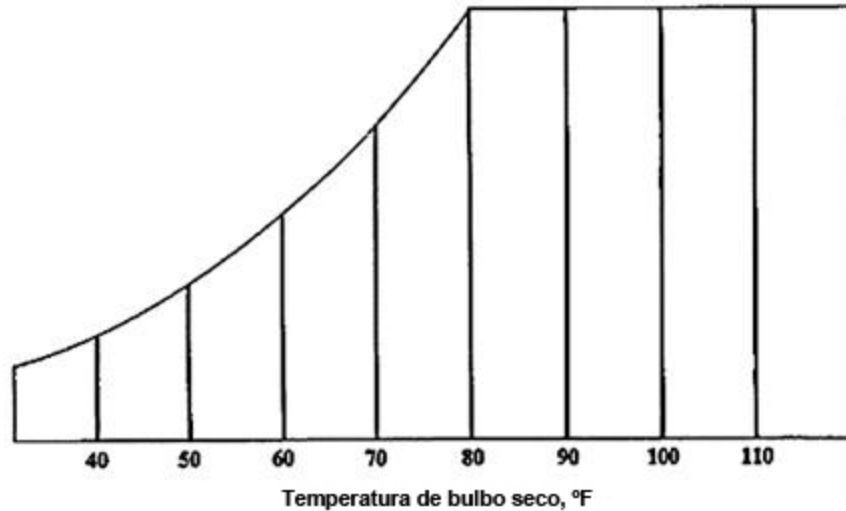


Figura 4. Líneas de una tabla psicrométrica correspondientes a la temperatura de bulbo seco

Paso 3. Encontrar en la tabla psicrométrica la temperatura del aire medida con el termómetro de bulbo húmedo.

La **temperatura de bulbo húmedo** refleja el efecto refrigerante del agua en evaporación. La escala de temperaturas de bulbo húmedo se encuentra en la curva localizada en la parte superior izquierda de la tabla. Las líneas inclinadas indican temperaturas de bulbo húmedo equivalentes. Vea abajo la [Figura 5](#).

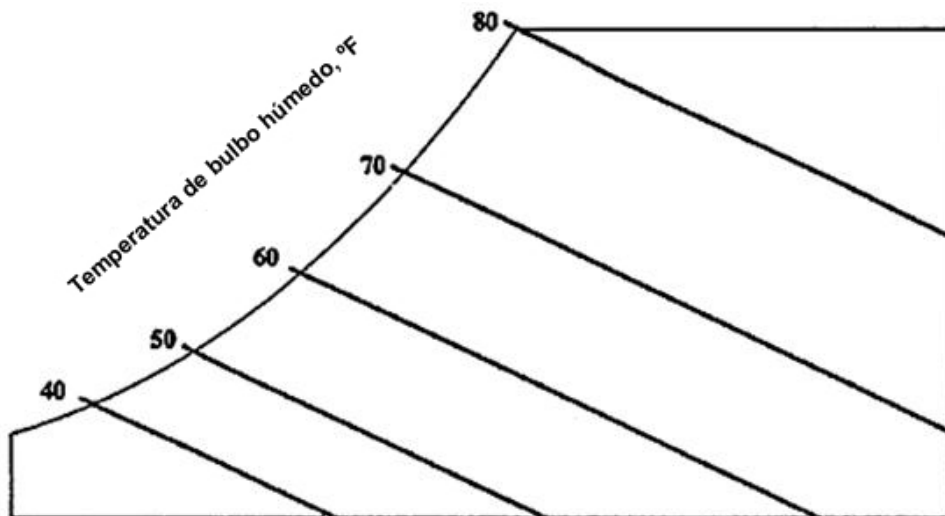


Figura 5. Líneas de una tabla psicrométrica correspondientes a la temperatura de bulbo húmedo

Paso 4. Encontrar la humedad relativa en la intersección de las líneas correspondientes a las temperaturas de bulbo húmedo y de bulbo seco.

Las líneas que representan condiciones de humedad relativa equivalentes suben en forma de abanico desde el extremo inferior izquierdo hacia la parte superior derecha de la tabla psicrométrica, tal como se muestra en la [Figura 6](#). La línea correspondiente a una humedad relativa de 100% (saturación) es también la línea que indica la temperatura de punto de rocío. La línea correspondiente a una humedad relativa de 0% coincide con la línea de la escala de temperaturas de bulbo seco. Por lo tanto, para determinar la Humedad Relativa, se busca en la tabla psicrométrica la intersección de las líneas correspondientes a las temperaturas de bulbo húmedo y de bulbo seco y se toma la humedad relativa que indica la tabla en dicha intersección.

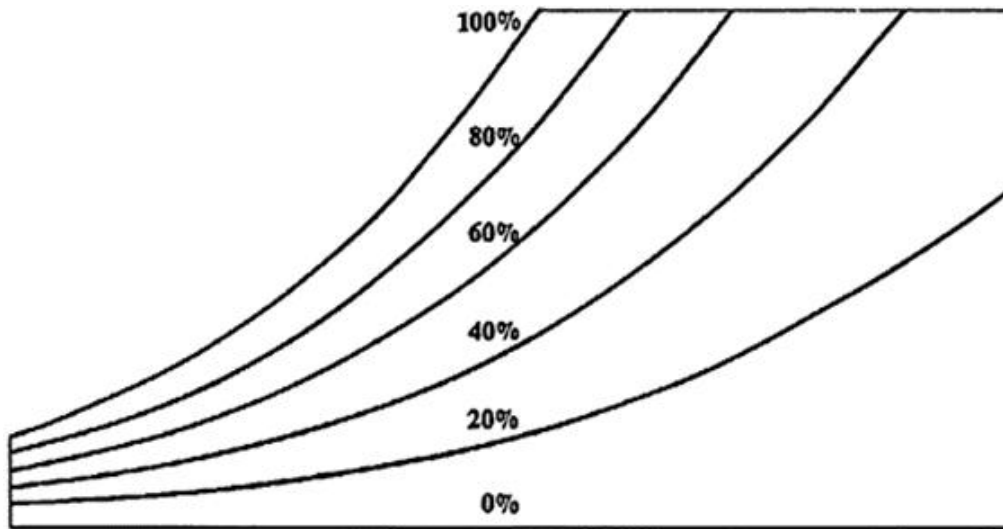


Figura 6. Líneas de una tabla psicrométrica correspondientes a la humedad relativa

Por ejemplo, si la temperatura de bulbo seco es de 80°F y la temperatura de bulbo húmedo es de 67 °F, como se muestra en la [Figura 7](#), la humedad relativa es de 50%. Asimismo, observe que el punto de rocío en este caso sería de 60 °F, lo que significa que cualquier superficie en el interior del edificio cuya temperatura se encuentre por debajo de los 60° F, como por ejemplo una instalación de ductos o una línea de aire acondicionado mal aislados, condensará humedad del aire (sudará) y, por lo tanto, sería un buen lugar para el crecimiento de mohos. Por esta razón, los ductos de aire y las líneas de refrigeración deben estar completamente aislados.

La versatilidad de la tabla psicrométrica se debe al hecho de que basta con conocer dos de las propiedades del aire húmedo para determinar sus demás propiedades. Por ende, en el caso de que haya algunas superficies frías que no puedan aislarse y que no deban condensar agua, como por ejemplo líneas de agua fría en el interior de los pisos de la estructura, pueden utilizarse el punto de rocío y la temperatura de bulbo seco para determinar el nivel máximo de humedad relativa que puede permitirse dentro de la estructura. Este manual de capacitación únicamente incluye una versión simplificada o resumida de la tabla psicrométrica. Una tabla completa incluye también las escalas correspondientes a la humedad absoluta o el peso de agua por unidad de peso de aire, la densidad, la entalpía y una corrección para presiones atmosféricas variables.

También se encuentran disponibles tablas psicrométricas que incluyen rangos de temperaturas mayores y menores.

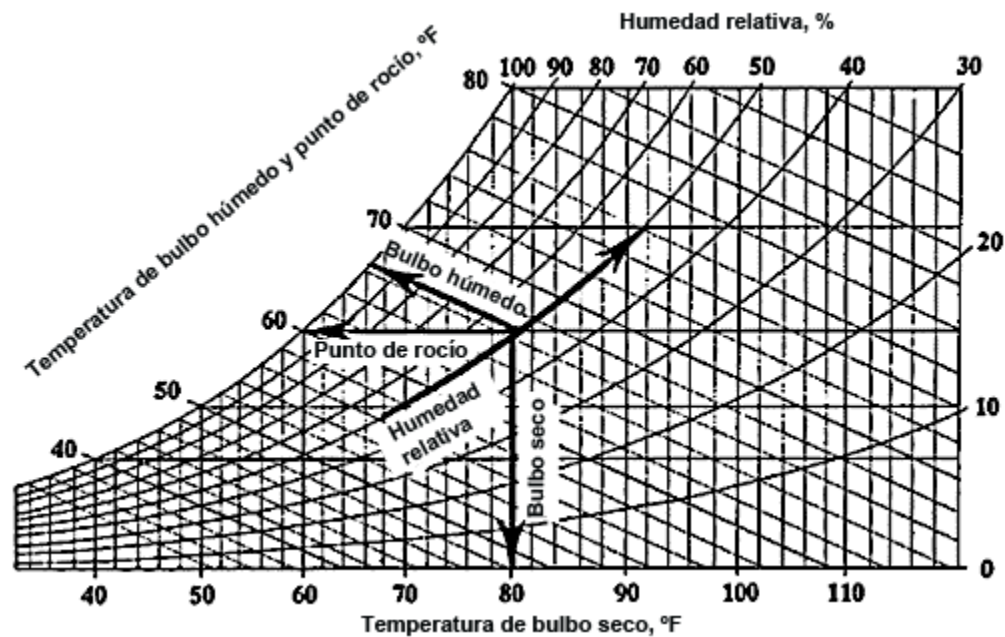


Figura 7. Ejemplo de caso: Cómo determinar la humedad relativa

Asimismo, se han diseñado tablas para determinar la humedad relativa con base en las temperaturas de bulbo húmedo y de bulbo seco. Aun cuando la tabla psicrométrica es la mejor herramienta para determinar todas las propiedades del aire húmedo a partir de tan solo dos valores medidos, algunas personas prefieren la sencillez de utilizar una tabla para determinar la humedad relativa. La Tabla 1 ilustra una de estas tablas para temperaturas y presiones normales, adaptada del tradicional *Old Farmer's Almanac* (<http://www.almanac.com/weathercenter>).

Tabla 1. Tabla psicrométrico

Temperatura de bulbo seco °F	Diferencia entre las temperaturas de bulbo seco y de bulbo húmedo °F								
	4°F	5°F	6°F	7°F	8°F	9°F	10°F	11°F	12°F
	Humedad relativa								
40°F	68%	60%	52%	45%	37%	29%	22%	15%	7%
50°F	74%	67%	61%	55%	49%	43%	38%	32%	27%
60°F	78%	73%	68%	63%	58%	53%	48%	43%	39%
70°F	81%	77%	72%	68%	64%	59%	55%	51%	48%
80°F	83%	79%	75%	72%	68%	64%	61%	57%	54%
90°F	85%	81%	78%	74%	71%	68%	65%	61%	58%

Medición de la temperatura de punto de rocío

Índice de Contenidos

Como se mencionó en el ejemplo anterior, la temperatura de punto de rocío es la temperatura por debajo de la cual la humedad del aire se condensa. El agua se condensa sobre cualquier superficie, como por ejemplo la superficie externa de un ducto de aire, de una tubería fría o de una lata de refresco, cuya temperatura sea igual o menor a la temperatura de punto de rocío. La escala de temperaturas de punto de rocío se encuentra en la misma parte curva de la tabla que la escala de temperaturas de bulbo húmedo. Sin embargo, las líneas horizontales indican temperaturas de punto de rocío equivalentes, como se muestra en las figuras [7](#) y [8](#).

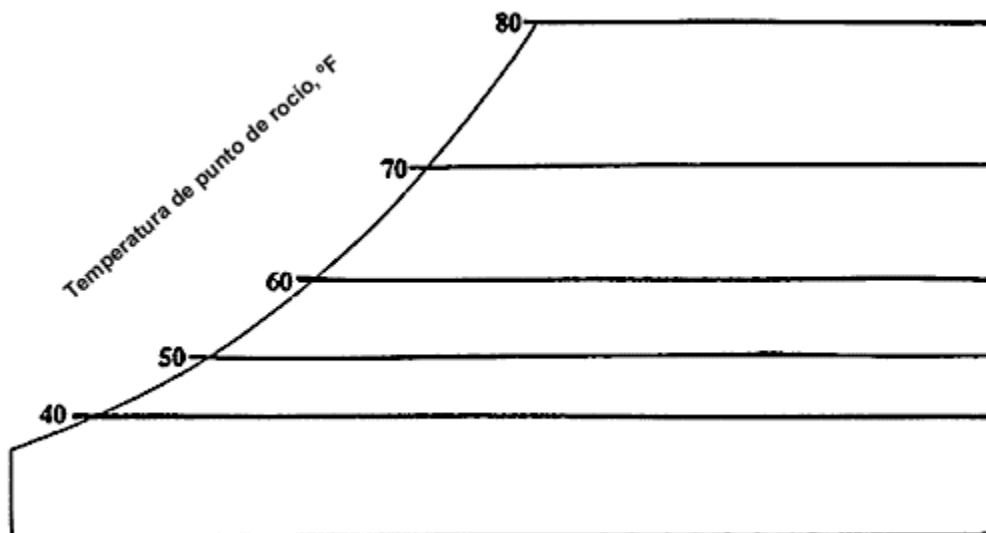


Figura 8. Líneas de una tabla psicrométrica correspondientes a la temperatura de punto de rocío

Operación y mantenimiento de las instalaciones

Índice de Contenidos

La calidad del aire en espacios interiores depende de la calidad del mantenimiento y de los materiales y procedimientos utilizados para operar y mantener los componentes del edificio, incluyendo el sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado.

Los miembros del personal de las instalaciones familiarizado con los sistemas de construcciones en general y con las características de su edificio en particular son un recurso importante para evitar y resolver problemas de calidad del aire en espacios interiores. Cuando los miembros del personal conocen la manera como sus actividades inciden sobre la calidad del aire en espacios interiores, son ellos quienes mejor pueden responder a los problemas relativos a la calidad del aire en espacios interiores. Puede ser necesario modificar las prácticas que se siguen actualmente o adoptar nuevos procedimientos en relación con los siguientes aspectos:

Programas de operación de los equipos: Confirme que el horario de los ciclos de ocupación y desocupación sea compatible con los períodos de ocupación reales, y que los sistemas de ventilación irrigen el edificio antes de que lleguen los ocupantes. La norma 62-1989 de la ASHRAE incluye pautas sobre los tiempos de funcionamiento y espera de los equipos de calefacción, ventilación y aire acondicionado. **En climas cálidos y húmedos, puede ser necesario ventilar también durante los períodos largos de desocupación a fin de evitar el crecimiento de mohos.**

Control de olores y contaminantes: Mantenga relaciones de presión apropiadas entre las distintas áreas de uso del edificio. Evite recircular el aire de áreas que sean fuentes importantes de contaminantes (por ejemplo: salas de fumadores, áreas de almacenamiento de sustancias químicas, salones de belleza). Proporcione extracción local adecuada para las actividades que generan olores, polvo o contaminantes, o confine esas actividades a lugares que se mantengan bajo presión negativa (en relación con las áreas adyacentes). Asegúrese de que las pinturas, los solventes y otros productos químicos se almacenen y manipulen de forma apropiada y que cuenten con ventilación adecuada (con extracción directa). Si se utilizan adsorbentes y recogedores de filtro locales, es necesario darles mantenimiento con regularidad.

Cantidades de ventilación: Compare las cantidades de aire exterior con el objetivo de diseño del edificio y los códigos de construcción estatal y local, y haga los ajustes según corresponda. También resulta útil conocer cuál es la tasa de ventilación en comparación con la norma 62-1989 de la ASHRAE, ya que esta pauta se elaboró con el objetivo de prevenir los problemas de calidad del aire en espacios interiores. (PIAQL-4) Debido a una demanda reciente relacionada con la calidad del aire en espacios interiores, muchos diseñadores de sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado consideran que la norma 62-89 de la ASHRAE es la norma mínima que debe cumplirse, además de los códigos locales. Si el diseñador de un edificio incumple las normas correspondientes de la ASHRAE, puede ser objeto de demandas por negligencia y responsabilidad objetiva ("strict product liability"). Asimismo, los reglamentos de construcción en muchos estados citan la norma 62-89 de la ASHRAE para hacer referencia a los requisitos de ventilación.

Programas de mantenimiento de los equipos de calefacción, ventilación y aire acondicionado: Realice con regularidad una inspección de todos los equipos (según el programa de mantenimiento recomendado) a fin de asegurarse de que estén en buenas condiciones y funcionen de acuerdo con sus especificaciones de diseño. La mayoría de los fabricantes de equipos suministran programas de mantenimiento

recomendados para sus productos. Los componentes expuestos al agua requieren un mantenimiento escrupuloso para evitar el crecimiento microbiológico.

Estrategias para responder a daños ocasionados por agua

Índice de Contenidos

En la [Tabla 2](#) se presentan estrategias para responder a daños ocasionados por agua en un plazo de entre 24 y 48 horas. Estas pautas están diseñadas para ayudar a evitar la necesidad de eliminar mohos, al tomar rápidamente medidas antes de que comience el crecimiento. Si se encuentran colonias de mohos en los materiales que aparecen en la [Tabla 2](#), consulte en la [Tabla 3](#) las pautas para su eliminación. Dependiendo del tamaño del área que haya sufrido los daños y de los recursos disponibles, puede ser necesario obtener ayuda profesional para secar a fondo y con rapidez el área afectada.



Las Tablas 2 y 3 incluyen pautas generales. Su propósito es ofrecer información básica a los técnicos para que puedan evaluar la magnitud del daño y determinar si es necesario contratar a otros especialistas en eliminación de mohos para llevar a cabo la limpieza.

Tabla 2. Limpieza de daños ocasionados por agua y prevención de mohos

Pautas para responder a daños ocasionados por agua en un plazo de entre 24 y 48 horas para prevenir el crecimiento de mohos ⁽¹⁾	
Water-Damaged Material	Actions
Libros y papeles mojados	Si son artículos de poco valor, desechar los libros y papeles. Fotocopiar los artículos valiosos o importantes y desechar los originales. Congelar (en un congelador libre de escarcha o en un frigorífico para carne) o liofilizar (deshidratar

	mediante congelación).
Alfombras y revés de alfombras mojados: Sustituir el revés y secar la alfombra en un plazo de entre 24 y 48 horas ⁽²⁾	Eliminar el agua con una aspiradora con capacidad para extraer agua. Reducir los niveles de humedad ambiental con un deshumidificador. Acelerar el proceso de secado con ayuda de ventiladores.
Planchas de techo mojadas ⁽³⁾	Desechar y sustituir las planchas.
Paneles de fibra mojados ⁽³⁾	Cortar las secciones mojadas y reemplazarlas.
Ductos de metal	Limpiar con un limpiador de superficies duras (que contiene un biocida) y dejar que sequen.
Material de aislamiento de celulosa mojado ⁽³⁾	Desechar y sustituir el material. Tratar el material nuevo y el adyacente con sellador para ductos QwikTreat™ MoldStop™ Duct Sealant.
Superficies de concreto o bloques de hormigón	Eliminar el agua con una aspiradora con capacidad para extraer agua. Acelerar el proceso de secado con deshumidificadores, ventiladores o calefactores.
Materiales de aislamiento de fibra de vidrio mojados	Desechar y sustituir el material.
Superficies duras no porosas	Limpiar con un limpiador de superficies duras (que contiene un biocida) y dejar que sequen; frotar si es necesario.
Muebles tapizados	Eliminar el agua con una aspiradora con capacidad para extraer agua. Acelerar el proceso de secado con deshumidificadores, ventiladores o calefactores.
Paneles de yeso (paredes de tablarroca o "drywall")	Pueden secarse en el lugar si no hay hinchamiento visible y las uniones están intactas. De lo contrario, retirar los paneles afectados, desecharlos y reemplazarlos. De ser posible, ventilar la cavidad interior de las paredes.
Cortinas	Seguir las instrucciones de lavado o limpieza recomendadas por el fabricante.
Superficies de madera	Eliminar la humedad inmediatamente y utilizar deshumidificadores, calor ligero y ventiladores para el proceso de secado. (Deben tomarse

	precauciones cuando se aplique calor a pisos de madera noble.) Las superficies de madera tratada o acabada pueden limpiarse con un detergente suave y agua limpia y dejarse secar. Los paneles de madera mojados deben separarse de las paredes para que puedan secarse.
--	--

(1) Si ha crecido moho o los materiales han estado mojados más de 48 horas, consulte las pautas incluidas en la [Tabla 2](#). Aún en el caso de que los materiales se hayan secado en un plazo de 48 horas, pueden haber crecido mohos.

Estas pautas están diseñadas para responder a daños causados por agua limpia. Si la fuente del agua está contaminada con aguas residuales o contaminantes biológicos o químicos, la OSHA exige el uso de equipo de protección personal y contención. Debe consultarse un experto profesional con experiencia en manejo de materiales peligrosos. No utilice ventiladores sin haber determinado antes que el agua sea limpia o higiénica.

(2) También debe secarse y limpiarse el piso debajo de las alfombras y de otros materiales de recubrimiento de suelos. Vea las medidas recomendadas en la sección correspondiente de la [Tabla 1](#), dependiendo de la composición del suelo.

(3) El limpiador de superficies duras (que contiene un biocida) debe utilizarse únicamente en superficies duras no porosas. Si los ductos de metal tienen están provistos de un forro interior aislante de fibra de vidrio, las secciones mojadas del forro deben sustituirse.

Control de mohos

Índice de Contenidos

Introducción

Es imposible eliminar todos los mohos y las esporas de mohos de los espacios interiores; algunas esporas de mohos pueden encontrarse flotando en el aire y en el polvo. Las esporas de mohos no crecen si no hay humedad presente. El crecimiento de mohos en espacios interiores puede y debe prevenirse o controlarse por medio del control de la humedad en los espacios interiores. Si hay proliferación de mohos en una estructura, elimine los materiales mohosos y húmedos, incluyendo los tableros de ductos y los materiales de aislamiento, trate las superficies con los productos apropiados y corrija el problema con el agua. **Si se limpian los mohos, pero no se arregla el problema con el agua, el problema de mohos volverá a presentarse. Mantenga la humedad relativa en los espacios interiores por debajo de 55% (en condiciones ideales, la humedad relativa debe ser de 30 y 50%).**

Pautas para la eliminación de mohos

En la [Tabla 3](#) se presentan pautas para la eliminación de mohos en materiales de construcción que tienen o es probable que tengan crecimiento de mohos. Las pautas incluidas en la [Tabla 3](#) están diseñadas para proteger la salud de los ocupantes y del personal de limpieza durante el proceso de eliminación de mohos. Estas pautas se basan en el área y el tipo de material afectados por el daño por agua o por el crecimiento de mohos.

Siempre que sea posible, las actividades de eliminación de mohos deben programarse para tener lugar durante un horario en el que sea menos probable afectar a los ocupantes del edificio.

Si bien el nivel de protección personal que se recomienda en estas pautas dependen de la superficie total del área contaminada y el potencial de exposición del técnico o de los ocupantes, el criterio profesional siempre debe tenerse en cuenta a la hora de tomar cualquier decisión relativa al proceso de eliminación de mohos. Estas pautas para la eliminación de mohos se basan en el tamaño del área afectada, a fin de facilitar a los técnicos seleccionar las técnicas apropiadas, y en ningún caso se basan en los efectos para la salud ni en investigaciones que demuestren que exista algún método apropiado en función de un número de pies cuadrados. Las pautas han sido diseñadas para ayudar a elaborar un plan de eliminación de mohos. El técnico debe aplicar su propio criterio profesional y su experiencia para adaptar estas pautas a cada situación en particular. Sea precavido cuando tenga alguna duda.

En aquellos casos en los que se haya identificado o se sospeche la presencia de especies de mohos especialmente tóxicas, se sospeche que hay una colonia grande de moho oculta (por ejemplo, detrás de papel tapiz de vinilo o dentro del sistema de calefacción, ventilación o aire acondicionado), exista una gran posibilidad de que el moho pase al aire o estén presentes personas muy sensibles (por ejemplo, personas que sufren asma o alergias graves), debe adoptarse un enfoque mucho más cauteloso y conservador con respecto al proceso de eliminación de mohos. Asegúrese siempre de protegerse y proteger a los ocupantes del edificio de la exposición a los mohos y a las esporas de mohos. Si alguna persona informa inquietudes relativas a su salud, consulte inmediatamente a un médico. Si se presenta una emergencia de salud, llame al 911.

Tabla 3. Pautas para eliminar el crecimiento de mohos en edificios provocado por agua limpia*

ÁREA PEQUEÑA: Superficie total del área afectada inferior a 10 pies cuadrados (pies²)			
Material	Métodos de limpieza**	Equipo de protección personal	Contención
Libros y papeles	- Aspiradora con filtro HEPA	Mínimo: - Respirador N-95 - Guantes - Anteojos de seguridad	No se requiere
Alfombras y revés de alfombras	- Aspiradora para agua - Aspiradora con filtro HEPA	Mínimo: - Respirador N-95 - Guantes - Anteojos de seguridad	No se requiere
Concreto o bloques de hormigón	- Aspiradora para agua - Aspiradora con filtro HEPA	Mínimo: - Respirador N-95 - Guantes - Anteojos de seguridad	No se requiere
Superficies duras, materiales porosos de recubrimiento de suelos (linóleo, baldosas de cerámica, vinilo)	- Aspiradora para agua - Paño húmedo - Aspiradora con filtro HEPA	Mínimo: - Respirador N-95 - Guantes - Anteojos de seguridad	No se requiere
Superficies duras no porosas (plásticos, metales)	- Aspiradora para agua - Paño húmedo -	Mínimo: - Respirador N-95 - Guantes - Anteojos de seguridad	No se requiere

	Aspiradora con filtro HEPA		
Muebles tapizados y cortinas	- Aspiradora para agua - Aspiradora con filtro HEPA	Mínimo: - Respirador N-95 - Guantes - Anteojos de seguridad	No se requiere
Paneles de yeso (paredes de tablarroca o "drywall")	- Aspiradora con filtro HEPA	Mínimo: - Respirador N-95 - Guantes - Anteojos de seguridad	No se requiere
Superficies de madera	- Aspiradora para agua - Paño húmedo - Aspiradora con filtro HEPA	Mínimo: - Respirador N-95 - Guantes - Anteojos de seguridad	No se requiere

ÁREA MEDIANA: Superficie total del área afectada de entre 10 y 100 pies²

Material	Métodos de limpieza ⁽²⁾	Equipo de protección personal	Contención
Libros y papeles	- Aspiradora con filtro HEPA	Limitado o completo Utilice su criterio profesional; tenga en cuenta la exposición o el potencial de exposición que tendrá que afrontar el técnico y el tamaño del área contaminada.	Limitada Utilice su criterio profesional; tenga en cuenta la exposición o el potencial de exposición que tendrá que afrontar el técnico o los ocupantes y el tamaño del área contaminada.
Alfombras y revés de	- Aspiradora para agua	Limitado o completo Utilice su criterio	Limitada Utilice su criterio profesional;

alfombras	- Aspiradora con filtro HEPA - Desechar	profesional; tenga en cuenta la exposición o el potencial de exposición que tendrá que afrontar el técnico y el tamaño del área contaminada.	tenga en cuenta la exposición o el potencial de exposición que tendrá que afrontar el técnico o los ocupantes y el tamaño del área contaminada.
Concreto o bloques de hormigón	- Aspiradora para agua - Aspiradora con filtro HEPA	Limitado o completo Utilice su criterio profesional; tenga en cuenta la exposición o el potencial de exposición que tendrá que afrontar el técnico y el tamaño del área contaminada.	Limitada Utilice su criterio profesional; tenga en cuenta la exposición o el potencial de exposición que tendrá que afrontar el técnico o los ocupantes y el tamaño del área contaminada.
Superficies duras, materiales porosos de recubrimiento de suelos (linóleo, baldosas de cerámica, vinilo)	- Aspiradora para agua - Paño húmedo - Aspiradora con filtro HEPA	Limitado o completo Utilice su criterio profesional; tenga en cuenta la exposición o el potencial de exposición que tendrá que afrontar el técnico y el tamaño del área contaminada.	Limitado o completo Utilice su criterio profesional; tenga en cuenta la exposición o el potencial de exposición que tendrá que afrontar el técnico y el tamaño del área contaminada.
Superficies duras no porosas (plásticos, metales)	- Aspiradora para agua - Paño húmedo - Aspiradora con filtro HEPA	Limitado o completo Utilice su criterio profesional; tenga en cuenta la exposición o el potencial de exposición que tendrá que afrontar el técnico y el tamaño del área contaminada.	Limitada Utilice su criterio profesional; tenga en cuenta la exposición o el potencial de exposición que tendrá que afrontar el técnico o los ocupantes y el tamaño del área contaminada.
Muebles tapizados y cortinas	- Aspiradora para agua - Aspiradora con filtro	Limitado o completo Utilice su criterio profesional; tenga en cuenta la exposición o el potencial de	Limitada Utilice su criterio profesional; tenga en cuenta la exposición o el potencial de exposición que tendrá que

	HEPA - Desechar	exposición que tendrá que afrontar el técnico y el tamaño del área contaminada.	afrontar el técnico o los ocupantes y el tamaño del área contaminada.
Paneles de yeso (paredes de tablarroca o "drywall")	- Aspiradora con filtro HEPA - Desechar	Limitado o completo Utilice su criterio profesional; tenga en cuenta la exposición o el potencial de exposición que tendrá que afrontar el técnico y el tamaño del área contaminada.	Limitado o completo Utilice su criterio profesional; tenga en cuenta la exposición o el potencial de exposición que tendrá que afrontar el técnico y el tamaño del área contaminada.
Superficies de madera	- Aspiradora para agua - Paño húmedo - Aspiradora con filtro HEPA	Limitado o completo Utilice su criterio profesional; tenga en cuenta la exposición o el potencial de exposición que tendrá que afrontar el técnico o los ocupantes y el tamaño del área contaminada.	Limitada Utilice su criterio profesional; tenga en cuenta la exposición o el potencial de exposición que tendrá que afrontar el técnico o los ocupantes y el tamaño del área contaminada.
AREAS GRANDES: Superficie total del área afectada superior a 100 pies² o estimación de un potencial significativo de que los ocupantes o el técnicos tengan una mayor exposición durante el proceso de eliminación			
Material	Métodos de limpieza ⁽²⁾	Equipo de protección personal	Contención
Libros y papeles	- Aspiradora con filtro HEPA	Completo Utilice su criterio profesional; tenga en cuenta la exposición o el potencial de exposición que tendrá que afrontar el técnico o los ocupantes y el tamaño del área contaminada.	Completa Utilice su criterio profesional; tenga en cuenta la exposición o el potencial de exposición que tendrá que afrontar el técnico o los ocupantes y el tamaño del área contaminada.

<p>Alfombras y revés de alfombras</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aspiradora para agua - Aspiradora con filtro HEPA - Desechar 	<p>Completo</p> <p>Utilice su criterio profesional; tenga en cuenta la exposición o el potencial de exposición que tendrá que afrontar el técnico o los ocupantes y el tamaño del área contaminada.</p>	<p>Completa</p> <p>Utilice su criterio profesional; tenga en cuenta la exposición o el potencial de exposición que tendrá que afrontar el técnico o los ocupantes y el tamaño del área contaminada.</p>
<p>Concreto o bloques de hormigón</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aspiradora para agua - Aspiradora con filtro HEPA 	<p>Completo</p> <p>Utilice su criterio profesional; tenga en cuenta la exposición o el potencial de exposición que tendrá que afrontar el técnico o los ocupantes y el tamaño del área contaminada.</p>	<p>Completa</p> <p>Utilice su criterio profesional; tenga en cuenta la exposición o el potencial de exposición que tendrá que afrontar el técnico o los ocupantes y el tamaño del área contaminada.</p>
<p>Superficies duras, materiales porosos de recubrimiento de suelos (linóleo, baldosas de cerámica, vinilo)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aspiradora para agua - Paño húmedo - Aspiradora con filtro HEPA - Desechar 	<p>Completo</p> <p>Utilice su criterio profesional; tenga en cuenta la exposición o el potencial de exposición que tendrá que afrontar el técnico o los ocupantes y el tamaño del área contaminada.</p>	<p>Completa</p> <p>Utilice su criterio profesional; tenga en cuenta la exposición o el potencial de exposición que tendrá que afrontar el técnico o los ocupantes y el tamaño del área contaminada.</p>
<p>Superficies duras no porosas (plásticos, metales)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aspiradora para agua - Paño húmedo - Aspiradora con filtro HEPA 	<p>Completo</p> <p>Utilice su criterio profesional; tenga en cuenta la exposición o el potencial de exposición que tendrá que afrontar el técnico o los ocupantes y el tamaño del área</p>	<p>Completa</p> <p>Utilice su criterio profesional; tenga en cuenta la exposición o el potencial de exposición que tendrá que afrontar el técnico o los ocupantes y el tamaño del área contaminada.</p>

		contaminada.	
Muebles tapizados y cortinas	<ul style="list-style-type: none"> - Aspiradora para agua - Aspiradora con filtro HEPA - Desechar 	<p>Completo</p> <p>Utilice su criterio profesional; tenga en cuenta la exposición o el potencial de exposición que tendrá que afrontar el técnico o los ocupantes y el tamaño del área contaminada.</p>	<p>Completa</p> <p>Utilice su criterio profesional; tenga en cuenta la exposición o el potencial de exposición que tendrá que afrontar el técnico o los ocupantes y el tamaño del área contaminada.</p>
Paneles de yeso (paredes de tablarroca o "drywall")	<ul style="list-style-type: none"> - Aspiradora con filtro HEPA - Desechar 	<p>Completo</p> <p>Utilice su criterio profesional; tenga en cuenta la exposición o el potencial de exposición que tendrá que afrontar el técnico o los ocupantes y el tamaño del área contaminada.</p>	<p>Completa</p> <p>Utilice su criterio profesional; tenga en cuenta la exposición o el potencial de exposición que tendrá que afrontar el técnico o los ocupantes y el tamaño del área contaminada.</p>
Superficies de madera	<ul style="list-style-type: none"> - Aspiradora para agua - Paño húmedo - Aspiradora con filtro HEPA - Desechar 	<p>Completo</p> <p>Utilice su criterio profesional; tenga en cuenta la exposición o el potencial de exposición que tendrá que afrontar el técnico o los ocupantes y el tamaño del área contaminada.</p>	<p>Completa</p> <p>Utilice su criterio profesional; tenga en cuenta la exposición o el potencial de exposición que tendrá que afrontar el técnico o los ocupantes y el tamaño del área contaminada.</p>

⁽¹⁾Utilice su criterio profesional para determinar los niveles prudentes de utilización de equipos de protección personal y de contención para cada situación, en especial cuando el tamaño del área afectada es más grande y aumenta el potencial de exposición a mohos y de sufrir consecuencias para la salud. Si durante el proceso de eliminación encuentra un nivel de contaminación mayor al previsto, evalúe la necesidad de utilizar mayor equipo de protección personal. Si los materiales han permanecido mojados durante un período inferior a 48 horas y no hay crecimiento de moho visible, consulte la [Tabla 2](#).

Estas pautas están diseñadas para responder a daños causados por agua limpia. Si sabe o sospecha que la fuente de agua está contaminada con aguas residuales o contaminantes químicos o biológicos, la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) exige la utilización de equipos de protección personal y contención. Debe contratarse a un profesional certificado en manejo de materiales peligrosos.

(2) Seleccione el método más apropiado en función de la situación. Dado que los mohos destruyen progresivamente los materiales sobre los que crecen, si no se responde con prontitud al crecimiento del moho, los daños sufridos por algunos objetos pueden ser de tal magnitud que sea imposible restaurar su apariencia original. Recuerde que esta tabla incluye solamente pautas; algunos profesionales pueden preferir otros métodos de limpieza.

MÉTODOS DE LIMPIEZA

Método 1: Aspiradora para agua. En los materiales porosos de los ductos, pueden quedar algunas esporas o fragmentos de mohos. La sustitución de este material del conducto poroso se recomienda siempre.

Método 2: Limpie las superficies no porosas con el limpiador para superficies duras que contiene un biocida. Vivos o muertos, los mohos son alergénicos, y algunos de ellos pueden ser tóxicos. Por lo general, los mohos pueden matarse y eliminarse de las superficies no porosas (duras) enjuagando estas superficies con el limpiador para superficies duras que contiene un biocida. Instrucciones para usar cualquier limpiador de superficies duras siempre deben ser leídas y seguidas. Los materiales porosos que se encuentran húmedos y tienen mohos creciendo en su superficie tienen que desecharse, porque los mohos filtran las sustancias porosas y crecen o llenan las grietas o los espacios vacíos, por lo que es imposible eliminar por completo estos mohos.

Método 3: Utilice una aspiradora con filtro de alta eficiencia para partículas aéreas (HEPA) para aspirar el material una vez que se haya secado bien. Elimine el contenido del filtro HEPA en bolsas plásticas selladas.

Se recomienda utilizar aspiradoras equipadas con filtros HEPA (de alta eficiencia para partículas aéreas) para hacer la limpieza final de las áreas afectadas después de que todos los materiales se hayan secado bien y se hayan retirado los materiales contaminados. Asimismo, se recomienda utilizar aspiradoras equipadas con filtros HEPA para limpiar el polvo que haya podido depositarse en las superficies fuera del área afectada. Debe comprobarse que el filtro esté bien colocado en la aspiradora, de manera tal que todo el aire pase a través del filtro. Cuando cambie el filtro de la aspiradora, utilice equipo de protección personal para evitar la exposición a los mohos que hayan quedado atrapados en el filtro. El filtro y el contenido de la aspiradora deben desecharse en bolsas plásticas bien selladas.

Método 4: Deseche los materiales dañados por agua y séllelos en bolsas plásticas cuando estén dentro del área de contención, si es el caso. Utilice una aspiradora equipada con filtro HEPA para limpiar el área una vez que esté seca.

Los materiales de construcción y el mobiliario que estén contaminados por crecimiento de mohos y no puedan recuperarse deben envolverse en dos capas de lámina de polietileno de 6 mm. Estos materiales normalmente pueden eliminarse como materiales de desecho de construcción corrientes. A fin de minimizar la dispersión de esporas de mohos por todo el edificio, es importante empacar los materiales contaminados por mohos en bolsas selladas antes de sacarlos del área de contención. Los objetos grandes que tengan mucho moho deben cubrirse con láminas de polietileno y sellarse con cinta para ductos antes de ser retirados del área de contención.

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (PPE)

Mínimo: guantes, respirador N-95, anteojos de seguridad

Limitado: guantes, respirador N-95 o respirador de media cara con filtro HEPA, overol o mono desechable, anteojos de seguridad

Completo: guantes, indumentaria para todo el cuerpo desechable, protección para la cabeza, forros para los zapatos, respirador de cara completa con filtro HEPA

CONTENCIÓN

Limitada: Utilice láminas de polietileno desde el techo hasta el piso alrededor del área afectada, con una entrada en forma de corte y una solapa que la cubra; mantenga el área bajo presión negativa con una unidad de ventilación equipada con un filtro HEPA. Bloquee los conductos de ventilación de suministro y retorno en el área de contención.

Completa: Utilice dos capas de láminas de polietileno ignífugo (retardador de fuego) y una cámara de aire. Mantenga el aire bajo presión negativa utilizando una unidad de ventilación equipada con un filtro HEPA que descargue fuera del edificio. Bloquee los conductos de ventilación de suministro y retorno en el área de contención.

Esta tabla se ha diseñado con base en bibliografía y documentos sobre eliminación de mohos, incluyendo entre otros *Bioaerosols: Assessment and Control* (American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 1999) y *IICRC S500, Standard and Reference Guide for Professional Water Damage Restoration* (Institute of Inspection, Cleaning and Restoration, 1999).

Consejos prácticos de seguridad durante la eliminación de mohos

- ▶ No toque mohos ni objetos mohosos con las manos desnudas
- ▶ No permita que mohos ni esporas de moho entren en contacto con sus ojos.
- ▶ No respire mohos ni esporas de mohos.
- ▶ Consulte en la [Tabla 3](#) las pautas relativas al equipo de protección personal (PPE) y la contención.

- ▶ Considere la utilización de equipo de protección personal si se van a agitar mohos. El equipo de protección personal mínimo está compuesto por un respirador N-95, guantes y anteojos de seguridad.

Toma de muestras de mohos

Mainstream produce un equipo de pruebas para muestras de mohos superficiales, conocido como QwikTreat™ MoldTest™ Kit, que los técnicos capacitados en el oficio de la refrigeración, calefacción, ventilación y aire acondicionado pueden utilizar si se desea hacer una identificación del moho. En aquellas situaciones en las que hay una demanda, se tiene dudas sobre la(s) fuente(s) de la contaminación por mohos o las inquietudes relacionadas con la salud son un problema, evalúe la posibilidad de tomar muestras de mohos como parte de la evaluación del sitio. La toma de muestras superficiales también puede resultar útil para determinar si un área se limpió de modo adecuado. Las muestras deben tomarse únicamente después de diseñar un plan de muestreo que incluya una teoría confirmable en relación con las posibles fuentes de mohos y las rutas de exposición. Antes de tomar las muestras, trate de determinar qué ocurre y la manera de comprobar si está ocurriendo o no.

Los resultados de las muestras pueden tener un uso o una aplicación limitados. Las muestras pueden ayudar a localizar la fuente de contaminación por mohos, identificar algunas de las especies de mohos presentes y diferentes entre mohos y hollín o suciedad. Tomar muestras antes y después de un proceso de eliminación de mohos también puede ser útil para determinar si los esfuerzos de eliminación han sido eficaces. Dado que ni la EPA ni otros organismos federales han establecido valores límite en relación con los mohos o las esporas de mohos, las muestras de aire no pueden utilizarse para comprobarse el cumplimiento de un edificio de las normas federales relativas a mohos. Los análisis de las muestras deben cumplir los métodos analíticos recomendados por la Asociación Americana de Higiene Industrial (American Industrial Hygiene Association, AIHA) o la Conferencia Americana de Higienistas Industriales del Gobierno (American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH). Los tipos de muestras incluyen muestras de aire, muestras de superficies, muestras industriales (trozos de tableros de ductos, alfombras, materiales de aislamiento, paneles de yeso, etc.) y muestras de agua tomadas en las bandejas de drenaje de condensación, los humidificadores o las torres de enfriamiento. La toma de muestras superficiales es un método ideal para identificar los mohos que en realidad crecen en la estructura.

Recuerde que las pruebas de mohos sólo ofrecen información de carácter temporal. Cuando se toman correctamente, las muestras superficiales revelan qué estaba creciendo en una superficie dada en el momento en que se tomó la muestra.

Información clave que hay que recordar sobre los mohos:

(PIAQT-6) Si el tablero del ducto está mojado o mohoso, o el material de aislamiento de los ductos de metal se moja o se vuelve mohoso, no pueden limpiarse eficazmente y, por lo tanto deben ser retirados y sustituidos.

- ▶ Si las condiciones que originalmente causaron el crecimiento del moho no se corrigen, el moho volverá a crecer. El tratamiento con biocidas, como las contenidas en un limpiador para superficies duras matará el crecimiento del moho, pero tarde o temprano éste volverá a aparecer si el problema de humedad no se soluciona. Es fundamental que se resuelva el problema de humedad.
- ▶ (PIAQSP-4) No se ha demostrado que la limpieza de los ductos sea eficaz para prevenir problemas de salud. De hecho, las investigaciones no demuestran de manera concluyente que los niveles de partículas en los edificios aumenten a causa de que los ductos de aire están sucios ni que disminuyan después de limpiar estos ductos. Esto se debe a que gran parte de la suciedad que puede acumularse en el interior de los ductos de aire se adhiere a las superficies de los ductos y no necesariamente ingresa en los espacios habitados. Es importante recordar que los ductos de aire sucios son tan solo una de las muchas fuentes posibles de las partículas presentes en los edificios. Los contaminantes ingresan a una estructura gracias a las actividades que se desarrollan tanto en el exterior como en el interior del edificio, como por ejemplo cocinar, limpiar, fumar o los movimientos corrientes de un lugar a otro del edificio. No existen pruebas que demuestren que una pequeña cantidad de polvo o de otras partículas que se encuentre en los ductos de aire represente algún riesgo para la salud. Por el contrario, los mohos que se detecten deben ser eliminados. Si se encuentran en superficies duras, pueden eliminarse con el limpiador para superficies duras, mientras que si se encuentran en superficies porosas, los materiales porosos mohosos deben retirarse. Los mohos no pueden eliminarse por completo de las superficies porosas; por lo tanto, estos materiales deben desecharse.
- ▶ La EPA no recomienda la limpieza de los ductos de aire salvo cuando sea necesario hacerlo, ya que siguen existiendo dudas acerca de los beneficios de limpiar los ductos. Los proveedores de servicio y anunciantes que aseguran que la EPA recomienda la limpieza rutinaria de los ductos o que declare que tal limpieza aporta beneficios para la salud deben ser denunciados ante la EPA.
- ▶ (PIAQSP-6) En cambio, la EPA sí recomienda que las calderas, estufas y chimeneas que funcionen con combustible se sometan a una revisión para garantizar que funcionen de forma apropiada y darles mantenimiento antes de cada estación de calefacción, a fin de proteger a los ocupantes de sufrir envenenamiento por monóxido de carbono. (PIAQSP-7) Las investigaciones realizadas también indican que limpiar los serpentines de enfriamiento, los ventiladores y los intercambiadores de calor que estén sucios puede incrementar la eficacia y la capacidad de los sistemas de calefacción y enfriamiento, al tiempo que se eliminan fuentes de alimentación de los que dependen los mohos y otras bacterias.

- ▶ No pinte ni calafatee superficies mohosas; limpie y seque las superficies antes de aplicar pintura. Es muy probable que la pintura que se aplique sobre superficies mohosas se desprenda.
- ▶ El propósito del proceso de eliminación de mohos es eliminar los mohos para evitar que las personas se expongan a ellos, así como también evitar daño a los materiales de construcción y al mobiliario del edificio.
- ▶ Asegúrese de limpiar la contaminación por mohos, no sólo matarlos. (PIAQS-3) Los mohos muertos siguen siendo alergénicos, y algunos mohos muertos son potencialmente tóxicos.
- ▶ (PIAQMS-2) No se recomienda el uso de cloro para matar mohos. En superficies duras no porosas, utilice el limpiador para superficies duras, mientras que en el caso de los paneles de fibra y los materiales de aislamiento fibrosos y porosos, el material debe ser sustituido (PIAQA-1)(PIAQA-2) (PIAQS-5) Los biocidas químicos pueden utilizarse únicamente en superficies duras y no porosas. Nunca utilice estos compuestos en presencia de personas cuyo sistema inmunológico se encuentre debilitado. Recuerde que los biocidas son tóxicos no sólo para los mohos, sino también para las personas. Utilice equipos de protección personal apropiados. Lea y cumpla las advertencias de seguridad que aparecen en las etiquetas.
- ▶ (PIAQS-4) Nunca mezcla soluciones de cloro con ninguna otra solución limpiadora ni detergentes que contengan amoníaco; pueden producirse emanaciones tóxicas.
- ▶ No es posible ni deseable esterilizar un área; en el aire siempre quedará cierta concentración (nivel de fondo o "background level") de esporas de moho (aproximadamente equivalente al nivel presente en el aire exterior). Estas esporas no crecerán si el problema de humedad del edificio se ha resuelto.
- ▶ Cuando se utilicen ventiladores para secar o ventilar, tenga cuidado de no distribuir esporas de moho en un área no afectada.
- ▶ Comúnmente se aplican fungicidas en polvo o rociados a las plantas de exterior, la tierra y los cereales. Algunos ejemplos de estos fungicidas utilizados son el hexaclorobenceno, los compuestos organomercuriales, el pentaclorofenol, las ftalimidias y los ditiocarbamatos. **No utilice fungicidas formulados para ser utilizados en espacios exteriores para eliminar mohos en espacios interiores ni en ninguna otra situación en espacios interiores. Estos compuestos pueden provocar la muerte sin previo aviso.**

Limpieza de ductos de aire

Índice de Contenidos

En este manual, "limpieza de ductos" no se refiere a la limpieza de los difusores y las rejillas de ventilación, los intercambiadores de calor de la caldera y los serpentines de enfriamiento del aire acondicionado, las bandejas de drenaje de condensación (las bandejas de goteo), el humidificador, el motor y la carcasa del ventilador, y la caja de la

unidad de gestión de aire, sino más bien a la limpieza de los ductos en sí, tanto los de materiales porosos como los de materiales no porosos.

Si no se instala bien, no recibe un mantenimiento adecuado o no se opera de forma apropiada, partes del sistema de calefacción, ventilación o aire acondicionado pueden contaminarse con partículas de polvo, polen u otros residuos. Y si hay humedad presente, aumenta el potencial de que se produzcan crecimientos microbiológicos y es posible que las esporas de tales crecimientos lleguen a los espacios habitables del edificio. Como se dijo más arriba, estos contaminantes pueden provocar reacciones alérgicas y otros síntomas en determinadas personas si se ven expuestos a ellos.

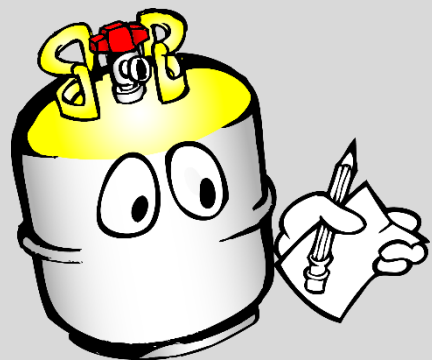
(PIAQL-1) No deben aplicarse en el interior de las instalaciones de ductos de materiales porosos biocidas químicos formulados para matar contaminantes microbiológicos, ya que la EPA aún no ha determinado si este enfoque es seguro. La EPA no ha certificado ningún producto para este uso, en parte porque aún no ha hecho la determinación de su seguridad. Dado que los biocidas matan organismos vivos, el técnico de servicio o los ocupantes del edificio podrían verse aquejados por graves problemas de salud si los inhalaran. Estos problemas de salud son especialmente graves en el caso de las mujeres embarazadas y los niños. Ningún producto biocida debe utilizarse nunca de manera tal que el técnico de servicio o los ocupantes tengan alguna posibilidad de inhalarlo.

(PIAQSP-8) Existen tratamientos químicos (productos selladores y otros encapsulantes) que cubren o encapsulan las superficies interiores de los ductos de aire y las cajas de los equipos para evitar que liberen partículas de suciedad o fibras en los ductos; sin embargo, **estos productos deben aplicarse tan sólo después de que el sistema haya sido sometido a una limpieza apropiada y no queden restos visibles de polvo o residuos y todas las secciones húmedas o mohosas hayan sido retiradas y sustituidas.** Los productos de limpieza que contienen biocidas (esencialmente venenos) deben estar registrados en la EPA y mostrar el número de registro en la EPA en el envase. Los productos que eliminan el moho a la vez que encapsulan o sellan superficies porosas que contienen moho evitando los biocidas, no están registrados en la EPA, ya que el biocida está encapsulado en la superficie tratada. Siga todas las instrucciones de la etiqueta.

(PIAQLL-1)(PIAQSP-5) Nunca haga afirmaciones generales acerca de los beneficios para la salud que conlleva la limpieza de los ductos, ya que tales afirmaciones no tienen ninguna base. Si no se hace de modo apropiado, la limpieza de los ductos puede desplazar suciedad y mohos y causar problemas de salud. No recomiende hacer una limpieza de los ductos como parte *rutinaria* del mantenimiento de un sistema de calefacción o enfriamiento. Nunca declare estar certificado por la EPA para realizar limpiezas de ductos. (PIAQLL-2) **La EPA no establece normas relativas a la limpieza de ductos ni certifica, respalda o aprueba a las empresas de limpieza de ductos.** Consulte al departamento estatal de reglamentos profesionales; muchos estados, entre ellos Arizona, Arkansas, California, Florida, Georgia, Michigan y Texas exigen que los limpiadores de ductos tengan licencias especiales. Otros estados también pueden exigir estas licencias.

La información acerca de los posibles beneficios y problemas potenciales de la limpieza de los ductos de aire es limitada, y la EPA aún se encuentra en el proceso de investigar estos aspectos. Normalmente, las condiciones de cada estructura son diferentes y es imposible sacar conclusiones generales acerca de si la limpieza de los ductos de aire sería beneficiosa para un lugar determinado. Utilice el sentido común y su capacitación para evaluar cada situación en particular. En términos generales, si ninguno de los ocupantes de la estructura informa acerca de alergias, síntomas o enfermedades que no tengan una explicación y si, después de una inspección visual de los sistemas de las instalaciones de ductos no hay una clara señal de que el sistema o los ductos de aire estén contaminados con grandes depósitos de polvo o mohos (es decir, no se observan crecimientos visibles de mohos ni se perciben olores a moho), probablemente no sea necesario limpiar los ductos de aire. Por lo tanto, (|PIAQLL-3) aunque no se recomiende una limpieza rutinaria de los ductos, siempre debe limpiarse el serpentín del evaporador, el humidificador y la bandeja de drenaje de condensación y comprobar que la línea de drenaje de condensación o la bomba de condensación funcionen de modo apropiado. Después de limpiar el serpentín del evaporador y la caja de agua del humidificador, un limpiador de superficies duras se debe utilizar para matar y eliminar el moho y otros crecimientos, Deben agregarse las pastillas para evitar que se acumule cualquier clase de suciedad en el futuro. Utilice el limpiador en cualquier superficie dura donde sospeche que puedan haber mohos.

(|PIAQSP-9) Es normal que los registros de retorno se ensucien de polvo a medida que el aire cargado de polvo pasa por la rejilla. Esto no significa que los ductos de aire estén contaminados con grandes depósitos de polvo o residuos: los registros y las partes de los ductos próximas a los registros pueden extraerse y limpiarse con facilidad. Esta práctica siempre es recomendable, al igual que la limpieza del serpentín del evaporador, el humidificador y la bandeja de condensación.



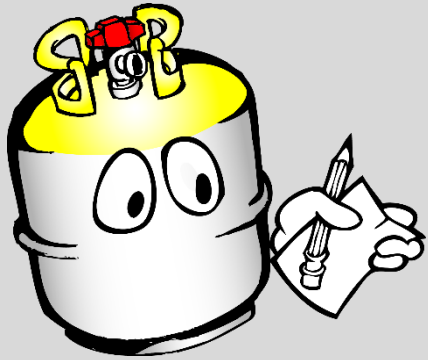
Si los ocupantes del edificio experimentan enfermedades o síntomas inusuales o que no tienen explicación, deben consultar a su médico y preguntarle si estos síntomas pueden ser provocados por contaminación del aire en espacios interiores.

Es posible que algunos propietarios de equipos deseen que los ductos se limpien sencillamente porque les parece lógico que los ductos de aire se ensucien con el tiempo y que deben ser limpiados ocasionalmente. Mientras siga abierto el debate acerca de la utilidad de limpiar periódicamente los ductos, no hay ninguna prueba que indique que la limpieza de los ductos sea perjudicial, siempre y cuando se haga correctamente. Sin embargo, (|PIAQSP-10) si el técnico de servicio no sigue procedimientos apropiados para la limpieza de ductos, dicha limpieza puede causar

problemas de calidad del aire en espacios interiores. Por ejemplo, un sistema de recolección inadecuado de la aspiradora puede liberar más polvo, suciedad y otros contaminantes. Igualmente, si el proveedor de servicios es descuidado o no tiene la capacitación adecuada puede dañar los ductos de aire o el sistema de calefacción o enfriamiento. En la [Tabla 4](#) se presenta una lista de comprobación que puede utilizarse como guía en las limpiezas de ductos de aire.

Mainstream recomienda el siguiente procedimiento de limpieza y tratamiento de los ductos:

- 1) Realice una inspección de la instalación de ductos para ver si tiene algún escape de aire. El aire acondicionado que escapa a áticos no acondicionados, además de representar una pérdida de dinero, puede provocar problemas de condensación y humedad en los ductos.
- 2) Inspeccione el trabajo que se realice en el conducto en busca de un aislamiento inadecuado o ausente en los espacios no acondicionados. Refrigerar las superficies de los conductos exteriores en espacios no acondicionados, a la vez que malgasta el dinero, asimismo puede provocar condensación y problemas de humedad en las tuberías.
- 3) Realice una inspección de los ductos y los sellos de masilla de goma y compruebe si hay alguna señal de condensación o de mohos en el exterior. Estos problemas podrían deberse a que el aislamiento térmico de los ductos es insuficiente o a que hay fugas de aire de los ductos. Si encuentra moho, debe eliminarlo completamente, junto con el aislamiento o los paneles de fibra que se encuentren húmedos. Todas las áreas adyacentes también deben tratarse con este sellador. Las superficies no porosas, incluyendo los ductos de metal, deben limpiarse y tratarse con el limpiador para superficies duras. Asegúrese de que los ductos de reemplazo estén completamente aislados. En el caso de los ductos de panel de fibra, la humedad puede penetrar el material y llegar hasta la superficie interior, propiciando el crecimiento de mohos en el interior del ducto. Debe sustituirse la sección completa que se encuentre húmeda o mohosa. En resumen, reemplace todos los materiales porosos húmedos o mohosos y trate los materiales nuevos y trate todas las superficies duras no porosas con limpiador para superficies duras.
- 4) Realice una inspección del interior de los ductos en todos los registros y las rejillas de ventilación de retorno. Utilizando equipo de protección y con la unidad de gestión de aire apagada, aspire todos los residuos sueltos y busque señales de mohos. Utilice una aspiradora de alto poder de succión equipada con un filtro HEPA para eliminar todos los residuos sueltos. Si encuentra moho en cualquier material poroso, debe cortar el tramo de material y sustituirlo antes de tratar el área.



Siempre que se descubra la presencia de mohos, es necesario identificar y reparar la fuente de la humedad, así como reemplazar y tratar el área húmeda o mohosa. Aun cuando el limpiador para superficies duras QwikTreat™ MoldStop™ Hard Surface Cleaner y el sellador para ductos QwikTreat™ MoldStop™ Duct Sealant contienen biocidas contra mohos y bacterias, estos productos sólo deben utilizarse una vez que el área esté limpia y seca.

- 5) Realice una inspección de la unidad de gestión de aire y compruebe si hay mohos presentes o contaminación excesiva. Verifique que la rueda sopladora gire libremente para evitar que el flujo de aire sea reducido. Puede utilizar el limpiador de superficies duras para eliminar los mohos que pueda haber sobre cualquiera de estas superficies no porosas. Utilice una tableta en la bandeja de condensación o el humidificador, o bien instale un dispensador de pastillas de línea de condensado para evitar la acumulación de depósitos que puedan obstruir la línea de condensación y provocar una inundación local o propiciar crecimiento de mohos en el futuro.

Problemas sin resolver relacionados con la limpieza de ductos

¿Limpiar los ductos evita los problemas de salud?

La respuesta es: no se sabe. Hay, por ejemplo, ductos que se han contaminado gravemente con una serie de materiales que pueden representar un riesgo para la salud. En estos casos, el sistema de ductos puede servir de medio para distribuir estos contaminantes por todo el edificio. Es evidente que, en tales casos, tiene sentido limpiar los ductos. Sin embargo, es normal que en los ductos de aire haya una pequeña cantidad de polvo. También es normal que los registros de aire de retorno se llenen de polvo a medida que el aire cargado de polvo pase por ellos. Los registros deben limpiarse periódicamente. Sin embargo, la limpieza de los ductos no se considera parte necesaria del mantenimiento anual de un sistema de calefacción o de enfriamiento que recibe un mantenimiento adecuado. Actualmente, continúan las investigaciones para evaluar los posibles beneficios de la limpieza de ductos.

Sin embargo, la rutina de mantenimiento de un sistema de calefacción o enfriamiento bien mantenido debe incluir la limpieza regular de las bandejas de

drenaje, la utilización de pastillas de tratamiento de las bandejas durante la limpieza del sistema de enfriamiento y por lo menos una limpieza anual del intercambiador de calor de la caldera y de los serpentines del evaporador de aire acondicionado, el cambio regular de los filtros (con una frecuencia mínima mensual) que incluye la utilización de PuraClean® e inspecciones anuales de la caldera y del sistema de enfriamiento antes del comienzo de cada nueva estación de calefacción o de enfriamiento, respectivamente. La inspección de la caldera debe incluir una comprobación de fugas en el intercambiador de calor.

¿Debería rociarse ozono o biocidas químicos en los ductos de aire?

Algunas empresas de productos químicos tratan de vender productos para la limpieza de ductos de aire con el argumento de que debe aplicarse un biocida químico a toda la superficie interior de los ductos de aire a fin de matar las bacterias (los gérmenes) y los hongos (los mohos) y evitar el crecimiento biológico en el futuro. Normalmente, todo lo que mata organismos vivos como las bacterias y los hongos también es nocivo para las personas, así que no es buena idea rociar masivamente estos compuestos en el aire, salvo que el edificio permanezca desocupado durante un período considerable después del rociado (e incluso entonces, los compuestos nocivos podrían depositarse sobre las superficies donde se come y los suministros de alimentos). La exposición es mucho más peligrosa para las mujeres embarazadas, las mujeres lactantes y los niños pequeños. Como es evidente, el técnico que rocíe estos compuestos debe utilizar un equipo de respiración que lo proteja. La EPA no ha aprobado ninguna sustancia para este tipo de aplicación, precisamente debido a las variables desconocidas. Siempre hay bastantes esporas de moho y bacterias presentes en el aire; por lo tanto, una actividad que mate los mohos y las bacterias una vez no evitará que el problema reaparezca, ya que nuevas bacterias y esporas de mohos sencillamente volverán a crecer en el agua y la suciedad que queden en los ductos. La única solución real para evitar que los problemas vuelvan a presentarse es eliminación de la fuente del agua y de la suciedad (es decir, la eliminación del suministro de alimentos de los mohos).

La EPA y Mainstream recomiendan que se retiren los tableros de ductos y los aislamientos de fibra de vidrio que estén húmedos o mohosos.

Algunos fabricantes proponen introducir ozono para matar los contaminantes biológicos. El ozono es un gas muy reactivo, lo que significa que es un gas extremadamente corrosivo que se encuentra regulado en el aire exterior y es un irritante para los pulmones. No se recomienda agregar al aire ozono de manera intencional, debido a las propiedades corrosivas y tóxicas de este gas. Un gas corrosivo puede afectar negativamente numerosos componentes del sistema de gestión de aire. No existe ninguna razón lógica para introducir masivamente biocidas químicos u ozono en los ductos. Entre los posibles problemas que puede traer consigo la aplicación de biocidas u ozono en los ductos de aire se encuentran los siguientes:

- ▶ Se han realizado pocas investigaciones para demostrar la eficacia de la mayoría de los biocidas y del ozono cuando se utilizan en el interior de ductos de aire. El simple rociado o la introducción de estas sustancias por cualquier otro medio en un sistema de ductos en funcionamiento puede hacer que el sistema

transporte gran parte del material y lo libere en las áreas habitables de la estructura.

- ▶ Algunas personas pueden reaccionar negativamente al biocida o al ozono y sufrir reacciones adversas para su salud.

El uso de biocidas químicos se encuentra regulado por la EPA bajo las leyes federales sobre pesticidas. Para que un producto pueda utilizarse legalmente para un fin, primero la EPA debe registrar el producto para ese uso específico. Los usos específicos deben aparecer indicados en la etiqueta del pesticida (o del biocida), junto con toda la información importante. La utilización de un producto pesticida de manera distinta a la indicada en su etiqueta constituye una infracción a las leyes federales.

Actualmente, la EPA tiene registrado una pequeña cantidad de productos para uso específico en el interior de ductos de aire fabricados con lámina de metal desnudo. Una serie de productos se encuentran registrados como desinfectantes para uso en superficies duras, entre ellas el interior de ductos de láminas de metal desnudo. Aun cuando muchos de estos productos pueden utilizarse legalmente en el interior de ductos no porosos que no tengan forro interior si se siguen las instrucciones, algunas de las instrucciones que aparecen en las etiquetas pueden ser inapropiadas para su utilización en ductos y, por ende, tales productos no deben utilizarse en el interior de ductos de aire. Por ejemplo, si las instrucciones indican "enjuagar con agua", la humedad que este procedimiento aporta podría estimular el crecimiento de mohos. En el presente no existen productos registrados ante la EPA para limpiar ductos de aire hechos de materiales fibrosos (porosos), ductos flexibles de materiales porosos ni ductos de metal con aislamiento interior de fibra de vidrio, a pesar de que algunos fabricantes puedan decir lo contrario. Esto se debe en parte a que la EPA actualmente no cuenta con ningún método aprobado para poner a prueba la seguridad y la eficacia de tales productos.

Antes de utilizar cualquier producto que afirme estar registrado ante la EPA, compruébelo en la EPA. Asimismo, si el producto está registrado, recuerde que sólo debe utilizarse de acuerdo con las instrucciones impresas en la etiqueta, ya que se ha comprobado que es seguro únicamente si se sigue ese método de utilización. Algunas compañías han repartido folletos o volantes en los que se incluyen instrucciones que difieren en gran medida de las instrucciones incluidas en las etiquetas. (PIAQL-5) Sin embargo, utilizar un producto registrado en la EPA de una manera diferente a la indicada en las instrucciones de su etiqueta constituye una infracción a las leyes federales. El incumplimiento de las instrucciones de las etiquetas puede acarrear demandas de responsabilidad para el técnico de calidad del aire en espacios interiores.

¿Los selladores evitan la liberación de polvo y partículas de suciedad en el aire?

Los fabricantes de productos comercializados para cubrir y encapsular superficies de ductos sostienen que estos productos evitan que el polvo y las partículas de suciedad que se encuentran en el interior de los ductos de aire lleguen al aire. De hecho, antes de aplicar cualquier sellador es necesario limpiar a fondo la superficie del ducto. La utilización de selladores para cubrir las superficies de los ductos es conveniente para reparar el aislamiento de fibra de vidrio dañado o contrarrestar los daños por fuego en el interior de los ductos. Los selladores nunca deben utilizarse sobre ductos húmedos o sucios, así como tampoco para cubrir mohos en crecimiento o residuos presentes en los ductos. Los selladores únicamente deben aplicarse después de reemplazar secciones húmedas o mohosas, o bien después de una limpieza del sistema. Un sellante de conductos, como muchas pinturas, se combina con un biocida para ayudar a evitar la recurrencia de moho en las superficies. Estos sellantes de conductos no deben pulverizarse de forma indiscriminada en todos los sistemas del conducto, ya que los vapores son nocivos si se respiran. Siga las instrucciones que aparecen en la etiqueta.

Información clave acerca de la limpieza de ductos:

- ▶ Abra las puertas o los puertos de acceso para poder inspeccionar y limpiar la totalidad del sistema.
- ▶ Realice una inspección del sistema antes de comenzar la limpieza a fin de asegurarse de que no haya materiales que contengan asbesto (por ejemplo, material de aislamiento, cajas de registros, etc.) en el sistema de calefacción y aire acondicionado. Los materiales que contienen asbesto requieren procedimientos especializados y sólo pueden retirarlos o alterarlos contratistas que tengan capacitación y equipos especiales para retirar asbesto.
- ▶ Utilice una aspiradora que descargue las partículas fuera del edificio, o bien, si la aspiradora descarga dentro del edificio, utilice únicamente un equipo provisto de un filtro de alta eficiencia para partículas aéreas (HEPA).
- ▶ Proteja las alfombras y el mobiliario durante el procedimiento de limpieza.
- ▶ Para desalojar el polvo y otras partículas, cepille de forma bien controlada las superficies de los ductos y utilice una aspiradora que haga contacto con la superficie.
- ▶ Utilice únicamente cepillos de cerdas suaves para limpiar los ductos de fibra de vidrio y los ductos de metal forrados con fibra de vidrio. (Aun cuando los ductos flexibles también pueden limpiarse con cepillos de cerdas suaves, es posible que resulte más económico sencillamente reemplazar los ductos flexibles a los que pueda accederse.)
- ▶ Tenga el cuidado de proteger las instalaciones de ductos, incluyendo el sellado, y vuelva a aislar los agujeros de acceso que se hayan hecho o que se hayan utilizado, de manera tal de cerrarlos herméticamente.

Tabla 4. Lista de comprobación posterior a la limpieza

Lista de comprobación posterior a la limpieza		Sí	No
General	¿Consiguió tener acceso a todo el sistema de calefacción y enfriamiento y limpiarlo, incluyendo los ductos y todos los componentes (bandejas de drenaje, humidificadores, serpentines y ventiladores)?		
	¿Mostró al propietario del edificio que los ductos y las cámaras están limpios?		
Calefacción	¿La superficie del intercambiador de calor se encuentra visiblemente limpia?		
Componentes del sistema de enfriamiento	¿Ambos extremos del serpentín de enfriamiento se encuentran visiblemente limpios?		
	Si ilumina con una interna el interior del serpentín de enfriamiento, ¿puede verse la luz por el otro extremo? Si el serpentín está limpio, la luz debería verse.		
	¿Las aletas del serpentín se encuentran derechas y uniformemente distribuidas (en lugar de estar dobladas y de chocar unas contra otras)?		
	¿La bandeja de drenaje del serpentín está completamente limpia y drena de modo apropiado?		
	¿ Ha instalado una tableta pan en la bandeja de drenaje de condensado y la caja de agua del humidificador?		
Compresor	¿Las palas del compresor están limpias, sin aceite ni residuos?		
	¿El compartimiento del compresor está libre de polvo y residuos visibles?		
Cámaras	¿La cámara de aire de retorno se encuentra libre de polvo y residuos visibles?		
	¿Los filtros calzan de forma apropiada y tienen la eficacia adecuada recomendada por el fabricante del sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado?		
	¿Trató los filtros de aire con el aerosol para filtros PuraClean Filter Spray?		
	¿La cámara de aire de suministro (justo después de la unidad de gestión de aire) se encuentra libre de manchas de humedad y contaminantes?		
Ductos de metal	¿Las superficies interiores de los ductos están libres de residuos visibles? (Escoja para la comprobación varios lugares al azar tanto en el extremo de suministro como en el de retorno del sistema.)		
Fibra de vidrio	¿Todo el material de fibra de vidrio se encuentra en buenas condiciones (es decir, sin roturas ni		

	abrasiones, bien adherido a los materiales sobre los que se encuentra)?		
Puertas de acceso	¿Todas las puertas de acceso recién instaladas en los ductos de metal están sujetas con algo más que no sea cinta adhesiva para ductos (por ejemplo, tornillos, remaches, masilla de goma, etc.)?		
	With the system running, is air leakage through access doors or covers very slight or non-existent?		
Rejillas de ventilación	¿Todos los registros, las rejillas y los difusores se han vuelto a fijar firmemente en las paredes, los techos y los pisos, según corresponda?		
	¿Los registros, las rejillas y los difusores se encuentran visiblemente limpios?		
Operación del sistema	Después de la limpieza, ¿el sistema funciona de forma apropiada tanto en el modo de calefacción como en el modo de enfriamiento?		

Cómo se determina que el trabajo está completo

Índice de Contenidos

- ▶ El problema de agua o de humedad se ha reparado por completo y la humedad residual se ha secado.
- ▶ Todo el moho ha sido eliminado por completo. Utilice su criterio profesional para determinar si el procedimiento de limpieza ha sido suficiente. No debe haber mohos visibles, materiales dañados por moho ni olor a moho.
- ▶ Asegúrese de volver a visitar el lugar poco tiempo después del procedimiento de eliminación de mohos; no debe encontrar signos de daños por aguas ni crecimiento de mohos.
- ▶ El espacio debe ser apto para que lo ocupen personas.

Estrategias de comunicación

Índice de Contenidos

Comunicación con los ocupantes del edificio

La comunicación con los ocupantes del edificio es fundamental para que los procedimientos de eliminación de mohos y los tratamientos relativos a la calidad del aire en espacios interiores tengan éxito. Algunos ocupantes pueden tener inquietudes naturales con respecto al crecimiento de mohos y la calidad del aire en espacios interiores en su edificio, y sus posibles consecuencias para la salud. La percepción de que existen riesgos para la salud puede aumentar si los ocupantes sienten que se les está ocultando información. El estado de la inspección y el tratamiento del edificio debe comunicarse abiertamente, incluyendo la información acerca de cualesquiera riesgos para la salud que se detecten o cuya existencia se sospeche.

Los mohos en las escuelas

Puede ser conveniente utilizar estrategias de comunicación especiales cuando se trate un problema de mohos en una escuela. Debe informarse a los maestros, los padres y otros grupos afectados en la localidad acerca de los problemas importantes tan pronto como se identifiquen. Considere la posibilidad de convocar una reunión especial para ofrecer a los padres la oportunidad de aprender acerca del problema y de plantear sus preguntas a las autoridades de la escuela. Es aconsejable asegurarse de que la escuela permanezca desocupada durante el proceso de eliminación de mohos.

Para obtener más información acerca de los procesos de investigación de problemas relacionados con la calidad del aire en espacios interiores y la eliminación de mohos, vea el paquete de herramientas para la calidad del aire interior en escuelas, *IAQ Tools for Schools*, que ofrece la EPA estadounidense, así como el documento sobre cómo controlar el asma en el ambiente escolar, el cual complementa dicho paquete de herramientas, titulado *Managing Asthma in the School Environment* (Cómo controlar el asma en las escuelas).

Los procedimientos de menor importancia para resolver problemas de mohos normalmente no requieren un proceso de comunicación formal; no obstante, asegúrese de tomar en cuenta seriamente las preocupaciones individuales y utilice el sentido común para decidir si es necesario o no hacer una comunicación formal. Quienes dirijan procedimientos de mayor magnitud para la eliminación de mohos deben asegurarse de comprender y resolver las inquietudes de los ocupantes del edificio, así como de también comunicar con claridad lo que se va a hacer y cuáles son las posibles consecuencias para la salud.

En función del alcance que tenga el procedimiento de eliminación de mohos y del interés que tengan los ocupantes del edificio, los enfoques de comunicación incluyen el envío regular de memorandos o la celebración de reuniones periódicas, en las que se prevé tiempo para que los ocupantes puedan plantear sus preguntas y recibir

respuestas. Informe a los ocupantes de la magnitud del proyecto, las actividades planificadas y el calendario de las actividades de eliminación de mohos. Envíe a los ocupantes o exhiba en lugares visibles información actualizada sobre el progreso de los trabajos, y envíe o fije en una cartelera una comunicación final cuando el proyecto haya concluido, o bien celebre una última reunión con los ocupantes. Aborde y resuelva los problemas y las inquietudes de los ocupantes a medida que se presenten. Cuando la comunicación con todos los ocupantes del edificio es abierta y frecuente, las personas encargadas del proceso de eliminación de mohos pueden dedicar más tiempo a resolver el problema.

Siempre que sea posible, las actividades de eliminación de mohos deben programarse para tener lugar durante un horario en el que sea menos probable afectar a los ocupantes del edificio. La comunicación es importante si los ocupantes son reubicados durante el proceso de eliminación de mohos. La decisión de reubicar a los ocupantes debe tomar en consideración el tamaño del área afectada, la magnitud y los tipos de efectos sobre la salud que manifiesten los ocupantes, y los posibles riesgos para la salud asociados con los residuos y las actividades que conlleva el proyecto de eliminación de mohos. A la hora de evaluar la reubicación de los ocupantes, asegúrese de obtener información acerca de las personas que padecen asma o alergias, o que tienen el sistema inmunológico comprometido o algún otro problema de salud, y planifique y haga los arreglos necesarios para estas personas. Facilite el proceso de reubicación y ofrezca a los ocupantes la oportunidad de participar en la solución del problema, explicándoles con claridad el proceso y los cronogramas de trabajo. De ser posible, notifique a las personas con antelación acerca de los esfuerzos de reubicación.

Aspectos relativos a la responsabilidad legal

Índice de Contenidos

(PIAQS-6) Algunas personas, en especial los niños, pueden tener reacciones adversas más severas, incluyendo la muerte, daños en los tejidos pulmonares, y pérdida de la memoria, a causa de la exposición a mohos. La gravedad de estas reacciones depende de la sensibilidad a las sustancias químicas, la predisposición genética y los antecedentes médicos que contribuyan a la predisposición (como las alergias, el asma, el hábito de fumar, etc.) Para algunas personas, la exposición a las esporas de mohos tóxicos puede suponer un "riesgo para la salud", mientras que para otras, puede ser un "peligro para la salud" viable (es decir, que tiene el potencial de amenazar su vida o su "calidad de vida"). Dada la importancia de este tema, existe la posibilidad de que acarree demandas de responsabilidad legal.

(PIAQLL-4)(PIAQL-6) Los técnicos de calidad del aire en espacios interiores no deben hacer declaraciones ni dar garantías en el sentido de que "todo el moho o las esporas de mohos han sido eliminados" o de que "el área ha sido

completamente tratada y es segura". En el aire siempre hay esporas de mohos. Lo mejor que puede hacerse es eliminar la fuente de humedad y los mohos existentes. Recomiende a los ocupantes que consulten a su médico en relación con los riesgos presentes y futuros asociados al hecho de habitar en la estructura.

Es prudente informar a los ocupantes del edificio que pueden realizarse pruebas de calidad del aire y de mohos, y que deben consultar a su médico en relación con estas y con otras pruebas. Asimismo, informe a los ocupantes del edificio que también deben acudir al departamento de salud de su ciudad o condado en busca de información adicional sobre la salud.

Contacte al departamento de salud de la ciudad o del condado donde presta sus servicios para saber si existe algún procedimiento adicional que recomiende específicamente, o alguna otra licencia necesaria.

(PIAQL-2)Igualmente, es prudente obtener un seguro de responsabilidad civil apropiado antes de realizar cualquier servicio que guarde relación con la calidad del aire en espacios interiores. Ya se han llevado a cabo varios juicios importantes relacionados con la exposición a mohos tóxicos en edificios residenciales o comerciales en los Estados Unidos. No se tome este asunto a la ligera; los mohos tóxicos pueden ser letales. Sea precavido a la hora de protegerse y de proteger a los ocupantes del edificio de la exposición a los mohos y de sufrir consecuencias graves para su salud.

Asegúrese de que el propietario y los ocupantes del edificio entiendan con claridad que si no se elimina la fuente de humedad responsable del crecimiento de mohos, no habrá nada que evite que el problema vuelva a presentarse. Algunos técnicos han incluido esta información en sus presupuestos de trabajo. Es una buena idea pedir al propietario del edificio que firme una declaración de este tipo como prueba de que ha sido informado.

Sección IV: Seguridad

Índice de Contenidos

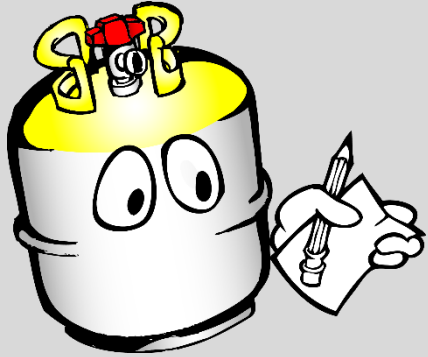
Equipo de protección personal

Índice de Contenidos

Si el trabajo de eliminación de mohos los agita y el aire los transporta, aumenta el riesgo de exposición por vía respiratoria. (PIAQS-7) Entre las actividades que pueden agitar a los mohos se encuentran la remoción de paneles de fibra y materiales de aislamiento mohosos de los ductos; la remoción de materiales de aislamiento del edificio; la ruptura de materiales porosos mohosos como, por ejemplo, paneles de yeso (paredes de tablarroca o "drywall"); los procedimientos invasivos que se utilizan para examinar o eliminar el crecimiento de mohos en los ductos o en las cavidades de las paredes; la remoción o ruptura activa del papel tapiz para eliminarlo, y la utilización de ventiladores para secar objetos.

La utilización de biocidas rociados también puede liberar en el aire sustancias potencialmente tóxicas que pueden llegar a los pulmones de los técnicos de servicio y de los ocupantes. Nunca deben rociarse biocidas en sistemas que estén en funcionamiento, ya que de esta manera el aire transportaría sustancias tóxicas y las haría mucho más peligrosas.

(PIAQSS-1) La principal función del **equipo de protección personal** es impedir que puedan inhalarse mohos y esporas de mohos y que éstos entren en contacto con los ojos o la piel. A continuación se describen los distintos tipos de equipos de protección personal que pueden utilizarse cuando se llevan a cabo actividades relacionadas con la eliminación de mohos.



Recuerde que quienes usen determinados equipos de protección personal, como por ejemplo respiradores de media cara o de cara completa, deben haber recibido capacitación para ello, tener autorización médica y haber pasado una prueba de ajuste del equipo realizada por un profesional capacitado. Además, la utilización de respiradores debe hacerse de acuerdo con un programa completo de protección de las vías respiratorias, tal como dicta la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA).

Protección de los ojos y la piel

Utilice guantes y protección ocular siempre que limpie mohos o aplique productos de tratamiento contra mohos y selladores de ductos.

(PIAQSS-4) Los guantes son necesarios para proteger la piel del contacto con alérgenos de los mohos (y en algunos casos toxinas de mohos), así como de compuestos desinfectantes y selladores potencialmente irritantes. Se recomienda utilizar guantes largos que cubran hasta la mitad del antebrazo. El material de los guantes debe escogerse con base en el tipo de materiales que deban manipularse.

Con el fin de proteger los ojos, utilice anteojos de seguridad que se adapten bien a su rostro o un respirador de cara completa equipado con un filtro HEPA. (PIAQSS-5) El diseño de los anteojos de seguridad debe evitar el ingreso de polvo y partículas pequeñas. Los anteojos de seguridad que tienen aberturas de ventilación no son aceptables.

Protección del sistema respiratorio

Los respiradores protegen a los trabajadores de limpieza de la inhalación de mohos, esporas de mohos y polvo transportados por el aire.

Protección mínima del sistema respiratorio

(PIAQSS-6) Cuando limpie un área pequeña afectada por mohos, utilice un respirador N-95. Este dispositivo cubre la nariz y la boca, filtra 95% de las partículas del aire y se encuentra disponible en la mayoría de las ferreterías.

Protección limitada del sistema respiratorio

El equipo de protección personal limitado consiste en un respirador purificador de aire, de media cara o de cara completa, equipado con un cartucho de filtro HEPA. Este tipo de respirador incluye válvulas de inhalación y exhalación que filtran el aire y garantizan que esté libre de partículas de moho. Recuerde que los respiradores purificadores de media cara no ofrecen protección para los ojos. **Además, los filtros HEPA no eliminan vapores ni gases (ningún filtro elimina vapores o gases).** Utilice siempre respiradores aprobados por el Instituto Nacional para la Seguridad y la Salud Ocupacional (NIOSH).

Protección completa del sistema respiratorio

(PIAQSS-7) En los casos en los que es probable que existan niveles elevados de polvo o esporas de mohos transportados por el aire, o cuando se prevea que la exposición se prolongue durante largos períodos (como cuando deban limpiarse áreas grandes), se recomienda utilizar un respirador purificador de aire alimentado (PAPR, por sus siglas en inglés) de cara completa. (PIAQSS-8) Este tipo de respirador utiliza un ventilador para forzar el paso del aire a través de un filtro HEPA. El aire filtrado de esta manera se suministra a una máscara que cubre la totalidad del rostro o a una capucha que cubre la cabeza entera. La presión positiva dentro de la capucha evita que penetre aire no filtrado a través de las penetraciones o brechas. Es necesario recibir capacitación previa para utilizar estos respiradores. La utilización de estos respiradores debe cumplir los reglamentos de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA).

Prendas de protección desechables

Se recomienda la utilización de prendas desechables durante los proyectos de eliminación de mohos a mediana o gran escala, a fin de evitar la transferencia y propagación de mohos a las prendas de vestir y evitar que la piel entre en contacto con el moho.

Limitadas: Pueden utilizarse overoles o monos de papel desechables.

Completas: Deben utilizarse gorros y forros para los zapatos, así como un traje para el cuerpo, que sean desechables e impenetrables para los mohos, hechos de un material transpirable, como por el ejemplo TYVEK®. Todas las aberturas, como las de las muñecas y los tobillos, deben sellarse (muchos técnicos utilizan cinta adhesiva para ductos para sellar también las prendas de vestir).

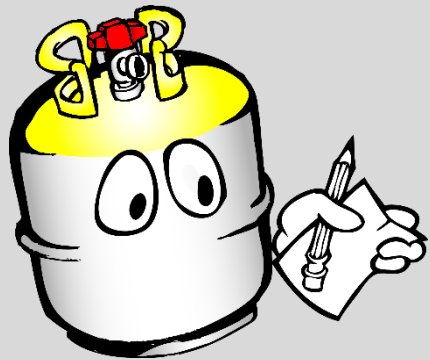
Contención

Índice de Contenidos

El propósito de la contención durante las actividades de eliminación de mohos es limitar la liberación de mohos en el aire y las áreas adyacentes, a fin de reducir al mínimo la

exposición a mohos de los técnicos encargados de la limpieza y de los ocupantes del edificio. Debe impedirse que los mohos y los residuos mohosos se propaguen a áreas del edificio que no estén contaminadas.

Los dos tipos de contención, recomendados en la [Tabla 2](#), son la contención limitada y la completa. A mayor sea el área que contenga materiales mohosos, mayores serán las posibilidades de que las personas se encuentren expuestas a mohos y, por ende, mayor es también la necesidad tomar medidas de contención. En general, el tamaño del área ayuda a determinar el nivel de contención. Sin embargo, una gran concentración de moho que crezca en un área relativamente pequeña puede liberar más esporas que una concentración menor que crezca en un área relativamente mayor. La decisión acerca del tipo de contención debe tomarse con base en el criterio profesional. El objetivo principal de la contención debe ser evitar que los ocupantes y el técnico estén expuestos a los mohos.



Por ejemplo, un técnico puede decidir que tomar medidas de contención completa en un área pequeña que se encuentra muy contaminada, porque existe la posibilidad de que durante la limpieza se propaguen mohos a las áreas ocupadas, mientras que en el caso de una superficie de pared grande ligeramente contaminada y fácil de limpiar podría decidir que sólo necesita tomar medidas de contención limitada.

Contención limitada

(PIAQSS-9) La contención limitada normalmente se recomienda para áreas de entre 10 y 100 pies cuadrados contaminadas por mohos. El cercado en torno al área contaminada debería hacerse con una sola capa de láminas de polietileno ignífugo, con un espesor mínimo de 6 mm. El cercado debe tener una entrada en forma de corte con una solapa que la cubra en el exterior del área de contención. En el caso de áreas pequeñas, las láminas de polietileno pueden fijarse a los pisos y los techos con cinta adhesiva para ductos. En el caso de áreas más grandes, puede levantarse un bastidor de refuerzo metálico o de madera al que fijar las láminas de polietileno.

Todas las entradas de aire y suministros, puertas, pasillos y tubos de subida dentro del área de contención deben sellarse con láminas de polietileno a fin de reducir al mínimo la migración de contaminantes a otras partes del edificio. (PIAQT-7) Si el espacio que se encuentra sobre el techo se utiliza como cámara de aire de retorno, el crecimiento

masivo de mohos sobre las placas del techo puede afectar a los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado. En tales casos, la contención debe instalarse desde el piso hasta la placa del techo, y es posible que una vez que finalicen los trabajos de eliminación de mohos deban reemplazarse los filtros y las unidades de gestión del aire que sirvan al área afectada.

El área de contención debe mantenerse bajo presión negativa en relación con las áreas adyacentes. De esta manera se garantiza que el aire contaminado no se dirija a las áreas adyacentes. Esto puede hacerse con una unidad de ventilación equipada con un filtro HEPA que descargue en el exterior del edificio. En el caso de áreas pequeñas de fácil contención, también pueden utilizarse ventiladores de extracción hacia el exterior. Las superficies de todos los objetos que vayan a retirarse del área de contención deben limpiarse antes con limpiador para superficies duras. Una vez que el área de contención se encuentre completamente sellada y esté bajo presión negativa en relación con las adyacentes, puede procederse a aplicar las pautas para la eliminación de mohos descritas en la [Tabla 2](#).

Contención completa

(PIAQSS-10) Se recomienda aplicar medidas de contención completa cuando vayan a limpiarse áreas contaminadas cuya superficie sea superior a los 100 pies cuadrados, así como también en cualquier situación en la que exista la posibilidad de que el espacio ocupado se contamine aun más si no se mantiene bajo una contención completa.

A fin de crear una barrera entre el área contaminada por mohos y el resto del edificio, deben utilizarse dos capas de láminas de polietileno ignífugo con un espesor mínimo de 6 mm. Debe construirse una cámara de descontaminación o cámara de aire que sirva de entrada y salida del área contaminada. Las entradas a esta cámara desde el exterior y desde el interior del área de contención deben tener forma de corte y una solapa que las cubra en el lado exterior de la cámara.

La cámara de descontaminación o cámara de aire debe ser lo suficientemente grande como para albergar un contenedor de desecho y para que una persona pueda ponerse y quitarse el equipo de protección personal. Mientras se encuentren en esta cámara, todos los equipos de protección personal, salvo los respiradores, deben mantenerse en una bolsa sellada. Los técnicos deben llevar puestos los respiradores hasta que hayan salido de la cámara de descontaminación. El equipo de protección personal debe utilizarse hasta las últimas etapas de limpieza con aspiradoras equipadas con filtros HEPA y de tratamiento del área contaminada con limpiador para superficies duras. Asimismo, debe utilizarse el equipo de protección personal cuando se cambien los filtros HEPA o se limpien aspiradoras equipadas con filtros HEPA.

Consejos prácticos relacionados con la contención

- ▶ Siempre mantenga el área de contención bajo presión negativa.
- ▶ Utilice ventiladores de extracción (hacia el exterior) y asegúrese de que el área reciba suficiente aire de reemplazo.

- ▶ Cuando las medidas de contención funcionan bien, todas las superficies de las láminas de polietileno deben combarse hacia el interior. Si se agitan o se comban hacia el exterior, esto es señal de que la contención ha sido fallida. Identifique y solucione el problema antes de proseguir las actividades de eliminación de mohos.

Bibliografía

Índice de Contenidos

1. "Indoor Mold and Children's Health." *Environmental Health Perspectives*, Vol. 107, Supl. 3, junio de 1999.
2. American Academy of Pediatrics, Committee on Environmental Health. "Toxic Effects of Indoor Air Molds". *Pediatrics*. Volumen 101, pp. 712-714. 1996.
3. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. *Guidelines for the Assessment of Bioaerosols in the Indoor Environment*. ISBN 0-936712-83-X. 1989.
4. American Industrial Hygiene Association. *Field Guide for the Determination of Biological Contaminants in Environmental Samples*. Dillon, H. K., Heinsohn, P. A. y Miller, J. D., editores. Fairfax, VA. 1996.
5. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. *Bioaerosols: Assessment and Control*. Macher, J., editor. ACGIH. Cincinnati, OH. ISBN 1-882417-29-1. 1999.
6. American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers. *Method of Testing General Ventilation Air-Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size*. Norma 52.2 de la ASHRAE. 2000.
7. American Society for Microbiology. *Manual of Environmental Microbiology*. Hurst, C., Editor Principal. ASM Press. Washington, DC. 1997.
8. Canada Mortgage and Housing Corporation. *Clean-up Procedures for Mold in Houses*. ISBN 0-662-21133-2. 1993.
9. Eastern New York Occupational and Environmental Health Center. *Proceedings of the International Conference, Saratoga Springs, NY. 6 y 7 de octubre de 1994. Fungi and Bacteria in Indoor Air Environments - Health Effects, Detection, and Remediation*. Johanning, E. y Yang, C., editores. Eastern New York Occupational Health Program. Latham, NY. 1995.
10. Eastern New York Occupational and Environmental Health Center. *Bioaerosols, Fungi and Mycotoxins: Health Effects, Assessment, Prevention and Control*. Johanning, E., editor. Albany, NY. 1999 (Actas de la III Conferencia internacional sobre hongos, micotoxinas y bioaerosoles: Consecuencias para la salud, evaluación, prevención y control. Del 23 al 25 de septiembre de 1998.)

11. Gravesen, S., Frisvad, J., y Samson, R. *Microfungi*. Munksgaard. Copenhagen, Dinamarca. 1994.
12. National Academy of Sciences, Committee on the Assessment of Asthma and Indoor Air. *Clearing the Air: Asthma and Indoor Air Exposures*. National Academy Press. 2000.
13. Institute of Inspection, Cleaning and Restoration Certification, *IICRC S500, Standard and Reference Guide for Professional Water Damage Restoration*, 2.^a edición. 1999.
14. Lstiburek, J. *Building Science Corporation Builder's Guide, Mixed-Humid Climates*. Building Science Corporation and the Energy Efficient Building Association. 1999.
15. National Academy of Sciences. *Indoor Allergens: Assessing and Controlling Adverse Health Effects*. National Academy Press. 1993.
16. National Institute for Occupational Safety and Health. *Guide to the Selection and Use of Particulate Respirators Certified under 42 CFR 84*. DHHS (NIOSH) Publicación N.º 96-101. Enero de 1996.
17. New York City Department of Health, Bureau of Environmental & Occupational Disease Epidemiology. *Guidelines on Assessment and Remediation of Fungi in Indoor Environments*. 2000.
18. Occupational Safety & Health Administration. *Respiratory Protection Standard, 29 CFR 1910.134*. 63 FR 1152. 8 de enero de 1998.
19. Condensed Chemical Dictionary, and Handbook of Chemistry and Physics, 69th ed., CRC Press, Boca Raton, FL, 1988.

El texto y la traducción del manual y del material relacionado han sido desarrollados cuidadosamente. No obstante, MAINSTREAM ENGINEERING CORPORATION no aceptará la obligación ni la responsabilidad legal por especificaciones incorrectas y sus consecuencias.