



Estado de California - Agencia de Salud y Servicios Humanos
Departamento de Salud Pública de California

TOMÁS J. ARAGÓN, M.D., Dr.P.H.
Director y funcionario de salud pública estatal



GAVIN NEWSOM
Gobernador

14 de agosto de 2023

PARA:

Todos los residentes de California

ASUNTO:

Guía provisional para ventilación, filtración y calidad del aire en ambientes interiores

Materiales relacionados: [Más guías sobre empleados y lugares de trabajo](#) | [Todas las guías](#) | [Más idiomas](#)



Actualizaciones a partir del 14 de agosto de 2023

- Se incluyen las definiciones de Cambios de aire equivalentes por hora (equivalent air change per hours, eACH) y Renovaciones del flujo de aire equivalente (limpio) por persona (CFM/persona)
- Actualización de los recursos disponibles relacionados con el cambio de aire equivalente por hora siguiendo las actualizaciones de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (Centers for Disease Control and Prevention, CDC)
- Concepto adicional agregado en la Sección 3, “Consideraciones generales”, sobre la importancia de tener en cuenta la densidad de ocupantes de los edificios al fijar los objetivos de ventilación

Esta guía está destinada a ser usada en edificios en los cuales se llevan a cabo actividades comerciales, reuniones u otro tipo de ocupación o uso en ambientes interiores.

Los empleadores deben conocer y cumplir todos los requisitos de protección del empleado estipulados en las [Normas de prevención contra el COVID-19 de la Cal/OSHA para casos que no son de emergencia](#). Consulte la Sección 9 de este documento, donde se identifican las disposiciones específicas de estas normas relacionadas con la ventilación.

La siguiente guía complementa las normas de la Cal/OSHA y recomienda medidas prácticas que pueden implementar los operadores de construcción para promover una mejor ventilación, filtración y calidad del aire en ambientes cerrados, con el fin de reducir la propagación del COVID-19 y otros agentes infecciosos en aerosol.

Esta orientación provisoria puede cambiar a medida que el conocimiento científico, la experiencia, la transmisión comunitaria y otras condiciones cambien. Encontrará información útil sobre ventilación de edificios y cuestiones relacionadas disponible en los [Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades](#) (CDC) y en la Sección 10 de este documento, Recursos.

Las recomendaciones que se describen a continuación implican una serie de costos iniciales y costos operativos continuos, los cuales pueden afectar las decisiones acerca de qué intervenciones implementar. Consulte siempre con el personal de ingeniería en construcción o mantenimiento antes de hacer cambios a un sistema de ventilación mecánica.

Los siguientes protocolos están basados en la experiencia y en principios que tienen una aplicación amplia. Esta guía no reemplaza ningún otro requisito obligatorio. Los lugares de trabajo aún deben cumplir con los requisitos de las Normas de prevención contra el COVID-19 de la Cal/OSHA para casos que no son de emergencia.

Esta guía está destinada a ser usada por organizaciones no relacionadas con la atención médica, incluidos distintos tipos de negocios, empresas, oficinas, restaurantes, escuelas, organizaciones religiosas, etc. Los centros de atención médica, en los cuales se espera la presencia de pacientes contagiados, requieren mayores tasas de ventilación y utilizan una filtración superior con el fin de asegurar el control apropiado de la infección; estos requisitos no se abordan en esta guía. Tenga en cuenta que las recomendaciones comprendidas en esta guía podrían no ser aplicables a su edificio o actividad particular. Tenga en cuenta que algunas de las recomendaciones pueden incrementar las facturas de electricidad o desgastar los componentes del sistema de ventilación.

Es posible que las jurisdicciones y otras entidades de salud locales continúen teniendo requisitos en entornos específicos según las circunstancias locales, incluso en determinados entornos de más alto riesgo o durante determinadas situaciones que puedan requerir el uso de mascarilla (por ejemplo, durante brotes activos en entornos de alto riesgo).

1. Aspectos básicos del COVID-19

El COVID-19 se transmite de persona a persona y puede ocurrir en las siguientes situaciones (las categorías no se excluyen mutuamente):

- Al respirar, hablar o vocalizar, cantar, toser o estornudar, las personas liberan partículas pequeñas (también conocidas como “aerosoles”) Estas pequeñas partículas pueden quedar suspendidas en el aire por un período de tiempo y pueden desplazarse más de seis pies con corrientes de aire. Otras personas podrían inhalar estas pequeñas partículas aunque estén a más de seis pies de distancia.
 - Actualmente, la inhalación de partículas suspendidas en el aire se considera la principal vía de transmisión de la infección por COVID-19. Se puede encontrar más orientación en el informe de investigación sobre la [transmisión de SARS-CoV-2 de los CDC](#).

- Cuando una persona tose o estornuda, expulsa gran cantidad de gotículas que van directamente a la cara, la nariz, los ojos o la boca de otra persona que, generalmente, se encuentra a una distancia de seis pies. Estas gotículas a veces se denominan “gotas balísticas” porque suelen desplazarse en línea recta y caer rápidamente.

La ventilación efectiva es una de las formas más eficaces para controlar la transmisión de aerosoles pequeños. Sin embargo, la ventilación y otras mejoras de la calidad del aire interior son un complemento y no un sustituto de las protecciones obligatorias exigidas por las Normas de prevención contra el COVID-19 de la Cal/OSHA para casos que no son de emergencia y las directivas estatales o locales. Las personas con mayor riesgo de contraer enfermedades graves derivadas del COVID-19 deben tener más cuidado con respecto al tiempo que pasan en ambientes cerrados fuera de su casa y usar una mascarilla en los momentos en los que hay circulación de COVID-19, especialmente cuando los niveles de transmisión son altos.

2. Definiciones

Aerosol se refiere a partículas sólidas o líquidas suspendidas en un gas (por lo general, aire).

Cambios de aire por hora (ACH, por sus siglas en inglés, también llamado Renovaciones de aire por hora) es una medida que estima cuántas veces por hora se renueva el aire dentro de un espacio. El ACH es un valor que permite fijar normas, guías y comparaciones para la ventilación de ambientes de diferentes dimensiones y con diferentes sistemas de ventilación.

En unidades imperiales, la fórmula del ACH es:

$$\text{ACH} = (\text{tasa de ventilación en CFM} \times 60 \text{ minutos/hora}) / \text{volumen del ambiente en pies cúbicos}$$

Limpiadores de aire son dispositivos independientes que mueven el aire en un ambiente a través de un filtro. Algunos filtros son capaces de eliminar partículas diminutas, incluidas partículas de virus y humo. En este documento se mencionan como Limpiadores de aire portátiles (PAC, por sus siglas en inglés) para diferenciarlos de los filtros y otros dispositivos en sistemas de climatización que se encargan de la limpieza del aire.

ASHRAE es la Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado. El personal de las instalaciones, los ingenieros y los profesionales de seguridad están familiarizados con esta organización y con su documentación.

CADR, o tasa de entrega de aire limpio, mide la eficacia de los limpiadores de aire portátiles en función del espacio en el ambiente y del volumen de aire limpio que se produce por minuto. Las unidades probadas tienen tres clasificaciones CADR; a los fines de COVID-19, debe usarse la clasificación CADR para “humo”. Esto también se denomina tasa de entrega de aire no infeccioso.

CFM, o pies cúbicos por minuto, es una medida de flujo de aire que ingresa o sale de una habitación.

Se utiliza la siguiente fórmula para calcular cuántos cfm se requieren para obtener un ACH determinado:

$$\text{CFM} = (\text{ACH deseado}) \times (\text{volumen de la habitación en pies cúbicos}) / 60 \text{ minutos/hora}$$

El volumen de la habitación puede calcularse con la siguiente fórmula:

$$\text{ancho} \times \text{largo} \times \text{altura hasta el cielo raso} \text{ (todas las medidas expresadas en pies)}$$

CFM/persona, o pies cúbicos por minuto por persona, es una medida del flujo de aire proporcionado por cada persona en una habitación. Es igual al flujo de aire total de la habitación (en CFM) dividido por la cantidad de ocupantes.

Aire limpio, a los fines de este documento, se refiere tanto al aire limpio exterior como también al aire interior recirculado que ha pasado por un limpiador de aire portátil (Portable Air Cleaner, PAC) con una CADR debidamente clasificada, o a través de un sistema de climatización equipado con un filtro con un valor de eficiencia mínima informado (Minimum Efficiency Reporting Value, MERV) de 13 o superior. Tenga en cuenta que el aire exterior no filtrado contaminado con humo de incendios no controlados no califica como aire limpio.

Cambios de aire exterior (limpio) equivalentes por hora (eACH), también denominado Renovaciones de aire exterior (limpio) equivalentes, es una medida que estima cuántas veces por hora se renueva el aire dentro de un espacio a través de cualquier combinación de los siguientes métodos: ventilación de aire exterior (outdoor air ventilation, OA) proporcionada por un sistema de ventilación mecánica o ventilación natural, aire recirculado (recirculated air, RA), que es filtrado y luego devuelto a un espacio, o aire suministrado dentro de un espacio después de ser filtrado por limpiadores de aire portátiles (portable air cleaners, PAC) equipados con un filtro HEPA. eACH es un valor que permite fijar normas, guías y comparaciones para la ventilación de habitaciones de diferentes dimensiones y con diferentes sistemas de ventilación.

En unidades imperiales, la fórmula del eACH es:

$$eACH = ((OA \text{ en CFM} + (RA \text{ en CFM} \times \text{eficacia de la filtración}^*) + (\text{CADR del PAC}^{**})) / (\text{volumen de la habitación (ft}^3\text{)}) \times 60 \text{ min/hr}$$

*especificado para un rango determinado de tamaño de partículas

**use los valores CADR para “humo” si se presentan valores CADR diferentes

Renovaciones del flujo de aire exterior (limpio) equivalentes por persona (CFM/persona), o pies cúbicos por minuto por persona, es una medida de las renovaciones del flujo equivalente del aire libre de patógenos por ocupante en un espacio interior.

Se utiliza la siguiente fórmula para calcular cuántos CFM/persona se requieren para obtener un eACH determinado:

$$\text{CFM/persona} = (eACH \text{ determinado}) \times (\text{volumen de la habitación en ft}^3) / (\text{cantidad de ocupantes}) \times 60 \text{ min/hr}$$

Los **ventiladores** son dispositivos que extraen o impulsan el aire en una dirección. Los ventiladores pueden ser de forma rectangular para colocar en ventanas o puertas, pueden ser de “tipo pedestal” para colocar en cualquier lugar de una habitación o pueden estar acoplados a luminarias en el cielo raso. Algunos ventiladores tienen interruptores que le permiten al usuario cambiar la dirección del flujo de aire; los ventiladores que no tienen estos interruptores deben girarse físicamente para cambiar la dirección del aire.

Filtro HEPA se refiere a un filtro recogedor de partículas de alta eficiencia. Este tipo de filtro de aire está diseñado para cumplir con un estándar que elimina como mínimo el 99,97 % de polvo, polen, hongos, bacterias y partículas que están presentes en el aire y tienen un tamaño de 0,3 micrones (μm). Se prueban con partículas de 0,3 micrones como “escenario más pesimista”, ya que este tamaño de partículas es el que más fácilmente penetra un filtro. Las partículas que son más grandes o más pequeñas quedan atrapadas con mayor eficiencia.

HVAC son las siglas en inglés de calefacción, ventilación y aire acondicionado. También se menciona como “ventilación mecánica” porque el sistema usa ventiladores para extraer e impulsar el aire a las habitaciones, por lo general a través de conductos y cámaras.

Ventilación mecánica es el proceso activo de suministrar aire o de extraer aire de un espacio interior mediante un equipo eléctrico, como ventiladores y sopladores a motor, pero no mediante

dispositivos como ventiladores de turbina impulsados por el viento y ventanas operadas mecánicamente.

Aire exterior se refiere al aire limpio que se toma del exterior de un edificio ya sea mediante ventilación natural o mecánica. También se menciona como “aire fresco” o, para determinadas aplicaciones, “aire de compensación”. Tenga en cuenta que el aire exterior no siempre se considera limpio, como cuando hay humo de incendios forestales.

PAC son limpiadores de aire portátiles, dispositivos que pueden moverse en un edificio o una habitación para llevar a cabo la limpieza del aire. Los PAC generalmente se venden con algún tipo de filtro altamente eficiente, como un filtro HEPA. La portabilidad de los PAC les permite colocarlos en aquellos lugares donde la limpieza del aire será más beneficiosa para los ocupantes de la habitación.

Aire recirculado se refiere al aire que se toma desde el interior del edificio, se pasa a través de filtros, se acondiciona y se reintroduce en el edificio. A menos que se pase a través de un filtro MERV-13 o de mayor eficiencia, el aire recirculado no se considera al evaluar la ventilación de un edificio a los fines del COVID-19.

3. Consideraciones generales

Nuestro entendimiento del papel que cumple el entorno construido en la transmisión del COVID-19 cambió; algunos estudios recientes han demostrado claramente que los aerosoles pequeños con virus pueden transportarse mucho más de seis pies de radio físico y quedar suspendidos en el aire de la habitación, donde pueden ser inhalados. Con la posible excepción de hospitales, centros médicos y centros de investigación que emplean capuchas de escape, los requisitos de ventilación existentes, como aquellos establecidos en el Código de Normas de Construcción de California y el Título 24, no están destinados a controlar la exposición a aerosoles pequeños de agentes infecciosos, tales como el SARS-CoV-2, el virus causante del COVID-19.

En consecuencia, debe considerarse el cumplimiento del código como línea de referencia, o punto de partida, para crear entornos más protegidos. La ventilación (es decir, la ventilación equivalente, lograda mediante una combinación de aire exterior, aire recirculado filtrado adecuadamente y aire filtrado por PAC) debe maximizarse hasta alcanzar niveles que superen los requisitos del código tanto como sea viable, especialmente en áreas en donde las personas no usan mascarillas (por ejemplo, al comer en restaurantes) o donde se mezclan personas de diferentes unidades familiares, independientemente del uso de mascarilla.

La densidad de ocupantes de un espacio interior constituye un factor crucial que debe tenerse en cuenta a la hora de fijar los objetivos de ventilación, ya que los espacios del mismo volumen, pero con diferente cantidad de ocupantes, requerirán diferentes tasas de ventilación total para proporcionar el mismo nivel de protección *para cada ocupante*. La renovación del flujo de aire exterior equivalente por persona (en unidades de CFM/persona) es una métrica objetivo que tiene en cuenta la densidad de ocupantes.

Por el contrario, las métricas objetivo de eACH (en unidades de /hr) no tienen en cuenta la cantidad de ocupantes de un ambiente interior y, por lo tanto, son más aproximadas; es decir, los niveles objetivo de ventilación de eACH, aunque son más sencillos de aplicar en general sin conocer la cantidad de ocupantes, pueden desproteger o sobreproteger a las personas en relación con un requisito de ventilación por persona basado en pruebas.

Por ejemplo, REHVA, la organización europea de ingenieros de ventilación, desarrolló una [estrategia](#) (PDF) para determinar los flujos mínimos de ventilación necesarios para controlar el riesgo de infecciones transmitidas por el aire interior, basándose en modelos matemáticos pertinentes y en las mejores hipótesis disponibles. La correspondiente organización estadounidense de ingenieros de

ventilación, ASHRAE, también elaboró un [método](#) para establecer los flujos de aire recomendados y controlar el riesgo de infecciones transmitidas por el aire.

En un informe reciente de la [Lancet Commission](#) (PDF) elaborado a partir de las pruebas científicas disponibles sobre el control de las infecciones transmitidas por el aire se recomendó que 21 CFM por persona es “bueno”, 30 CFM por persona es “mejor” y más de 30 CFM por persona es “óptimo”. Estas recomendaciones de tasas de entrega de aire no infeccioso se basan en una amplia revisión de las pruebas disponibles, proporcionadas en su documento. Para determinados tipos y tamaños de edificios, la Lancet Commission también comunicó sus flujos objetivo “bueno” y “mejor” como 4-6 eACH. (Como la densidad de ocupantes puede variar de un edificio a otro, estos objetivos de eACH son valores aproximados basados en la supuesta densidad de ocupantes).

Estas recomendaciones de eACH son similares a un objetivo de recomendación reciente del [CDC](#) de 5 eACH en espacios interiores para ayudar a reducir el riesgo de transmisión del COVID-19. Según el CDC, es probable que este valor objetivo reduzca la concentración de partículas infecciosas y disminuya el riesgo de infección en una cantidad desconocida, pero no garantizará que se elimine dicho riesgo. El documento del CDC no establecía un objetivo de flujos de aire de ventilación por persona y justificaba su objetivo específico de eACH con dos argumentos principales: que el informe de la Lancet Commission, basado en las pruebas científicas disponibles, proponía 4-6 eACH y que los limpiadores de aire portátiles proporcionan 5 eACH si el tamaño es adecuado en función de las directrices de la EPA estadounidense.

Tenga en cuenta que incluso un alto nivel de ventilación no será totalmente eficiente a la hora de reducir el contagio por partículas con virus a personas susceptibles que estén demasiado cerca de personas infectadas; es más probable que la transmisión a corta distancia se reduzca con un mayor distanciamiento entre los ocupantes o el uso de mascarilla.

Además, según las normativas, se requerirá o necesitará una mayor tasa de ventilación en los lugares que supongan un mayor riesgo de contagio y no estén contemplados en este documento, por ejemplo, los centros de atención médica. Para obtener más orientación sobre la ventilación de áreas de aislamiento en otros entornos, consulte la guía del Departamento de Salud Pública de California (California Department of Public Health, CDPH) [sobre la ventilación de las áreas de aislamiento para reducir el riesgo de transmisión de COVID-19 en centros de enfermería especializada, centros de cuidados a largo plazo, centros de cuidados paliativos, centros de tratamiento por consumo de drogas y refugios para indigentes](#). Es necesario seguir investigando para determinar las estrategias óptimas de ventilación y ocupación para todos los espacios y contextos.

En general, cuanto mayor es el número de personas en un ambiente interno, mayor es la necesidad de ventilación con aire exterior, en combinación con filtración del aire interior. Las tareas deben estar enfocadas en suministrar ventilación con aire fresco y filtración en los espacios con la mayor densidad de ocupantes, como así también donde los ocupantes puedan estar sin mascarilla.

Se debe evitar la aglomeración de personas en áreas en las que no sea posible incrementar la ventilación exterior y no se usen mascarillas o respiradores. Un mayor distanciamiento físico hará que se reduzcan los riesgos de transmisión generados por estar cerca de personas infectadas, y disminuir la ocupación puede ayudar a que esto suceda. Otros cambios que pueden considerarse en los edificios con características de ventilación específicas incluyen:

- Para edificios con sistemas de ventilación mecánica, consulte la Sección 5: Mejorar la ventilación mecánica.
- Inspeccionar y mantener la ventilación por extracción en áreas de soporte, como cuartos de lavado o cocinas.
- Asegurarse de que los ventiladores por extracción en los baños y en otras áreas funcionen debidamente y operen en forma continua o según sea necesario. Debido a que el virus puede

estar presente en la materia fecal, se aconseja bajar las tapas de los inodoros (si están disponibles) al descargar el agua.

- Mantener abiertas las ventanas y otras fuentes de ventilación natural en la mayor medida posible.
- Considerar agregar limpiadores de aire portátiles (PAC) en las áreas para complementar otras medidas de control.

Para ayudar a mejorar la ventilación de un edificio, uno o varios de los siguientes profesionales pueden asistirlo:

- ingenieros de instalaciones (“fijos”),
- personal de mantenimiento y reparación de edificios,
- ingenieros mecánicos,
- contratistas mecánicos (climatización),
- contratistas generales,
- arquitectos, o
- asesores en calidad de aire interior o en higiene y seguridad.

4. Mejorar la ventilación natural y uso apropiado de ventiladores

Considere implementar alguna de las siguientes pautas para mejorar el suministro de aire exterior dentro de un espacio, teniendo especial cuidado los días en los que la calidad del aire es deficiente:

- Cuando las condiciones climáticas y la calidad del aire lo permitan, abrir ventanas y puertas para incrementar el aire fresco exterior. No abrir ventanas y puertas si hacerlo impone un riesgo para la salud o seguridad de cualquier persona que esté usando el establecimiento.
- Usar ventiladores para aumentar la eficacia de las ventanas abiertas.
 - Posicionar los ventiladores de forma segura y con cuidado, en las ventanas o cerca de estas.
 - Prestar atención a los cables eléctricos; tenga cuidado de no tropezar o en condiciones de humedad, lo cual puede crear un peligro de electrocución.
 - Posicione los ventiladores de manera que el aire no sople desde una persona hacia otra.
 - Los ventiladores de ventana colocados en modo extracción pueden ayudar a impulsar el aire fresco hacia una habitación a través de ventanas o puertas abiertas sin generar corrientes de aire fuertes.

NOTA: Para edificios que tengan tanto ventanas operables como sistemas de ventilación mecánica, las interacciones entre los dos deben considerarse cuidadosamente.

- Evite usar ventiladores de cielo raso para mejorar la calidad del aire en las habitaciones como medida de prevención. No existe suficiente evidencia científica que respalde su eficacia en la dilución de aire potencialmente contaminado con aire más limpio en las partes más altas de la habitación. Los ventiladores de cielo raso no llevan aire fresco adicional a un espacio interior y no se consideran equivalentes de la ventilación con aire fresco. Dada la incertidumbre que existe sobre su eficacia, los ventiladores de cielo raso deben estar apagados a menos que sea necesario para el confort térmico de los ocupantes del edificio. Los ventiladores de cielo raso pueden mejorar la mezcla de aire, siempre que se introduzca aire exterior en el espacio.
- Para conocer más sobre el uso de limpiadores de aire portátiles, consulte la Sección 7. Limpiadores de aire portátiles (“Filtros de aire HEPA”)

5. Mejorar la ventilación mecánica

Considere mejorar los sistemas de ventilación mecánica y otras medidas para 1) aumentar la entrega de aire limpio y 2) eliminar o diluir las concentraciones de COVID-19 u otros contaminantes en el aire del edificio. La cantidad de aire exterior que llega al sistema mecánico debe maximizarse.

Una filtración MERV 13 o superior es eficaz al mantener los virus presentes en el aire y debe ser el objetivo mínimo de nivel de filtración. Si el sistema de manejo de aire no puede funcionar con un nivel de filtración tan alto, aumente la filtración en el equipo al máximo permitido por el sistema.

Tenga en cuenta que (independientemente del COVID-19) [el Título 8 del CCR, Sección 5142](#) exige que se mantengan y operen sistemas de ventilación mecánica a fin de suministrar, como mínimo, la cantidad de aire exterior requerida por el Código de Normas de Construcción de California, Título 24, Parte 2, Código Administrativo de California, vigente al momento de emitir el permiso de construcción.

Obtenga asesoramiento de profesionales especializados en climatización cuando se consideren cambios al sistema y equipo de climatización. Revise los recursos adicionales al final de este documento para obtener más información sobre las recomendaciones de ventilación para distintos tipos de edificios y la preparación de edificios para ocupación. No todos los pasos pueden aplicarse a todos los escenarios.

- Abra completamente los reguladores de aire externos y cierre los reguladores de recirculación para disminuir o eliminar la recirculación. Configure los economizadores en el 100 % de aire exterior. En clima templado, esto no afectará el confort térmico ni la humedad, pero en clima frío, cálido o húmedo podría generar cambios en el aire interior, por lo que es probable que se necesiten ajustes en cuanto a la vestimenta o los calentadores de ambientes.
- Aumente al máximo la filtración de aire central sin disminuir considerablemente el diseño del flujo de aire. La filtración de aire objetivo debe ser MERV 13 o superior.
 - Inspeccione las carcassas y bastidores de los filtros para comprobar que el estado sea óptimo y asegúrese de que no exista la posibilidad de que el aire evite el filtro.
 - Limpie o reemplace los filtros y revíselos para asegurarse de que estén debidamente instalados, colocados, funcionando y que no estén dañados. Tenga en cuenta que durante eventos de mala calidad del aire causados, por ejemplo, por el humo de incendios no controlados, los filtros más eficientes se cargarán más rápido y deberán monitorearse con mayor atención. Debido a que los filtros pueden estar contaminados con partículas de virus, toda persona que cambie un filtro debe usar, como mínimo, un respirador N95 con prueba de ajuste, de acuerdo con los requisitos del Título 8, Sección 5144 o Sección 5199 del CCR, así como protección ocular (máscara de protección facial o gafas de seguridad) y guantes descartables.
- Desactive los “controles de demanda” y los sensores de ocupación en los sistemas de ventilación, para que los ventiladores funcionen continuamente, independientemente de las necesidades de calefacción o refrigeración. Esto se realiza ajustando el ventilador en el termostato del sistema a la posición “ON” en lugar de “AUTO”.
 - Si los sistemas de climatización funcionan en ciclos de día/noche u otros ciclos preprogramados, considere utilizar el sistema de climatización con el flujo de aire externo máximo durante una o dos horas antes de abrir el establecimiento y durante dos o tres horas después de cerrarlo.
 - Considere utilizar los ventiladores de climatización las 24 horas del día, los 7 días de la semana.
 - Independientemente de COVID-19, se requiere el funcionamiento continuo del sistema de climatización cuando los empleados están presentes, según el Título 8, [Sección 5142](#) del CCR.

- Genere un movimiento de aire de limpio a menos limpio ajustando la configuración de entrada y salida de los difusores o los reguladores de aire en áreas de mayor riesgo, para que el aire potencialmente contaminado se aleje de los ocupantes.
- Por lo general, los sistemas de serpentín y ventilador montados en la pared no eliminan las partículas de virus; esto podría permitir que estas partículas se acumulen en el espacio. Dichos sistemas no deben funcionar en espacios ocupados a menos que tengan filtración MERV 13 o superior.
- La cantidad de aire exterior que llega al sistema mecánico debe maximizarse independientemente de la filtración de aire.

6. Determinar la función del sistema mecánico

- Pueden colocarse trozos pequeños de cinta o papel de seda en los registros del suministro de aire para verificar que el sistema esté funcionando.
- Una pluma en el extremo de un palillo o una clavija puede servir para rastrear las corrientes de aire, por ejemplo desde ventiladores o PAC, para verificar que el aire no esté soplando de una persona hacia otra.
- Los niveles de dióxido de carbono (CO_2) pueden aumentar a medida que los sistemas de ventilación mecánica tienen dificultad para mantenerse a la par de la ocupación de espacio. Por lo tanto, la medición de los niveles de CO_2 en un espacio puede utilizarse para determinar la eficacia del sistema de ventilación en los espacios interiores con mayor densidad de ocupación. Sin embargo, el nivel de CO_2 es un indicador desfasado, ya que demora un tiempo en aumentar una vez que se ocupa un espacio. Se recomienda contar con el asesoramiento de un ingeniero mecánico profesional y experimentado o un especialista en higiene industrial respecto de cuál es la mejor forma de usar la tecnología de monitoreo de CO_2 en un establecimiento.
- Si necesita ayuda para evaluar su sistema, consulte la lista de profesionales en la Sección 3. Consideraciones generales.

7. Limpiadores de aire portátiles (“Filtros de aire HEPA”)

Los limpiadores de aire portátiles (PAC) deben considerarse en habitaciones y áreas donde no es posible mejorar la ventilación mecánica y pasiva lo suficiente como para cumplir con los objetivos. Los PAC vienen en diferentes tamaños, precios y con diferentes funciones; las unidades de mayor valor no necesariamente brindan una mejoría superior de la calidad del aire. Dependiendo de la cantidad, calidad y condición de la ventilación existente, los PAC pueden ser útiles para brindar 2-5 eACH adicionales. Revise estos puntos clave sobre el uso eficaz de los PAC:

- Compre PAC que estén [certificados para emisiones de ozono y seguridad eléctrica por la Junta de Recursos del Aire de California \(CARB\)](#).
- Asegúrese de que los PAC sean del tamaño apropiado para la habitación o área en la que se utilizarán. Un método para seleccionar la unidad del tamaño apropiado es la [tasa de entrega de aire limpio \(CADR\)](#) de la Asociación de Fabricantes de Electrodomésticos (AHAM). Los autores de la norma CADR sugieren que una unidad debe tener una CADR de, al menos, 2/3 de la superficie cubierta de la habitación (en pies cuadrados), haciendo ajustes si el cielo raso de la habitación mide más de ocho pies de alto. Si se usa este método, debe usarse la CADR de la unidad para humo. En el sitio web [“Verifide” de la AHAM](#) podrá encontrar una lista de todas las unidades con clasificaciones de CADR (con valores de clasificación). Es posible que una habitación necesite más de un PAC.
- Los PAC son muy eficientes para capturar partículas del tamaño del coronavirus, pero las partículas primero deben viajar físicamente hasta el filtro. Cuanto más rápido un PAC pueda hacer circular el aire por el filtro, mejores serán las probabilidades de atrapar partículas de virus. La CADR refleja, en pies cúbicos por minuto, el volumen de aire limpio que produce el

PAC en su máxima velocidad (la eficiencia del PAC al limpiar el aire disminuye a velocidades más bajas). Tenga en cuenta que, en los espacios donde es clave que haya poco ruido, como en las aulas, identificar y usar unidades silenciosas es especialmente importante, ya que hacer que un PAC ruidoso haga un ruido tolerable puede requerir que este funcione a baja velocidad, con baja eficiencia de limpieza de aire.

- Los PAC tienen tres clasificaciones de CADR: humo, polvo y polen, que representan partículas pequeñas, medianas y grandes, respectivamente. Para filtrar el COVID-19, debe usarse la clasificación CADR para “humo”. Las partículas de humo son similares en tamaño a las gotículas de virus más pequeñas, mientras que las gotículas de virus más grandes se asemejan más al tamaño del polen. Un PAC con una CADR de 250 para humo reduce el tamaño de los niveles de partículas a la misma concentración que se lograría agregando 250 pies cúbicos de aire limpio por minuto.
- Para obtener ayuda adicional sobre cómo determinar el tamaño correcto de los PAC para COVID-19, la Universidad de Harvard y la Universidad de Colorado Boulder, han desarrollado en forma conjunta una [hoja de cálculo](#) para identificar el PAC apropiado, usando la CADR. Si se usa esta hoja de cálculo, tenga en cuenta que los PAC enumerados en la tercera pestaña son solo ejemplos de fabricantes y modelos verificados; puede ingresar su CADR (utilizando el valor para humo) para cualquier unidad en la segunda pestaña de la hoja de cálculo.
- Las especificaciones del fabricante, los valores CADR y la hoja de cálculo de Harvard/CU basan sus estimaciones en el PAC funcionando a la máxima velocidad del ventilador. Al reducir la velocidad del ventilador puede reducirse el ruido generado por la unidad, pero también disminuye la cantidad de filtración de aire que suministra la unidad.
- Para una limpieza efectiva del aire, un PAC debe estar ubicado hacia el centro del lugar donde las personas se sientan o reúne, con la unidad de extracción orientada de manera que no sople aire desde una persona a otra.
 - Deben usarse los PAC que extraen el aire hacia arriba para evitar soplar aire desde una persona a otra.
 - Si se colocan las unidades de filtración de aire en esquinas no utilizadas de la habitación o debajo de las mesas, no será posible limpiar eficazmente el aire.
 - No cree peligros de tropiezos con los PAC o cables eléctricos asociados.
- Los PAC se deben limpiar, inspeccionar y se debe reemplazar su filtro. Conozca los parámetros de funcionamiento (como la velocidad recomendada del ventilador), la colocación y las prácticas de mantenimiento que optimizan los beneficios que ofrece la unidad.
- Pueden usarse limpiadores de aire industriales que usan un filtro recogedor de partículas de alta eficiencia (HEPA), y son ideales para habitaciones y áreas más grandes:
 - Unidades comerciales/industriales, a veces denominadas “máquinas de aire negativo” (NAM, por sus siglas en inglés) pueden estar disponibles en establecimientos más grandes; verifique con el personal del establecimiento/mantenimiento, quienes probablemente también puedan solicitar este tipo de unidad a sus proveedores de equipos. Todas estas unidades deben ser inspeccionadas para garantizar la descarga apropiada de la extracción.
 - Los limpiadores de aire industriales generalmente no tienen clasificación de CADR. En cambio, el flujo de aire clasificado por el fabricante (en CFM) se incorpora al cálculo de los cambios de aire por hora y de los cambios de aire equivalentes por hora provistos en la Sección 2.

8. Ventilación durante situaciones con humo de incendios no controlados

- La ventilación y la filtración pueden reducir las concentraciones en el aire interior tanto de partículas víricas como de otros tipos de partículas (por ejemplo, el humo de los incendios forestales, el polen, las esporas y los alérgenos) con mucha eficacia; sin embargo, las

- estrategias utilizadas se deben ajustar de forma adecuada (por ejemplo, reducir la cantidad de aire fresco que se introduce en situaciones con humo de incendios no controlados).
- Cuando se usan con las ventanas y puertas cerradas y cuando un sistema de climatización ha sido debidamente instalado y tiene el mantenimiento apropiado y funciona correctamente, el sistema de climatización con filtros MERV 13 reducirá eficazmente la exposición interior tanto a partículas de humo de incendios como a partículas de virus.
 - En los casos en que los edificios no estén equipados con sistemas de climatización, los PAC pueden reducir eficazmente la concentración tanto de partículas de humo como de coronavirus en el aire interior. Como se mencionó anteriormente, podría necesitarse más de un filtro de aire portátil para cumplir con la tasa de filtración de aire recomendada por la AHAM.
 - Para filtrar partículas del tamaño del humo de incendios no controlados y coronavirus, el PAC debe contar y se debe operar con una CADR para humo de tabaco (0.9 - 1.0 µm).

9. Requisitos para ventilación en las Normas de prevención de COVID-19 de Cal/OSHA

Las [Normas de prevención contra el COVID-19 de la Cal/OSHA para casos que no son de emergencia](#) están presentes en el Título 8 del CCR y exigen que los empleadores cubiertos establezcan, implementen y mantengan un programa efectivo y por escrito de Prevención de COVID-19 que incluya elementos relacionados específicamente con la ventilación y la filtración. Los empleadores cubiertos deben consultar las [Normas de prevención contra el COVID-19 de la Cal/OSHA para casos que no son de emergencia](#) y las [Preguntas frecuentes de Cal/OSHA](#) pertinentes para obtener información sobre los requisitos específicos de ventilación y filtración que se indican en estas subsecciones:

- [Sección 3205 Prevención de COVID-19](#)
 - Subsección 3205 (h)(1)
 - Subsección 3205 (h)(1)(A)
 - Subsección 3205 (h)(1)(B)
 - Subsección 3205 (h)(1)(C)
 - Subsección 3205 (h)(2)
 - Subsección 3205 (h)(3)
 - Subsección 3205 (h)(4)
- [3205.1 Múltiples infecciones por COVID-19 y brotes de COVID-19](#)
 - Subsección 3205.1 (e)(1):
 - Subsección 3205.1 (e)(3):
 - Subsección 3205.1 (f)
- [3205.2 Prevención de COVID-19 en viviendas provistas por el empleador](#)
 - Subsección 3205.2 (c)

Se puede encontrar información sobre los brotes principales en la Sección 3205.1.

10. Recursos

Estado de California

- www.covid19.ca.gov

Disposiciones de seguridad en el lugar de trabajo de Cal/OSHA (División de Seguridad y Salud Ocupacional, Departamento de Relaciones Industriales)

- [Normas de prevención de la Cal/OSHA para casos que no son de emergencia](#) - Páginas informativas, modelo de programa escrito y otros recursos

- Título 8 del CCR, Sección 3205 [Prevención de COVID-19; 3205.1 Múltiples infecciones por COVID-19 y brotes de COVID-19; 3205.2 Prevención de COVID-19 en viviendas provistas por el empleador](#);
- Título 8 del CCR, Sección 5142 [Sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado \(HVAC\) accionados mecánicamente para suministrar ventilación mínima para edificios](#).
- Título 8 del CCR, Sección 5143 [Requisitos generales de sistemas de ventilación mecánica](#).
- Título 8 del CCR, Sección 5144 [Protección respiratoria](#).

Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades

- [Ventilación en edificios](#)
- [Escuelas operativas durante la pandemia de COVID-19: consideraciones de los CDC](#)
- [Humo de incendios no controlados y COVID-19: Preguntas frecuentes y recursos para asesores en recursos aéreos y otros profesionales de la salud ambiental](#)

AIHA (antiguamente, Asociación Estadounidense de Higiene Industrial)

- [Reducción del riesgo de COVID-19 mediante el uso de controles de ingeniería \(PDF\)](#)

Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales

- [Artículo técnico sobre ventilación para entornos industriales durante la pandemia de COVID-19 \(PDF\)](#)

Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE)

- [Recursos de la ASHRAE disponibles para abordar inquietudes por COVID-19](#)
- [ASHRAE aprueba una norma innovadora para reducir el riesgo de transmisión de enfermedades en espacios interiores](#)
- [Guía de la ASHRAE para la reapertura de escuelas y universidades C19 \(PDF\)](#)
- [Norma 62.1-2019 Ventilación para calidad aceptable del aire interior](#) (Nota: Este es un documento sobre el que se aplica un cargo. La ASHRAE brinda acceso gratuito en Internet a una versión de solo lectura desde el vínculo en la página web; busque Standard 62.1-2019)

Asociación de Fabricantes de Electrodomésticos

- [Directorio de limpiadores de aire portátiles certificados](#)
- [Información acerca de la prueba de limpiadores de aire portátiles](#)

Junta de Recursos del Aire de California (CARB)

- [Limpiadores de aire y productos generadores de ozono](#)

Agencia de Protección Ambiental (EPA)

- [Ventilación y COVID-19](#)
- [Aire interior en hogares y COVID-19](#)

Escuela de Salud Pública de la Universidad de Harvard y Escuela de Ingeniería de la Universidad de Colorado Boulder

- [Calculadora de limpiadores de aire para escuelas de Harvard-CU Boulder](#)

Centro de Seguridad Sanitaria de la escuela de salud pública Johns Hopkins Bloomberg

- [Ventilación en la escuela: Una herramienta vital para reducir la propagación del COVID-19 \(PDF\)](#)

Organización Mundial de la Salud

- [Hoja de ruta para mejorar y garantizar una buena ventilación interior \(en el contexto de COVID-19\)](#)

Escuela de Salud Pública de la Universidad de Yale

- [Reapertura de escuelas - La ventilación es clave para reducir el riesgo](#)

Esta Guía para ventilación, filtración y calidad del aire en ambientes interiores fue adaptada con autorización a partir de un documento similar preparado por el Departamento de Salud Pública de San Francisco (SFDPH): [Información y orientación para COVID-19 del SFDPH](#).

Publicado originalmente el 26 de febrero de 2021