

Impacto de los sistemas de ventilación en la transmisión del SARS-CoV-2. Recomendaciones generales

Versión 1ª: 29 de octubre de 2020

Viceconsejería de Salud Pública y Plan Covid-19

Consejería de Sanidad

Contenido

Vías de transmisión de la infección por SARS-CoV-2	3
Recomendaciones actuales.....	6
Acciones recomendadas	8
Ventilación natural	8
Renovación del aire por hora (ACH)	8
Métodos para medir la ventilación.....	9
Criterios de la ASHRAE (Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado).....	10
Pautas de la REHVA (Federación de Asociaciones europeas de calefacción, ventilación y aire acondicionado)	11
Conclusiones	13
Resumen de las recomendaciones para la ventilación de edificios durante la pandemia Covid-19.	14
Bibliografía	15

Vías de transmisión de la infección por SARS-CoV-2

Como se sabe, a finales del mes de diciembre de 2019, China informó a la Organización Mundial de la Salud (OMS) de la existencia de un grupo de 27 casos de neumonía de etiología desconocida, con exposición común a un mercado mayorista de pescados y animales vivos de la ciudad de Wuhan(1). El agente causante de esta neumonía fue identificado como un nuevo virus de la familia *Coronaviridae* que, posteriormente, se ha denominado SARS-CoV-2. La enfermedad causada por la infección de este virus se llamó COVID-19.

Según la *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, el tamaño de un coronavirus está entre 0,15 y 0,16 micras (otros autores también lo cifran en alrededor de 100 nanómetros) y viaja siempre en partículas de mayor tamaño. Cuando son expelidos por el huésped, no van desnudos, van en el interior de una gota de mayor o menor tamaño(2).

Según el vigente conocimiento científico, el virus SARS-CoV-2 puede transmitirse por diferentes vías:

- Vía gotas depositadas en superficies, **contagio por contacto** indirecto (fómites).
- Vía combinada por **gotas y por aerosoles** en contactos estrechos entre 1 y 2 metros.
- Vía **aerosoles**, a mayores distancias.

Las gotículas serían aquellas secreciones de mayor tamaño que contienen el virus y pueden depositarse en las superficies de los enseres y espacios habitados. Sabemos que se mantiene activo en diversas superficies hasta dos días después y más tiempo si estamos en un emplazamiento interior (2), lo que facilitaría la transmisión a través de fómites en el entorno inmediato alrededor de la persona infectada (7). De ahí la gran importancia que cobran las medidas del uso de mascarillas adecuadas así como la higiene y desinfección.

El tamaño de las gotas determina su transmisión. Las grandes suelen caer al suelo pero las pequeñas podrían desplazarse por largas distancias ayudadas por los flujos de aire de las habitaciones e incluso por los sistemas de ventilación. Se considera que una partícula menor de 60 μm no alcanzará el suelo hasta que se deshidrate completamente por lo que se podría transportar más allá de los 1,5 metros. De esta manera se podría transmitir el virus a mayores distancias y no solo después de un contacto estrecho(3), a corta distancia.

Según la OMS, las infecciones respiratorias pueden transmitirse a través de gotitas de diferentes tamaños: cuando las partículas de las gotitas son $>5-10 \mu\text{m}$ de diámetro se denominan gotas respiratorias (gotículas), y cuando son $<5\mu\text{m}$ de diámetro, se denominan gotitas núcleos (aerosoles) (6). La transmisión por gotas se produce cuando una persona está en contacto cercano (dentro de 1-2 m) con alguien que tiene síntomas respiratorios (por ejemplo, al toser o estornudar) y, por lo tanto, corre el riesgo de que sus mucosas (boca y nariz) o su conjuntiva (ojos) estén expuestas a gotas respiratorias potencialmente infecciosas.

Si bien, hasta ahora, se ha mantenido el paradigma de la cifra de los 5 μm como el tamaño que separaba las gotículas de los aerosoles, hoy en día, diferentes autores reconocen la conveniencia de revisarlo porque se sabe que todas las personas al hablar y respirar, emiten secreciones respiratorias de diferentes tamaños que oscilan desde menos de 0,5 μm a más de 100 μm (4).

En el momento actual, la evidencia disponible más reciente, indica que la transmisión del SARS-CoV-2 por aerosoles es posible, y así lo han reconocido los ECDC (5). Incluso la OMS ha añadido esta vía como mecanismo de transmisión de la COVID-19 (6).

Por tanto, la transmisión por aerosoles sí parece que pudiera ser una forma importante de transmisión en interiores, donde la distancia de seguridad de 1-2 metros podría no ser suficiente. En el exterior, el aire libre, impide que alcance la carga viral necesaria para contagiar por este medio.

No obstante, varios autores, aun reconociendo que los aerosoles generados al hablar, toser, cantar, etc., permanecen en el aire durante horas y contienen RNA del SARS-CoV-2 (al menos en hospitales y en recintos cerrados mal ventilados), “no prueban que esta sea una vía de transmisión tan relevante como el contacto estrecho”. Lo justifican con dos aspectos muy interesantes: el R_0 (número reproductivo básico) y la tasa secundaria de ataque. En definitiva, estos autores reconocen que si la vía de los aerosoles fuese tan relevante, los contagios en los entornos de interiores serían mayores(7).

Vinculado a ello estaría lo que se denomina los “supercontagiadores”. Algunos autores prefieren hablar de “eventos supercontagiadores”, lo que cambia radicalmente la percepción del riesgo al orientar las acciones de prevención hacia el control de estos eventos en ambientes interiores, bien prohibiéndolos, bien limitándolo a unos aforos muy restringidos, al uso de mascarillas y a una ventilación natural, forzada o mixta, acorde a las estipuladas por el RITE.

Otro factor importante a considerar además del tamaño de las gotas es el flujo de aire en los lugares cerrados. La distribución de las gotas infecciosas depende de la posición de las personas, la frecuencia de la renovación de aire, el tipo de sistema de distribución del aire y la presencia de otras corrientes de aire en el lugar. (Figura 1)(3,8)

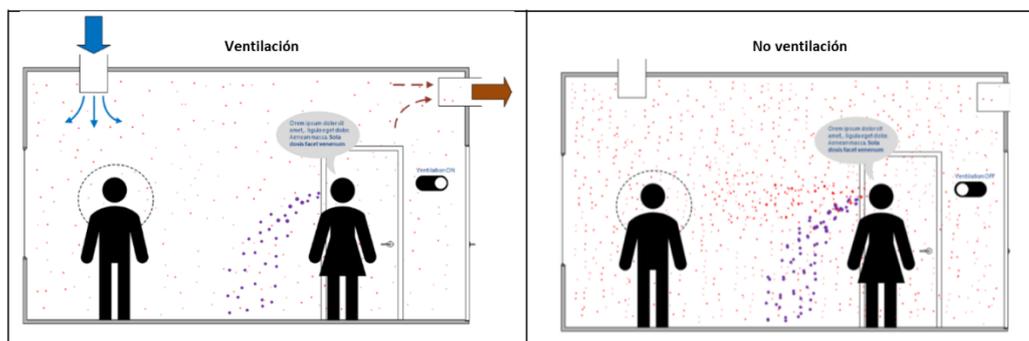


Figura 1. Modelo de diseminación de aerosoles cuando una persona (la mujer) habla en la zona de respiración de otra (hombre). Las partículas gruesas exhaladas se marcan en morado. Como se observa en la figura, cuando los sistemas de ventilación están en funcionamiento la cantidad de partículas virales flotantes disminuye.

Vinculado a ello, hay que considerar el tipo de paciente. Así, los pacientes COVID-19, tanto si son asintomáticos, como presintomáticos o sintomáticos, responden a patrones de contagio muy diferente. Los asintomáticos no desarrollan síntomas en ningún momento, y son responsables del 5% aproximadamente de los contagios; todo parece apuntar a que son personas con inmunidad celular previa a la pandemia que les permite defenderse bien de la infección. En cambio, los presintomáticos contagian el 45% y no presentan síntomas hasta pasados unos días (5 de media, aproximadamente). Estos son los más peligrosos por la dificultad que tienen para su localización, salvo que se consideren contactos estrechos y se les recomiende aislamiento.

Por todo ello, los lugares cerrados, con muchas personas, sin utilizar mascarillas y mal ventilados suponen un incremento de riesgo de transmisión de infecciones respiratorias (1).

Si bien se ofrecen datos sobre la capacidad de transmisión de las personas contagiadas, las cifras que se manejan son muy diferentes según los autores, por lo que no procedería citarlas.

Transmisión fecal-oral

Diferentes estudios (9,10) han detectado la presencia del SARS-CoV-2, en las heces de los pacientes y también en las aguas residuales no tratadas. La eliminación del virus por vía fecal puede persistir, en promedio, algo más de 11 días después de ser negativas las muestras respiratorias en, al menos, un 50% de los pacientes. Otros estudios han demostrado la viabilidad del virus aislado de heces. Estos hallazgos abren la puerta a considerar la posibilidad de la transmisión oro-fecal en determinadas circunstancias.

Desde este punto de vista, conviene considerar los riesgos inherentes que podrían derivarse de la posible aerosolización del virus al accionar la descarga del agua del inodoro y el transporte de estos aerosoles a otras partes del edificio por diferentes vías.

Ante esta potencial eventualidad, en los baños, no solo de las casas sino los de los edificios de pública concurrencia, para evitar la dispersión de estos posibles aerosoles, por precaución, se bajará la tapa antes de accionar la descarga; además, se limpiarán y desinfectarán los baños con frecuencia, se mantendrán las puertas cerradas y se potenciará la ventilación.

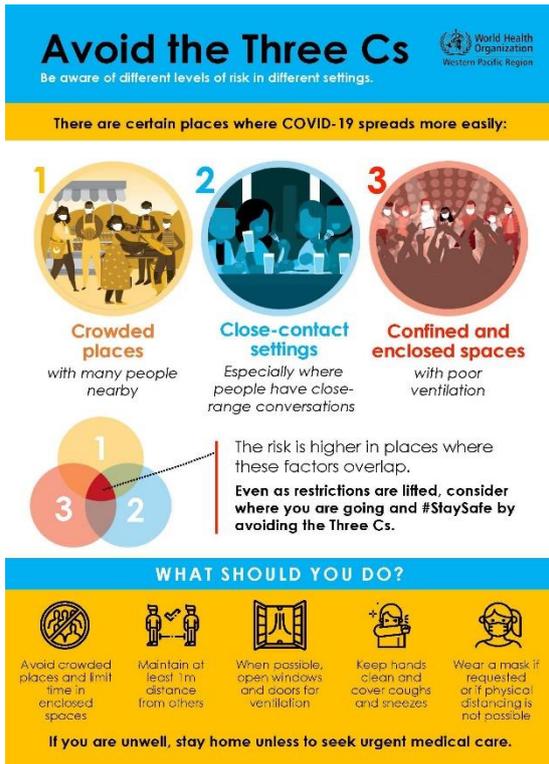
Recomendaciones actuales

El riesgo de contagio por el SARS-CoV-2 se debe minimizar mediante el uso de ciertas medidas de protección: mantener la distancia interpersonal de, al menos, 2 metros, reforzar la higiene de manos y respiratoria, limpieza y desinfección de espacios y superficies y el uso de equipamiento de protección, mascarillas.

La reducción de riesgo de contagio se consigue a través de una combinación de estas medidas de protección y reduciendo la emisión-exposición al virus (11).

Reducción de la emisión	Reducción del tiempo de exposición
<ul style="list-style-type: none"> • Disminución del número de personas. • Silencio o volumen de habla bajo (al hablar fuerte o gritar la emisión es 30 veces superior). • Actividad física relajada (al aumentar intensidad de actividad se aumenta la emisión). • Uso de mascarilla bien ajustada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de mascarilla bien ajustada, incluso en ausencia de otras personas si estas han abandonado la sala muy recientemente. • Aumento de la distancia interpersonal. • Ventilación o purificación del aire, para eliminar o reducir la concentración de virus en el aire.

La estrategia de lucha contra la COVID-19, debe de pasar por combatir los eventos supercontagadores siendo la ventilación un instrumento eficaz, para combatirlo.



Avoid the Three Cs
Be aware of different levels of risk in different settings.

There are certain places where COVID-19 spreads more easily:

- 1 Crowded places**
with many people nearby
- 2 Close-contact settings**
Especially where people have close-range conversations
- 3 Confined and enclosed spaces**
with poor ventilation

The risk is higher in places where these factors overlap.
Even as restrictions are lifted, consider where you are going and #StaySafe by avoiding the Three Cs.

WHAT SHOULD YOU DO?

- Avoid crowded places and limit time in enclosed spaces
- Maintain at least 1m distance from others
- When possible, open windows and doors for ventilation
- Keep hands clean and cover coughs and sneezes
- Wear a mask if requested or if physical distancing is not possible

If you are unwell, stay home unless to seek urgent medical care.

La OMS (12) ha publicado la siguiente infografía, con el eslogan que, con gran éxito, han seguido en Japón: **“Avoid the Three 3C”**:

Crowded places: Sitios concurridos.

Closed contact settings: Eventos en los que abundan contactos estrechos.

Contained and enclosed spaces: Sitios cerrados.

Como ya se ha comentado otra vía de transmisión reconocida por la OMS son los aerosoles con contenido en SARS-CoV-2 producidos por las aguas residuales en los dispositivos sanitarios y sistema de alcantarillado de las viviendas de los edificios (13). La OMS propone como medida de precaución evitar los desagües secos agregando agua regularmente (cada tres semanas según el clima) para que el sello de agua funcione correctamente. Esto y la utilización de la tapa de los inodoros evitan la transmisión de aerosoles a través del sistema de alcantarillado.

Acciones recomendadas

En un local es importante considerar dos factores con respecto a la calidad del aire interior:

- la concentración de personas (número de personas por metro cuadrado)
- y la ventilación

Dependiendo del número de personas y de la ventilación, una sola persona podría contagiar a todas con las que comparte espacio y aire en un tiempo que depende mucho de las dimensiones del local y de la ventilación. Es por eso que, en los locales interiores, resulta vital tener bien diseñados el sistema de ventilación y climatización como complemento a la ventilación natural. La cuestión clave es la cantidad de aire exterior suministrado por metro cuadrado de superficie.

Ventilación natural

En los edificios sin sistema de ventilación mecánica se debe llevar a cabo una ventilación natural, abriendo puertas y ventanas el mayor tiempo posible. La solución consiste en aumentar la renovación de aire interior con aire exterior sin utilización de instrumentación, es decir, abriendo ventanas y puertas para provocar un flujo de aire. Esta ventilación natural también puede utilizarse como refuerzo al sistema de ventilación propio del edificio.

Se debe priorizar la ventilación con aire exterior sobre el confort y la eficiencia energética durante la emergencia sanitaria actual de la COVID-19.

Debemos tener en cuenta que debemos recurrir a la ventilación cruzada, consistente en la apertura de ventanas y puertas en lados opuestos de la habitación, es más efectiva que la apertura en un solo lado y por tanto preferible. En muy pocas ocasiones se alcanza la ventilación suficiente sin ventilación cruzada. (11)

Las condiciones ambientales exteriores influyen en la ventilación efectiva. Para una misma configuración de ventanas y/o puertas, la ventilación puede variar, especialmente en días ventosos.

Renovación del aire por hora (ACH)

Una forma de medir la renovación del aire en un volumen dado por unidad de tiempo son las renovaciones (de aire) por hora o cambios de aire por hora (abreviado ACH por sus siglas del inglés Air Changes per Hour), que se expresa en m³/h, o en porcentaje de volumen renovado por hora. Si un espacio tiene 1 ACH (1 renovación de aire por hora) significa que en una hora entra en la sala un volumen de aire exterior igual al volumen de la sala, y, debido a la mezcla continua del aire, esto resulta que el 63% del aire interior ha sido reemplazado por aire exterior. Con 2 renovaciones se reemplaza el 86% y con 3 renovaciones el 95%.

El Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, establece diferentes categorías de aire interior (IDA) que se deberán alcanzar en función del uso del edificio o local, con el fin de que las instalaciones térmicas garanticen el aporte de un caudal suficiente de aire exterior en los locales ocupados por personas (dm³/s por persona). Para mantener un aire de buena calidad (IDA 2) se recomienda un aporte mínimo de 12,5 litros de aire exterior por segundo y persona. No obstante este Reglamento se fundamenta en términos de eficiencia y ahorro energético y en la situación de pandemia podrían establecerse nuevos valores al prevalecer los criterios sanitarios.

En la guía de Harvard (14) para el caso de aulas, se recomienda 5-6 renovaciones de aire por hora para aulas de 100 m², con 25 estudiantes de 5-8 años. En ella consideran que, la ventilación necesaria para reducir el riesgo de contagio depende del volumen de la sala, el número y la edad de los ocupantes, la actividad realizada, la incidencia de casos en la región y el riesgo que se quiera asumir, estableciendo como valor adecuado para reducir el riesgo de contagio, 14 litros por persona y segundo.

La relación entre ambos parámetros es:

$ACH = \text{litros por persona y segundo} * \text{número personas} * 3600 \text{ segundos/hora} * 0.001 \text{ m}^3/\text{litro}$
/ volumen sala en m³

Métodos para medir la ventilación

La concentración de CO₂ en espacios interiores cerrados aumenta rápidamente en presencia de personas, que exhalan CO₂ al respirar. La renovación de aire con aire exterior reduce las concentraciones de CO₂.

Existen métodos para medir la ventilación en un espacio concreto, que se basan en medidas de CO₂. En el aire exterior, las concentraciones de CO₂ son de aproximadamente 420 ppm aunque en áreas urbanas densas puede fluctuar a lo largo del día debido a las emisiones de las fuentes de combustión. En interiores, en espacios ocupados, las concentraciones de CO₂ son elevadas por el CO₂ exhalado por los ocupantes. Dichas concentraciones se pueden utilizar para calcular la renovación de aire en un espacio y condiciones dadas (11).

En general, si la concentración de CO₂ en una habitación sobrepasa las 1000 ppm, indicaría una mala ventilación y habría que ventilar de inmediato y al máximo posible; un valor entre 500 y 700 ppm sería un valor aceptable; si llegara a 800 ppm, habría que ventilar.

Las mediciones de CO₂ pueden ser útiles para evaluar la configuración de un sistema de ventilación ya sea natural, híbrido o forzado.

Estos métodos utilizan como medidas indirectas de ventilación las medidas de dióxido de carbono (CO₂) en interiores y tienen como finalidad determinar cuantitativamente la ventilación y poder comparar con las recomendaciones de ventilación establecidos: valor objetivo de ACH y/o de litros por persona y segundo (11).

También podrían resultar útiles como sistemas de monitorización mediante sensores de CO₂ en zonas ocupadas que adviertan una ventilación insuficiente, especialmente en espacios que a

menudo se utilizan durante un espacio de tiempo limitado por grupos de personas variable en número, como restaurantes, salas de reuniones, áreas sensibles de centros sanitarios...etc.

Características deseables de los medidores de CO₂:

- Capacidad de proporcionar los datos sin procesar descargables en archivo .txt, .xls, .csv o similar.
- Resolución temporal de al menos un dato por minuto.
- Pantalla que muestre los niveles de CO₂ en tiempo real.
- Uso de tecnología NDIR (del inglés *nondispersive infrared*)
- Siempre hay que seguir las recomendaciones de uso del fabricante y las indicaciones de calibración, si las hay.

Una forma de comprobar el buen funcionamiento es medir la concentración de CO₂ en el exterior, que ha de ser de aproximadamente 420 ppm, aunque en áreas urbanas densas puede fluctuar a lo largo del día debido a las emisiones de las fuentes de combustión. (11)

Para el ámbito escolar el Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua, ha publicado una Guía para la ventilación en las aulas (11).

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

Según la ASHRAE (15), las siguientes estrategias respecto a los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado de los edificios (HVAC) tienen el potencial de reducir los riesgos de diseminación infecciosa de aerosoles:

- Patrones de distribución de aire
- Presurización diferencial de la habitación
- Ventilación personalizada
- Filtración (central o local) y
- Control de temperatura y humedad relativa.

Sobre la base de las evaluaciones de riesgos, se debe considerar el uso de estrategias específicas de HVAC, incluyendo lo siguiente:

- Aumentar la ventilación del aire exterior.
- Mejorar la calidad del aire central y otras filtraciones de HVAC al nivel más alto alcanzable.
- Se recomienda en horario laboral 2 horas antes/después de la apertura/cierre del establecimiento, trabajar con el caudal máximo que permita el sistema. En las horas restantes de la semana, incluido fines de semana, se recomienda mantener el sistema funcionando a bajo caudal, pero nunca por debajo del 25% del caudal de aire nominal. (17)

- Agregar limpiadores de aire portátiles con filtros HEPA (filtros de alta eficiencia para partículas) o de alta MERV (valor de informe de eficiencia mínimo, es una medida de la eficacia con que un filtro elimina las partículas del aire que pasa a través de él, teniendo cuenta la velocidad de suministro de aire limpio).

Los Ministerios de Sanidad y Eficiencia Energética aconsejan su uso en locales con dificultades para obtener una ventilación satisfactoria. Aunque hay que tener en cuenta que su uso incorrecto puede ser contraproducente y propiciar la transmisión. Se debe colocar en el centro de la sala si es posible, y la columna de aire no debe de ir dirigida hacia los ocupantes.

- Mantener la temperatura y la humedad establecida para el edificio. Hay que tener en cuenta que las condiciones térmicas que permitirían desactivar el virus no son compatibles con una actividad en el interior de los locales climatizados convencional. Por tanto, se recomienda no cambiar los puntos de consigna de calefacción ni refrigeración. Al igual que para la humedad puesto que hay controversia entre distintos autores sobre sus efectos. (17)

Pautas de la REHVA (Federación de Asociaciones europeas de calefacción, ventilación y aire acondicionado)

La REHVA (16) identifica distintos puntos donde actuar para mejorar la ventilación de los edificios y reducir la transmisión por aerosoles (Figura 2):

1. Tasas de ventilación.
2. Tiempos de funcionamiento de los sistemas de ventilación.
3. Funcionamiento continuo de ventilación.
4. Apertura de ventanas.
5. Ventilación del aseo.
6. Ventanas en aseos.
7. Recirculación del aire.
8. Equipo de recuperación de calor.
9. Bobinas de ventilador y unidades de inducción.
10. Puntos de ajuste de calefacción, refrigeración y posible humidificación.
11. Limpieza de conductos.
12. Filtros de aire exterior y extracción de aire.
13. Trabajos de mantenimiento.
14. Monitorización de la concentración de CO₂.

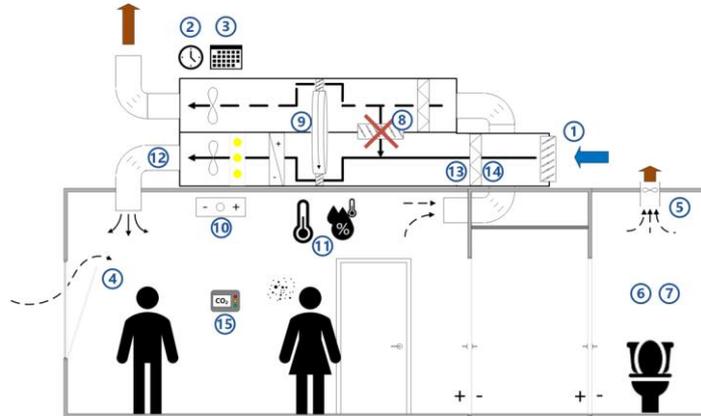


Figura 2. Puntos de actuación para mejorar la ventilación de un edificio y reducir la transmisión de SARS-CoV-2

Estas medidas prácticas se recogen en las recomendaciones finales del documento.

Conclusiones

Las guías publicadas por [Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations](#) (16), para los edificios en general se podrían resumir en:

1. Ventilar.

Hay que asegurarse de que...

- el edificio recicla el aire lo suficiente para que ese aire, tomado del exterior, renueve en un tiempo determinado al que hay en el edificio, lo que dependerá, en parte, de las personas que se encuentren en él.
- el aire climatizado del interior no se recircula, aunque suponga, sin duda, una mayor factura energética
- el aire no supera cierta velocidad para que no diseminen los aerosoles por todo el habitáculo.
- el aire acondicionado no coge aire de un habitáculo y lo introduce en otro, aumentando la propagación del virus.
- si se recirculara en parte, habría que poner filtros HEPA, para que ese aire salga al habitáculo, libre de virus.

2. Medir.

La utilización de equipos medidores de CO₂ es un recurso eficaz como medida indirecta de la ventilación de un edificio, que permitirá establecer las medidas pertinentes en función de su concentración. Se tendrán en cuenta las consideraciones realizadas en el apartado 2 “métodos para medir la ventilación”

Podría instalarse medidores de CO₂ conectados a la red wifi del edificio, para que haya un control permanente que permita la adopción rápida de medidas, en instalaciones de mayor riesgo.

3. Certificar.

Las recomendaciones de la [Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Association](#), en lo que se refiere a la adecuación de la climatización para conseguir un entorno de baja probabilidad de transmisión del virus, recomienda que dichas valoraciones sean realizadas por ingenieros industriales expertos en climatización, de forma que, los edificios, para poder estar abiertos en tiempo de pandemia, han de conseguir una certificación oficial que garantice que se cumplen con las recomendaciones establecidas por dicha federación.

Resumen de las recomendaciones para la ventilación de edificios durante la pandemia Covid-19.

1. Proporcionar una ventilación adecuada de los espacios con aire exterior.
2. Monitorizar la concentración de CO₂. Se recomienda realizar mediciones y/o instalar sensores de CO₂ en las zonas ocupadas que avisen de una ventilación insuficiente en las estancias del edificio, especialmente en los espacios que suelen ser utilizados durante una hora o más por grupos de personas, como las aulas, salas de reuniones, restaurantes.

A veces puede funcionar mejor utilizar sensores de CO₂ que forman parte de una red de sensores basada en la web. Las señales de estos sensores pueden ser usadas para advertir a los ocupantes del edificio que usen ventanas operables y sistemas de ventilación mecánica con múltiples ajustes de manera correcta.

3. Mantener la ventilación 24 horas 7 días a la semana, con tasa de ventilación más bajas cuando no hay ocupación. Si no fuera posible, conectar la ventilación al menos 2 horas antes de la hora de apertura del edificio y cambiarla a menor velocidad 2 horas después del tiempo de uso del edificio.
4. No apagar la ventilación por las noches ni los fines de semana; mantener los sistemas funcionando a una velocidad más baja.
5. Mantener las ventanas abiertas regularmente (incluso en edificios ventilados mecánicamente).
6. Abrir las ventanas al menos 15 minutos al entrar a una habitación sobre todo cuando la han utilizado otras personas.
7. Mantener la ventilación del aseo en funcionamiento 24 h/7 días.
8. Evitar abrir ventanas en los aseos para mantener la dirección correcta de ventilación. Si no existe extracción adecuada de estos y no se puede evitar la apertura de las ventanas, es importante mantenerlas abiertas también en otros espacios para lograr flujos cruzados.
9. Usar de la tapa del inodoro. Se recomienda tirar de la cadena de los inodoros con las tapas cerradas para reducir al mínimo la liberación de gotitas y residuos de gotitas de los flujos de aire. Los sellos de agua deben funcionar en todo momento.
10. Evitar la recirculación del aire. Cerrar las compuertas de recirculación mediante el Sistema de Gestión de Edificios o manualmente.

En los sistemas de aire y agua en los que no se puede evitar la recirculación central debido a la limitada capacidad de refrigeración o calefacción, la fracción de aire exterior debe aumentarse lo más posible y se recomiendan medidas adicionales para el filtrado del aire de retorno.

11. Ajustar la configuración del ventilador/acondicionador para que funcione en modo fan continuamente.
12. No es necesario cambiar los ajustes de temperatura y humidificación habituales.
13. No es necesario modificar los filtros de aire exterior de los sistemas de ventilación actuales.

Los filtros finos estándar de aire exterior proporcionan una protección razonable para una baja concentración y la aparición ocasional de material viral en el aire exterior.

14. Instalar filtradores de aire en las habitaciones. Para ser efectivos, necesitan tener la eficiencia de un filtro HEPA.

Debido a que el flujo de aire a su través es limitado, el área de suelo para el que pueden servir es por lo general reducida. Estos equipos se pueden instalar en conductos de aire de retorno en sistemas con recirculación.

15. Llevar a cabo la limpieza programada de los conductos con normalidad (no se requiere limpieza adicional).
16. Los trabajos regulares de sustitución y mantenimiento del filtro se llevarán a cabo con medidas de protección comunes, incluida la protección respiratoria.

Bibliografía

1. Centro de Coordinación de alertas y Emergencias Sanitarias. Ministerio de sanidad de España. Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social - Profesionales - Información científico-técnica, enfermedad por coronavirus, COVID-19 [Internet]. <https://www.msbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos.htm>. 2020 [cited 2020 Oct 29]. Available from: <https://www.msbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/ITCoronavirus/home.htm>
2. Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua (IDAEA). Emisión, exposición y filtración de SARS-CoV-2. Emisión y exposición a SARS-CoV-2 y opciones de filtración. 2020.
3. Liu L, Li Y, Nielsen P V., Wei J, Jensen RL. Short-range airborne transmission of expiratory droplets between two people. *Indoor Air* [Internet]. 2017 Mar 1 [cited 2020 Oct 9];27(2):452–62. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/ina.12314>
4. Morawska L, Milton DK. It Is Time to Address Airborne Transmission of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *Clin Infect Dis* [Internet]. 2020 Jul 6 [cited 2020 Oct 29]; Available from: <https://academic.oup.com/cid/advance-article/doi/10.1093/cid/ciaa939/5867798>
5. ECDC. Heating , ventilation and air-conditioning systems in the context of COVID-19. 2020;(June):1–5. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/Ventilation-in-the-context-of-COVID-19.pdf>
6. Transmission of SARS-CoV-2: implications for infection prevention precautions [Internet]. [cited 2020 Oct 11]. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/modes-of-transmission-of-virus-causing-covid-19-implications-for-ipc-precaution-recommendations>
7. Klompas M, Baker MA, Rhee C. Airborne Transmission of SARS-CoV-2: Theoretical Considerations and Available Evidence [Internet]. Vol. 324, *JAMA - Journal of the American Medical Association*. American Medical Association; 2020 [cited 2020 Oct 29]. p. 441–2. Available from: <https://jamanetwork.com/>
8. Nielsen P, Winther F, Buus M, Thilageswaran M. Contaminant Flow in the Microenvironment Between People Under Different Ventilation Conditions. undefined. 2008;
9. Wu F, Xiao A, Zhang J, Moniz K, Endo N, Armas F, et al. SARS-CoV-2 titers in wastewater foreshadow dynamics and clinical presentation of new COVID-19 cases. *medRxiv Prepr Serv Heal Sci* [Internet]. 2020 [cited 2020 Oct 29]; Available from: </pmc/articles/PMC7325186/?report=abstract>
10. Lodder W, de Roda Husman AM. SARS-CoV-2 in wastewater: potential health risk, but also data source [Internet]. Vol. 5, *The Lancet Gastroenterology and Hepatology*. Elsevier Ltd; 2020 [cited 2020 Oct 29]. p. 533–4. Available from: www.thelancet.com/gastrohep
11. Minguillón MC, Querol X, Felisi JM, Garrido T. Guía para ventilación en aulas.

12. final-avoid-the-3-cs-poster.jpg (1651×2339) [Internet]. [cited 2020 Oct 21]. Available from: https://www.who.int/images/default-source/wpro/countries/malaysia/infographics/three-3cs/final-avoid-the-3-cs-poster.jpg?sfvrsn=638335c1_2
13. Water, sanitation, hygiene, and waste management for SARS-CoV-2, the virus that causes COVID-19 [Internet]. [cited 2020 Oct 11]. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/water-sanitation-hygiene-and-waste-management-for-the-covid-19-virus-interim-guidance>
14. Allen J, Spengler J, Jones E, Cedeno-Laurent J. 5-step guide to checking ventilation rates in classrooms [Internet]. 2020 [cited 2020 Oct 22]. Available from: www.ForHealth.org
15. Ashrae. ASHRAE Position Document on Infectious Aerosols [Internet]. 2020. Available from: www.ashrae.org
16. REHVA COVID-19 guidance document, How to operate and use building services in order to prevent the spread of the coronavirus disease (COVID-19) virus (SARS-CoV-2) in workplaces. 2020.
17. Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social - Profesionales - Información científico-técnica, Recomendaciones de operación y mantenimiento de los sistemas de climatización y ventilación de edificios y locales para la prevención de la propagación del SARS COV-2medad por coronavirus, COVID-19 [Internet]. <https://www.msbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos.htm>