



Guía de ventilación de espacios interiores



Tiendas, hoteles y establecimientos de hostelería, cines,
teatros, museos y otros lugares densamente ocupados



GENERALITAT
VALENCIANA



CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



EXCELENCIA
SEVERO
OCHOA

MESURA
WEBMESURA.ORG



UNIVERSITY
of York



Technical University
of Denmark



ELTE
EÖTVÖS LORÁND
UNIVERSITY



INDIAIRPOLLNET
IMPROVING INDOOR AIR QUALITY



COST
EUROPEAN COOPERATION
IN SCIENCE AND TECHNOLOGY
COST is supported by the European
Union under the Horizon 2020
programme



aireamos.org



Versión de 17/12/2021



Esta guía es una herramienta para reducir el riesgo de infección con COVID-19 y mejorar la calidad del aire interior.

Se basa en la guía para la ventilación en las aulas

<http://hdl.handle.net/10261/221538>

Es aplicable a diferentes tipos de ambientes interiores, como oficinas u otros edificios de uso público.

Se recomienda aplicar el uso de mascarillas, el distanciamiento social y las medidas de higiene adecuadas, junto con las estrategias descritas.

El riesgo cero de infección no existe. Las medidas aquí descritas reducen el riesgo pero no lo eliminan por completo.

Esta guía ha sido elaborada por la Generalitat Valenciana, el IDAEA-CSIC y MESURA:

José Manuel Felisi, Tomás Garrido. *MESURA*

Xavier Querol, Maria C. Minguillón. *Instituto de Evaluación Ambiental e Investigación del Agua, IDAEA-CSIC*

Con la colaboración de:

Gabriel Bekö. *Departamento de Ingeniería Civil, Sección de Medio Ambiente Interior, Technical University of Denmark (DTU), Denmark*

Viktor G. Mihucz. *Departamento de Química Analítica, Eötvös Loránd University, Hungary*

Nicola Carslaw. *Departamento de Medio Ambiente y Geografía, University of York, UK*

Tabla de contenido

▪ 1. ¿POR QUÉ VENTILAR?	4
▪ 2. BÚSQUEDA DE SOLUCIONES	10
▪ 3. RECOMENDACIONES PARA VENTILACIÓN NATURAL	12
▪ 4. RECOMENDACIONES PARA VENTILACIÓN FORZADA	15
▪ 5. LIMPIADORES DE AIRE	17
▪ 6. ¿CÓMO GARANTIZAR UNA VENTILACIÓN SUFICIENTE?	19
▪ 7. DESCARGA DE RESPONSABILIDAD	23



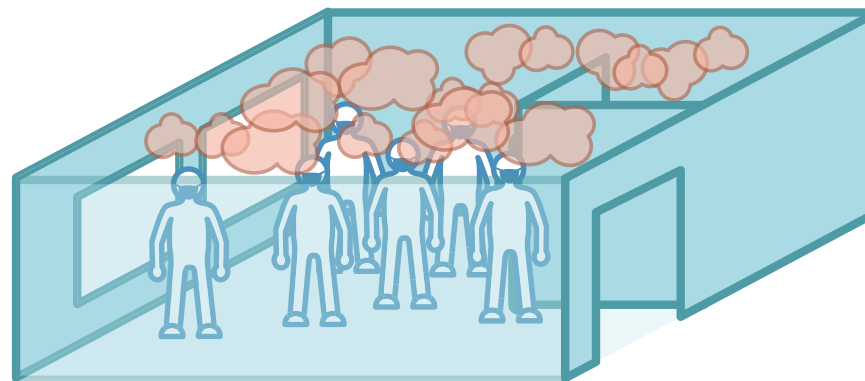
1. ¿Por qué ventilar?

1. ¿POR QUÉ VENTILAR?

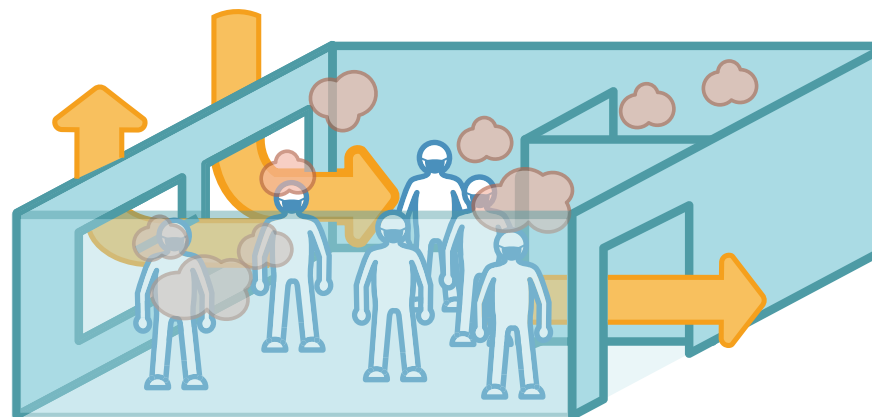
Las personas emiten aerosoles cuando respiran, hablan o tosen. Los aerosoles son pequeñas partículas de saliva o secreciones respiratorias que permanecen en el aire durante minutos u horas. En el caso de las personas infectadas, estos aerosoles pueden contener virus.

En ambientes interiores mal ventilados, los aerosoles de una persona infectada se distribuyen por todo el espacio con el riesgo de infectar a otros que los inhalen.

Por lo tanto, es necesario ventilar: **renovar continuamente el aire interior por el aire exterior.**



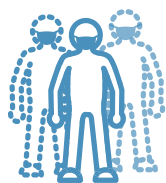
Sin ventilación:
mayor riesgo de infección
por patógenos transmitidos por el aire



Con el aumento de la ventilación natural o
ventilación mecánica:
disminución del riesgo de infección
por patógenos transmitidos por el aire

La reducción del riesgo de infección se consigue reduciendo la emisión y la exposición.

¿Cómo reducimos la **emisión**?



Limitando el número de ocupantes presentes: menor densidad de ocupantes



Manteniendo el volumen del habla bajo



Utilizando una mascarilla adecuada y bien ajustada para la protección

¿Cómo reducimos la **exposición**?



Utilizando una mascarilla adecuada y bien ajustada para la protección



Aumentando el distanciamiento social



Reduciendo el tiempo de exposición



Ventilando o limpiando el aire interior

Riesgo de contagio en diferentes situaciones

Número de personas y actividad de grupo	Baja ocupaciòn				*Alta ocupaciòn		
	Exterior 	Interior bien ventilado 	Interior mal ventilado 		Exterior 	Interior bien ventilado 	Interior mal ventilado 
Con mascarilla, contacto durante poco tiempo							
En silencio							
Hablando							
Gritando, cantando							
Con mascarilla, contacto durante mucho tiempo							
En silencio							
Hablando							
Gritando, cantando							
Sin mascarilla, contacto durante poco tiempo							
En silencio							
Hablando							
Gritando, cantando							
Sin mascarilla, contacto durante mucho tiempo							
En silencio							
Hablando							
Gritando, cantando							

	Riesgo bajo
	Riesgo medio
	Riesgo alto

Fuente:

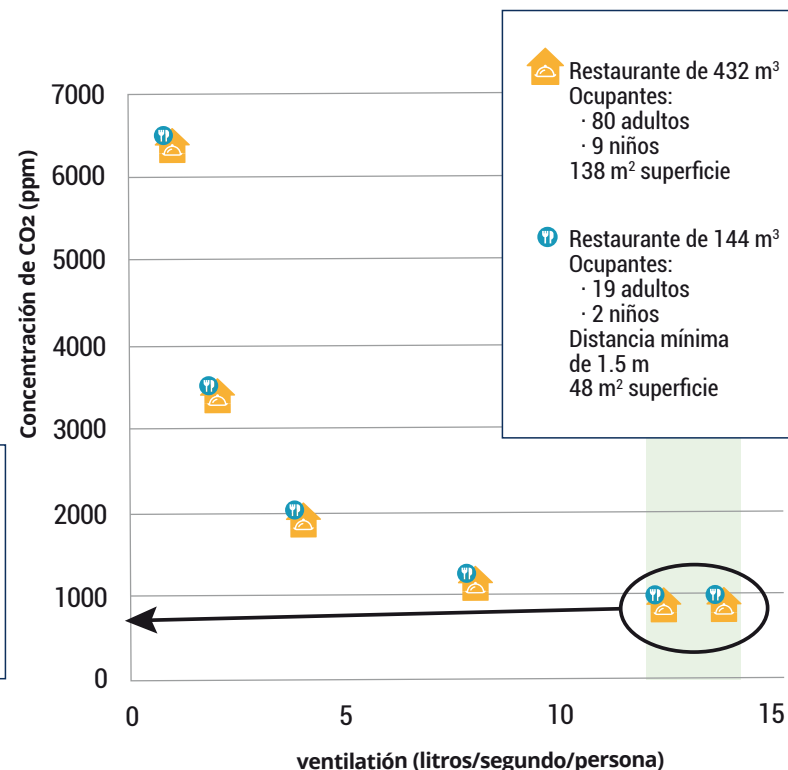
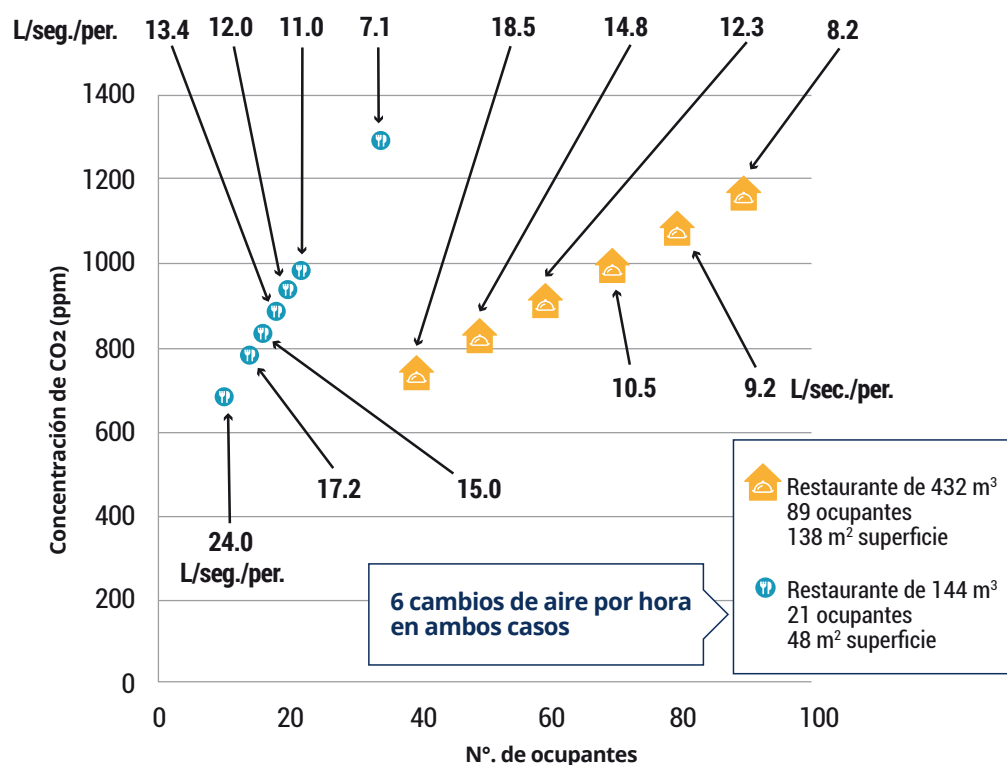
https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCoV/documentos/COVID19_Aerosoles.pdf

Adaptado de Jones N.R., et al., 2020. Two metres or one: what is the evidence for physical distancing in covid-19? BMJ. <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.m3223>

*Por ejemplo, un bar lleno de gente

Criterios de ventilación

Relación entre la concentración de CO₂ y el número de ocupantes para diferentes índices de ventilación (litros/segundo/persona)



Para un mismo volumen de comedor, si el número de ocupantes (personas) aumenta, la tasa de cambio de aire por hora debe incrementarse para alcanzar la tasa de ventilación recomendada por persona y evitar el aumento del nivel de CO₂.

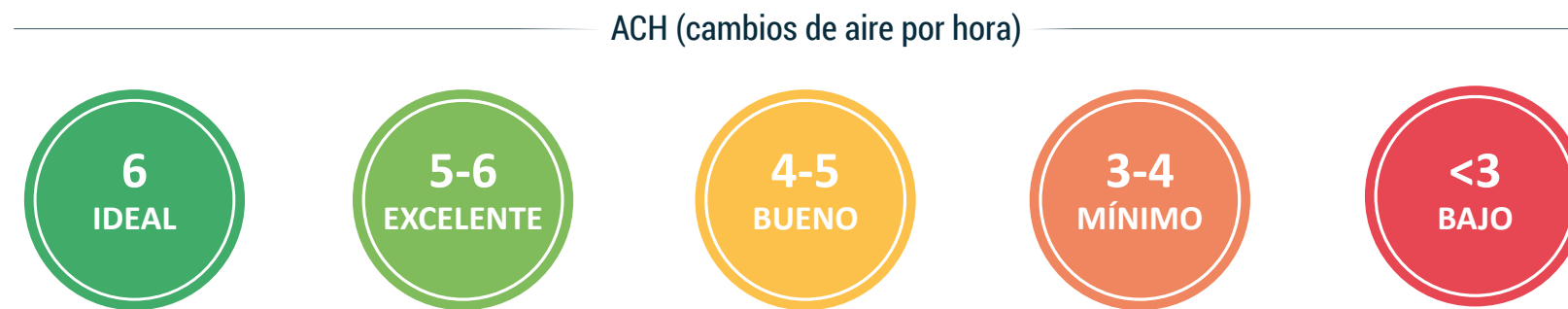
Criterio de ventilación para los espacios interiores de EN 16798-1, Categoría I = 10 litros/segundo/persona

Criterios de ventilación

La ventilación se refiere a la renovación del aire, es decir, a la sustitución del aire interior potencialmente contaminado por aire exterior libre de virus.

La renovación del aire puede abreviarse como ACH, cambios de aire por hora. Si un espacio tiene 1 ACH (1 renovación de aire por hora), significa que en una hora entra un volumen de aire exterior igual al de la habitación.

La ventilación necesaria para reducir el riesgo de infección depende del volumen de la sala, el número y la edad de los ocupantes, la actividad desarrollada, la incidencia de casos en la región y el riesgo que se debe asumir. La guía de Harvard recomienda una tasa de cambio de aire de al menos 5-6 cambios de aire por hora.

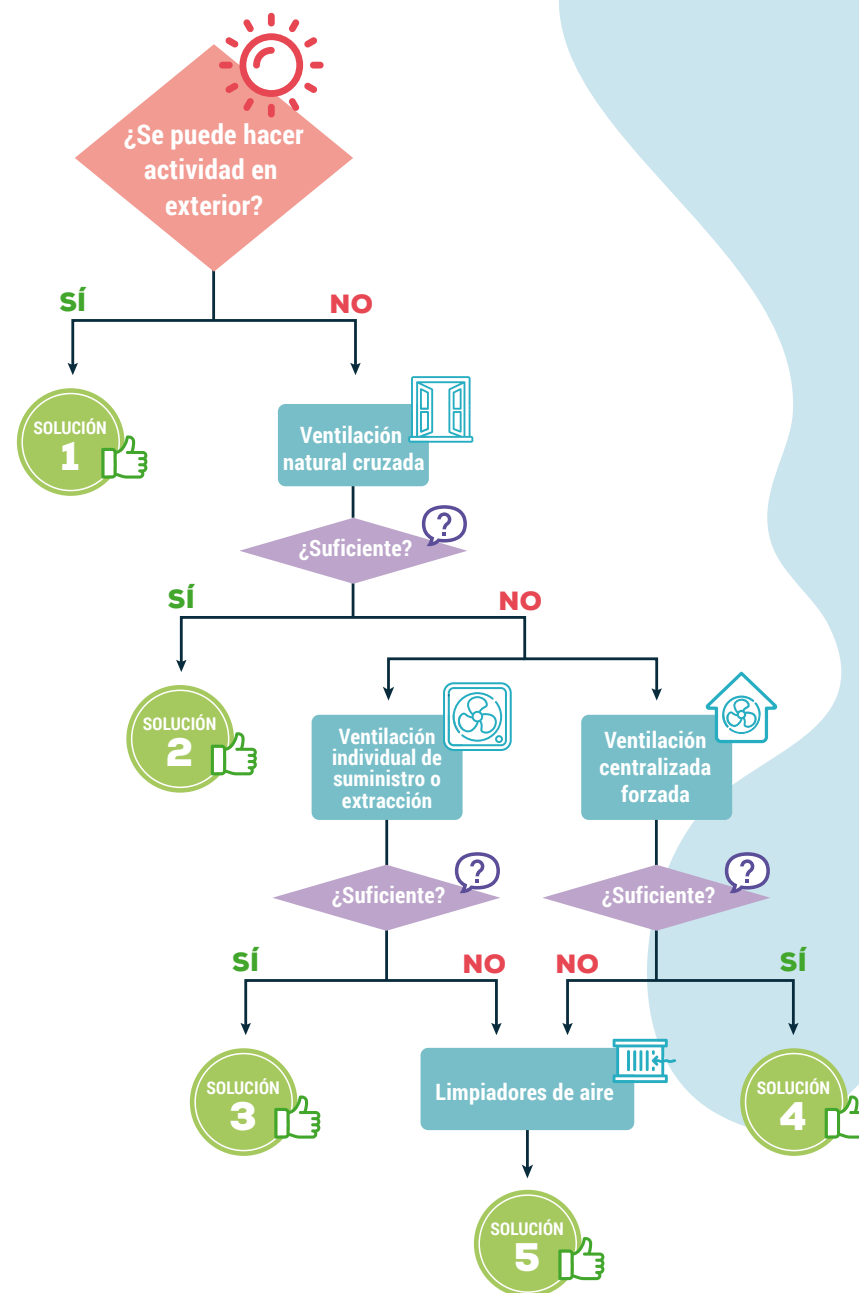


2. Búsqueda de soluciones

2. BÚSQUEDA DE SOLUCIONES

DIAGRAMA DE FLUJO DE SOLUCIONES

- Las actividades deben realizarse preferentemente al aire libre.
- Si la actividad se realiza en el interior, utilice la ventilación natural, especialmente la ventilación cruzada (ventanas y puertas abiertas en lados opuestos).
- Si la ventilación natural es insuficiente, generalmente se puede conseguir una ventilación adicional mediante ventiladores individuales de suministro o extracción, con caudales de aire suficientes.
- Si se dispone de sistemas de ventilación centralizada forzada, se debe priorizar el suministro de aire exterior, minimizar la recirculación y mejorar la filtración en el suministro y recirculación de aire, para que sea lo más eficiente posible.
- Si nada de lo anterior es posible o suficiente, el aire interior debe limpiarse con limpiadores de aire portátiles equipados con filtros de alta eficiencia (HEPA) para eliminar los patógenos del aire.
- La solución final puede ser una combinación de las opciones anteriores, por ejemplo, la ventilación natural con limpieza adicional del aire.
- Junto con las soluciones técnicas, se recomienda el uso de mascarillas, el distanciamiento social y las medidas de higiene adecuadas. Durante las conversaciones de los ocupantes, debe fomentarse el uso de la mascarilla mientras no se esté consumiendo.



3. Recomendaciones para ventilación natural

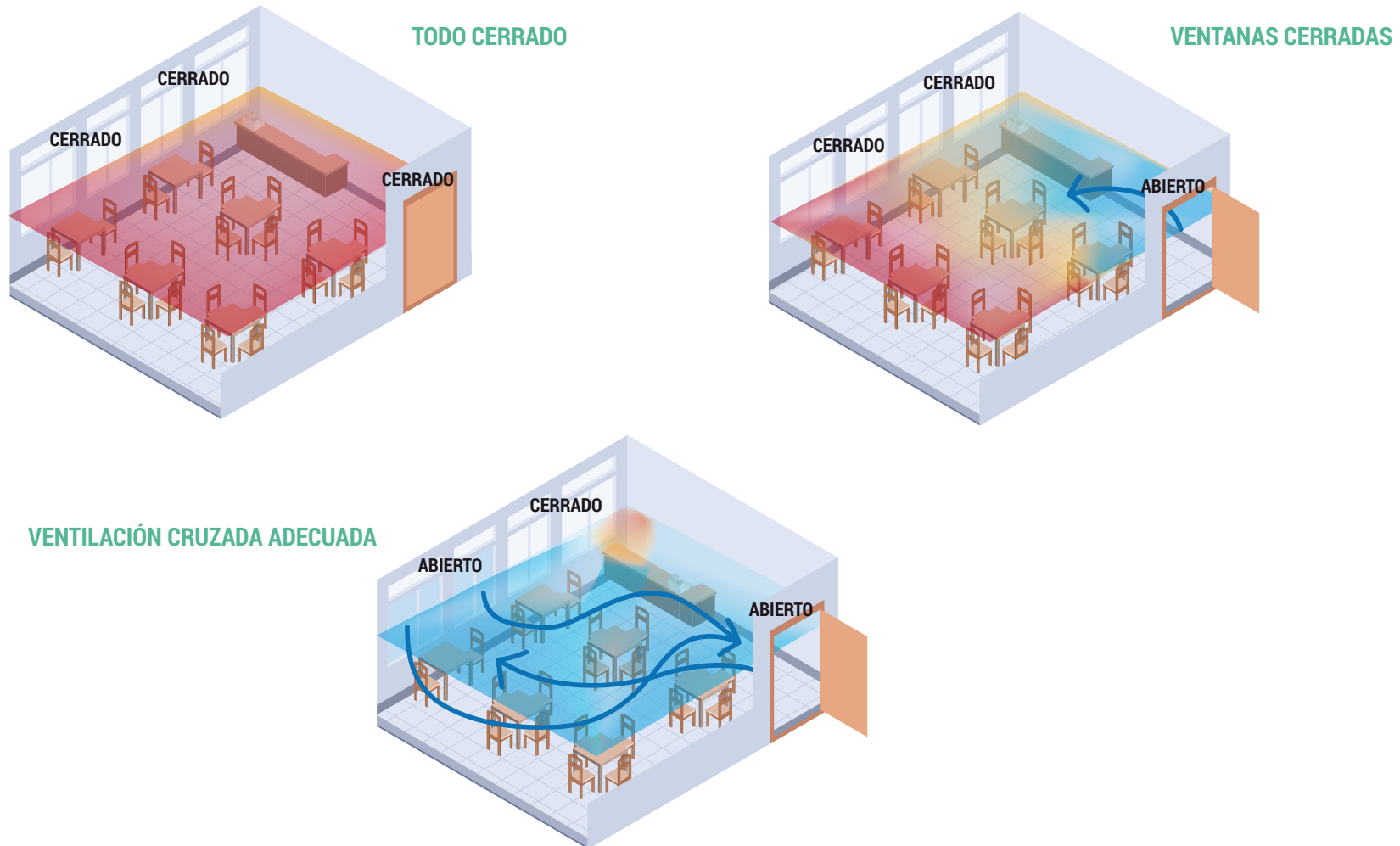
3. RECOMENDACIONES PARA VENTILACIÓN NATURAL

- 1** Aplique la ventilación cruzada (aberturas en lados opuestos de la habitación). Proporciona una ventilación natural más eficaz que si sólo se abren ventanas o puertas de un solo lado. Esta ventilación debe ser continua.
- 2** Abra las ventanas y las puertas sólo a la hora de la llegada de la gente (si se necesita calefacción o refrigeración).
- 3** Si hay varios espacios diferentes conectados entre sí, abra las puertas y ventanas de las zonas comunes (pasillos, vestíbulo, etc.).
- 4** La abertura de ventanas y puertas ha de ser continua. Hacerlo de forma intermitente puede ser eficaz para conseguir ventilación y reducir carga térmica, pero los tiempos requerirían una pauta muy estudiada que puede no ser operativa en la práctica.
- 5** Reducir la densidad de ocupantes.
- 6** Los fuertes vientos exteriores y las grandes diferencias de temperatura entre el interior y el exterior facilitan la ventilación, y no será necesario abrir tanto las ventanas.
- 7** Mida la concentración de CO₂ en el local, porque es un indicador de la ventilación en los espacios ocupados. Coloque el monitor de CO₂ en un lugar representativo en el que haya ocupantes, pero evite el efecto de la respiración exhalada directa o el flujo de aire fresco directo (por ejemplo, cerca de las ventanas) en la medición.

El anexo contiene un archivo Excel con un cálculo simplificado de la concentración de CO₂ correspondiente al número de ocupantes y a diferentes índices de ventilación para un volumen de sala determinado.

8

Recuperación de los locales. Al final de la ocupación de cualquier espacio, se debe realizar una ventilación completa, en la que se aumente la tasa de ventilación al máximo posible para renovar completamente el aire.

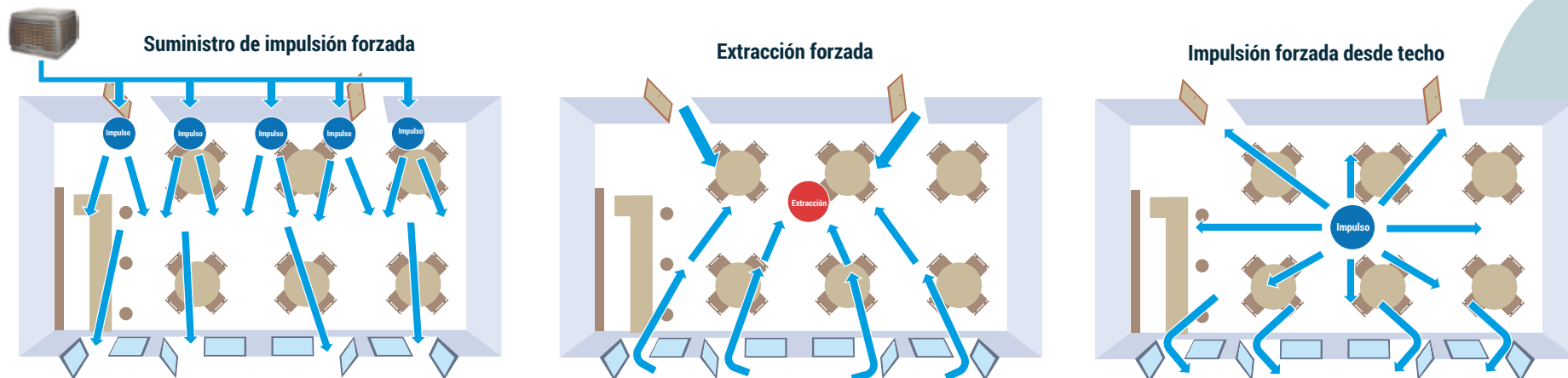


4. Recomendaciones para la ventilación forzada

4. RECOMENDACIONES PARA LA VENTILACIÓN FORZADA

- 1** Ventilar con un mayor flujo de aire exterior, reducir la cantidad de aire recirculado.
- 2** Mejorar y mantener, en la medida de lo posible, los filtros existentes del sistema de ventilación.
- 3** Asegurar una distribución uniforme del aire de suministro en el espacio, si es posible.
- 4** Reducir la densidad de ocupantes, si es posible.
- 5** Medir la concentración de CO₂ en el local, porque es un indicador de la ventilación en los espacios ocupados. Coloque el monitor de CO₂ en un lugar representativo en el que haya ocupantes, pero evite el efecto de la respiración exhalada directa de los ocupantes o el flujo directo de aire fresco (por ejemplo, cerca de las ventanas) en la medición.

Ejemplos de ventilación mecánica (disponible en proveedores profesionales)



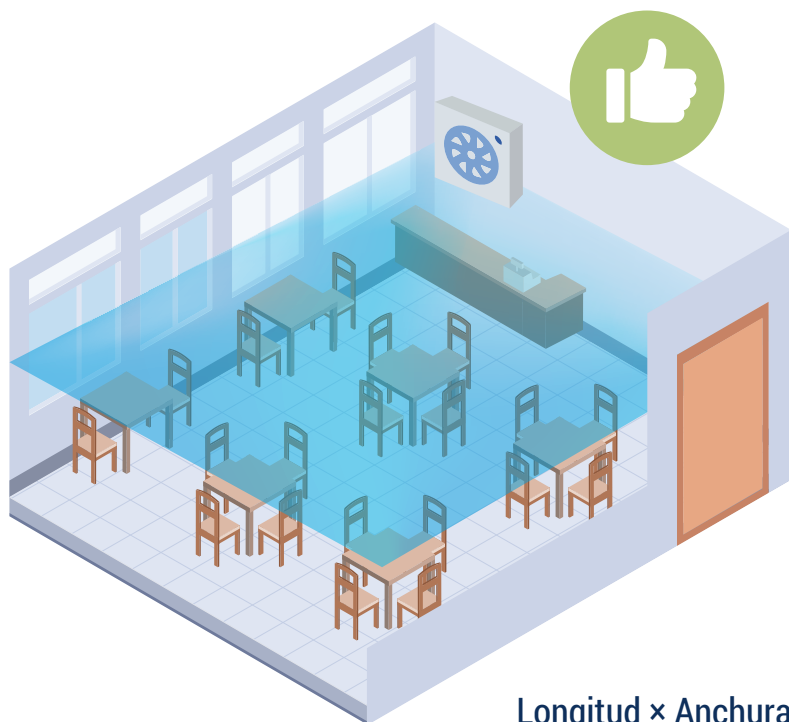
5. Limpiadores de aire

5. LIMPIADORES DE AIRE

Los limpiadores de aire deben utilizarse cuando la ventilación natural y/o mecánica adicional sea insuficiente o no sea factible. Busque la ayuda de profesionales a la hora de seleccionar un producto.

Se recomiendan los limpiadores de aire que contienen filtros de partículas de alta eficiencia (HEPA). Evite los limpiadores de aire que utilizan productos químicos o tecnología de plasma para la limpieza del aire.

Ejemplo: Caudal de aire recomendado a través de los limpiadores de aire (m^3/h) en una sala con un volumen de 360 m^3



Longitud $\times$ Anchura $\times$ Altura = $15 \times 8 \times 3 \text{ m}$

Volumen = 360 m^3

Caudal de limpieza de aire

	N° DE PERSONAS			
	10	20	30	40
EN 16798-1 (Categoría I) (10 L/segundo/persona)	360	720	1080	1440
Recomendado por HARVARD 6 ACH (cambios de aire por hora)	$6 \times 360 = 2160$ (nunca inferior a $1080 \text{ m}^3/\text{h}$, para que el ACH sea superior a 3)			

6. ¿Cómo garantizar una ventilación suficiente?

6. ¿CÓMO GARANTIZAR UNA VENTILACIÓN SUFICIENTE?

Una forma de evaluar la adecuada ventilación es medir la concentración de CO₂, que puede utilizarse para estimar la tasa de ventilación. La tasa de ventilación puede variar dentro de un amplio rango en función de la categoría del espacio interior y de sus necesidades, de 4 a 15 litros por segundo por persona presente en el local, según las recomendaciones de EN y Harvard. La concentración de CO₂ correspondiente puede calcularse en la hoja Excel adjunta. Otras recomendaciones son:

1

Mantener las ventanas y puertas abiertas mientras los locales están en uso. Apertura total de ventanas y puertas cuando el local esté desalojado, hasta que la concentración de CO₂ se asemeje a la del exterior. Las ventanas y puertas deben estar cerradas para calentar o enfriar los locales antes de la llegada de los ocupantes.

2

Ventilar con ventilación natural cruzada o con ventilación forzada, en función de las posibilidades.

3

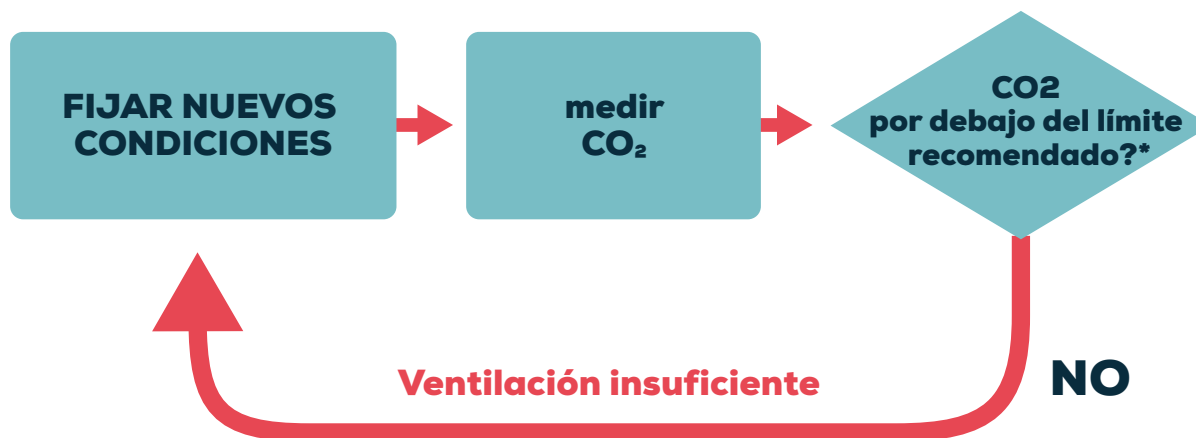
Registro de las concentraciones de CO₂. Utilice la medición continua con registro de datos. Si no es posible el registro, las lecturas deben realizarse aproximadamente cada 5 minutos. Se recomienda medir en el transcurso de un día.

4

Mantener el estado sin cambios (ventanas, ocupación, ajustes de ventilación, etc.) hasta alcanzar una concentración en estado estacionario, que debe ser inferior a 1000 ppm, según los requerimientos de la OMS.

5

Ajustar la tasa de **ventilación** para no superar el valor objetivo de CO₂



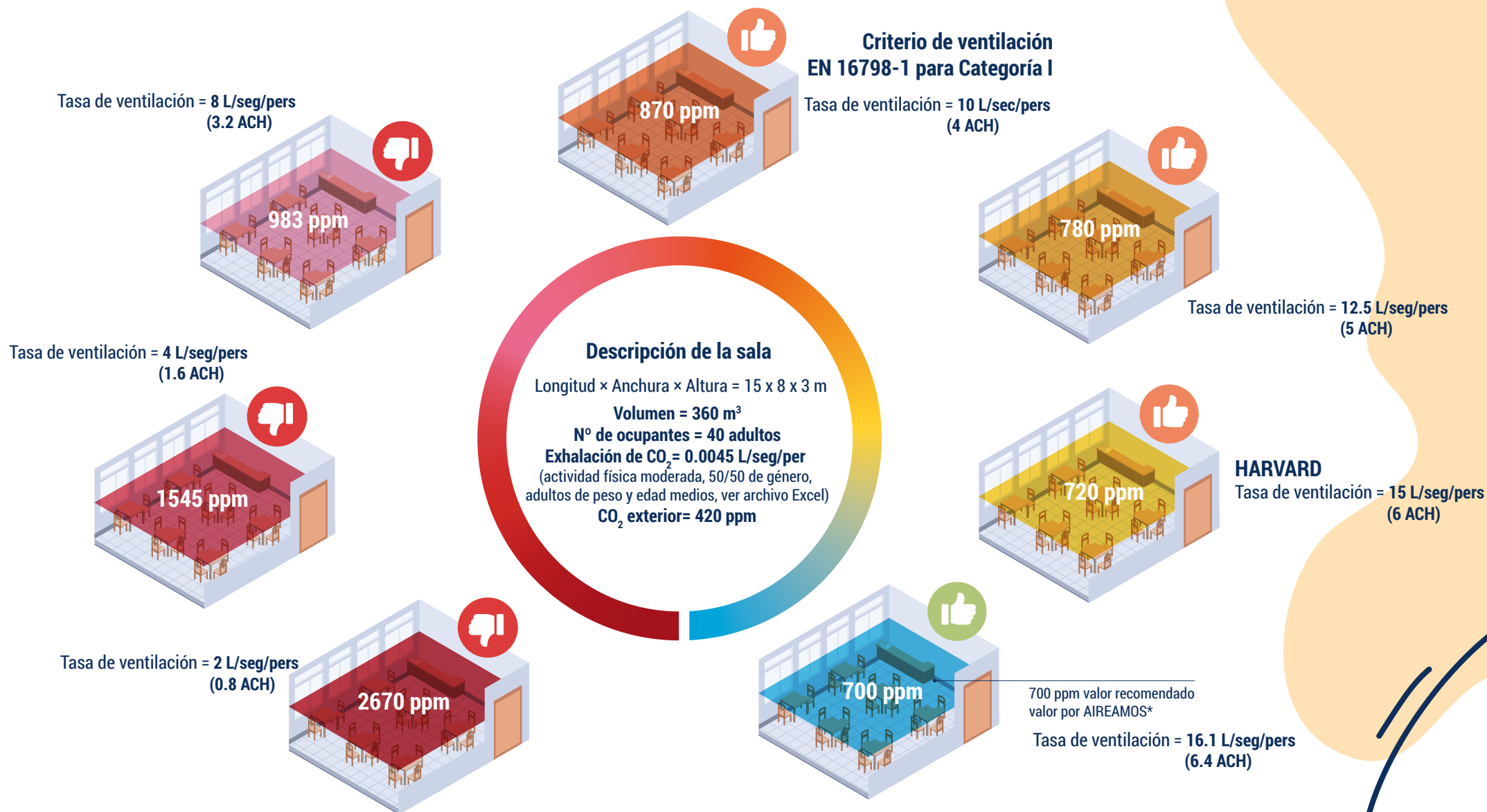
*La concentración de CO₂ que indica la hoja de cálculo Excel para un número determinado de ocupantes y una tasa de ventilación.

NOTA: Si no se supera el límite de 700 ppm propuesto por el grupo AIREAMOS, se cumplirán las recomendaciones de la norma EN 16798-1 y de HARVARD para la gran mayoría de las condiciones interiores.

Consideraciones importantes:

- Si existen fuentes significativas de CO₂ no generadas por los ocupantes (por ejemplo, de la cocina o de otras fuentes de combustión), el enfoque de CO₂ propuesto para controlar la ventilación no es aplicable.

Ejemplo: Concentración de CO₂ en función de la tasa de ventilación



Ejemplo de caso real de infección: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132321001955>

*Aireamos, 2021. Guía sobre detectores de CO₂ asequibles para la prevención de COVID-19: <https://n9.cl/guia-limites-co2>

7. Descarga de responsabilidad

7. DESCARGA DE RESPONSABILIDAD

- Este documento se proporciona únicamente con fines informativos y educativos. Su objetivo es ofrecer orientación en relación con las preguntas sobre las mejores prácticas para la evaluación de la ventilación en los espacios públicos en un esfuerzo por reducir el riesgo de transmisión de enfermedades, específicamente el nuevo coronavirus SARS-CoV-2 y la enfermedad que causa, COVID 19.
- El cumplimiento de cualquier información incluida en este documento no garantizará una infección cero en todas las situaciones. Cada situación y cada local son diferentes, y el usuario debe reconocer que no existe un escenario de "riesgo cero".
- La información de este documento refleja la información disponible en el momento de su creación. La nueva información y/o los resultados de futuros estudios pueden requerir la revisión del documento.
- No garantizamos la exactitud ni la exhaustividad de las orientaciones contenidas en este documento y no asumimos ninguna responsabilidad por las lesiones o los daños a las personas o a los bienes que se deriven del uso del informe o estén relacionados con él, ni por los errores u omisiones.



Guía de ventilación de espacios interiores

Tiendas, hoteles y establecimientos de hostelería, cines,
teatros, museos y otros lugares densamente ocupados



GENERALITAT
VALENCIANA



CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

idæ^a EXCELENCIA
SEVERO OCHOA

MESURA
WEBMESURA.ORG



UNIVERSITY
of York



DTU
Technical University
of Denmark



ELTE
EÖTVÖS LORÁND
UNIVERSITY



INDIAIRPOLLNET
IMPROVING INDOOR AIR QUALITY



COST is supported by the Framework
Programme Horizon 2020



aireamos.org

