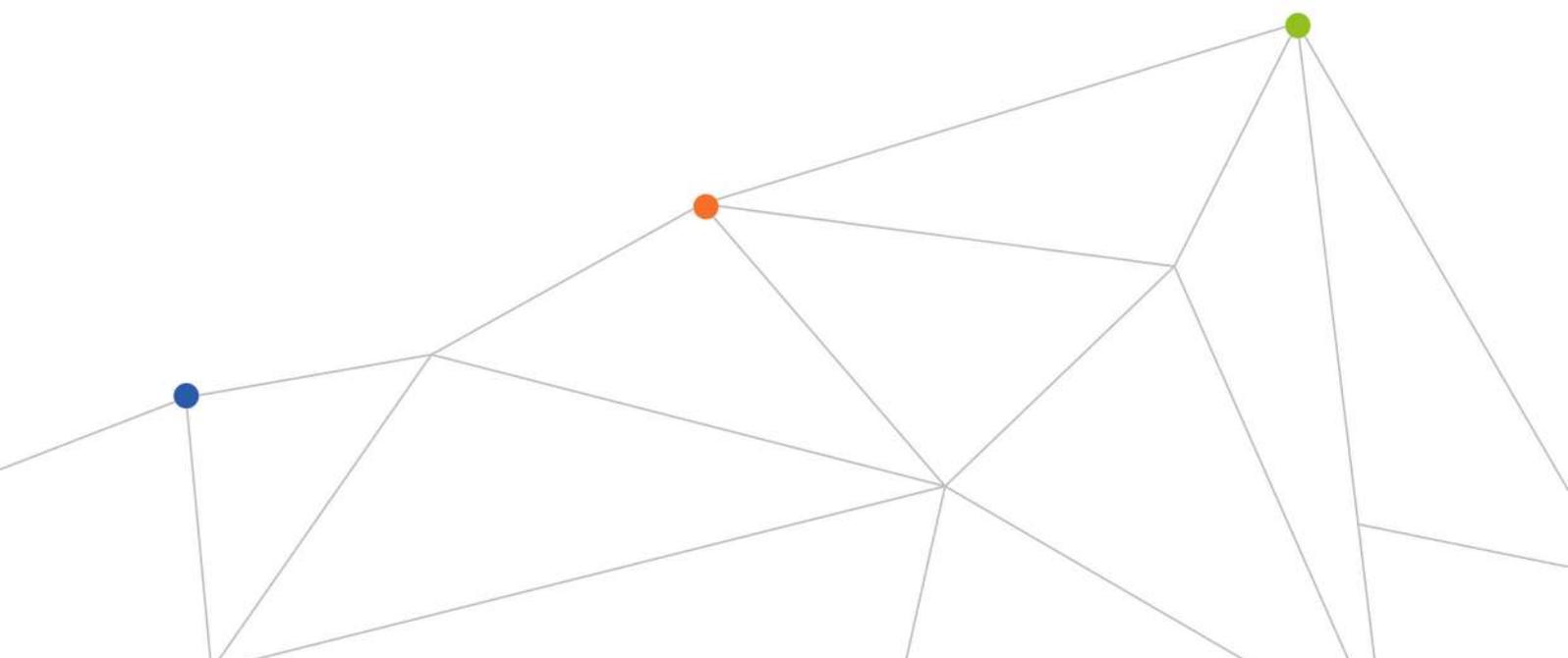


DRA | DOCUMENTO DE
010201 | REFERENCIA DE
ATECYR

RECOMENDACIONES DE VENTILACIÓN EN ESPACIOS INTERIORES PARA LA MEJORA DE LA SEGURIDAD FRENTE AL CONTAGIO



REDACCIÓN

RECOMENDACIONES DE VENTILACIÓN EN ESPACIOS INTERIORES PARA LA MEJORA DE LA SEGURIDAD FRENTE AL CONTAGIO

Propuestas de ventilación para la reducción de aerosoles en el interior de los locales con el objeto de reducir el riesgo de contagio.

- Ventilación forzada y ventilación natural
- Criterios de ventilación mínima necesaria
- Valores recomendados de ventilación
- Verificación de la ventilación



Documento extraído del DTIE 2.08
Operación y reforma para la mejora de la
calidad del aire en los edificios
DTIE Patrocinado por:



Soler&Palau
Ventilation Group

Queda prohibida la total o parcial reproducción de contenido de este documento salvo expresa autorización de Atecyr.

1 INTRODUCCIÓN

La ventilación de los espacios interiores deberá ser forzada, por ser ésta la única forma de garantizar una correcta renovación del aire. Se recomienda adaptar las instalaciones existentes a las exigencias del RITE [1] en vigor. Los edificios que cumplen las exigencias del RITE [1], necesitarán ligeras modificaciones en el modo de operación, para que sean seguros, desde el punto de vista de evitar contagios por aerosoles.

La ventilación natural se empleará siempre que la ventilación forzada sea insuficiente. Incluso en edificios con ventilación mecánica, es recomendable realizar una ventilación regular con ventanas y puertas. En este documento se establecen unos valores mínimos de renovación de aire, comprobados mediante equipos de medida de CO₂.

La ventilación forzada presenta las siguientes ventajas frente a la ventilación natural:

1. El caudal de ventilación es estable y suficiente.
 - Se puede ventilar con la cantidad de aire necesaria sin ventilar en exceso los espacios (control mediante sondas de CO₂). La ventilación natural depende del viento y de la diferencia de temperaturas entre el local y el exterior.
 - El aire exterior se puede tratar térmicamente, evitando corrientes de aire a temperaturas molestas, evitando el malestar térmico.
 - Se puede recuperar energía del aire expulsado, mejorando la eficiencia energética de la instalación.
2. El aire puede filtrarse.
 - Se filtran partículas contaminantes, procedentes principalmente de la combustión de combustibles, como es el caso del tráfico.
 - Se evita la entrada de insectos. Este problema es importante en verano por las molestias que producen cuando se abren las ventanas.
 - Menos problemas de ruido. Se evitan los ruidos transmitidos desde del exterior al abrir las ventanas.
3. Se puede distribuir el aire exterior de forma homogénea en los locales.
 - Permite hacer una buena difusión del aire de ventilación, renovando de forma efectiva y homogénea el aire de todo el local.
 - Evita las corrientes de aire molestas que produce la apertura de puertas y ventanas.

En situación de pandemia, la ventilación debería activarse al menos una hora antes de la entrada del primer ocupante y estar en funcionamiento hasta una hora después del uso del edificio. En algunas ocasiones, el horario de ocupación lo marca el servicio de limpieza o de seguridad.

Si la ventilación forzada no fuera suficiente, se debe recurrir a la ventilación natural. Evidentemente, con más motivo en espacios que no dispongan de ventilación forzada. La ventilación natural siempre debe ser comprobada por sondas de CO₂. En todo caso, se recomienda realizar mediciones de CO₂ para comprobar la ventilación. Para más seguridad de los ocupantes, en espacios con alta ocupación, es recomendable monitorizar en continuo la concentración de CO₂ en los locales. El registro de datos es asimismo muy recomendable.

2 CAUDALES MÍNIMOS DE VENTILACIÓN

Los caudales mínimos de ventilación establecidos por el RITE [1], son de la calidad del aire interior (Tabla 1). El RITE está en revisión y probablemente se van a aumentar los caudales mínimos de ventilación para adaptarlo a la UNE-EN-16798-1-2020 [2].

Tabla 1. Categorías del aire interior en función del uso de los edificios (RITE [1]). En la UNE-EN-16798-1-2020 [2], se establecen 4 Categorías de la Calidad del Aire interior (IEQ).

IDA 1	Aire de óptima calidad: hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.
IDA 2	Aire de buena calidad: oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.
IDA 3	Aire de calidad media: edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.
IDA 4	Aire de calidad baja: no se debe aplicar

El RITE [1] establece varios métodos para el cálculo del caudal de aire exterior de ventilación. Los métodos más habituales son los indirectos donde el caudal se determina por la ocupación o por la superficie de los locales.

El "método indirecto de caudal de aire exterior por persona" (Tabla 2). se emplea en locales donde las personas tengan una actividad metabólica de 1,2 met, y la mayor parte de las emisiones contaminantes sean producidas por las personas.

Tabla 2. Caudales de aire exterior, l/s por persona (Tabla 1.4.2.1 del RITE [1]).

Categoría	l/s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

Si la tasa metabólica TM es diferente a 1,2, los caudales se multiplicarán por $TM/1,2$. Probablemente, próximamente se aumentará el caudal para IDA 2 de 12,5 a 14,0 l/s y persona, de acuerdo con la UNE-EN-16798-1-2020 [2].

Para locales con elevada actividad metabólica (salas de fiestas, locales para el deporte y actividades físicas, etc.), EL RITE [1] establece que se podrá emplear el método de la concentración de CO₂, buen indicador de las emisiones de bioefluentes humanos. Los valores se indican en la Tabla 1.4.2.3. (Tabla 3).

Tabla 3. Concentración de CO₂ por encima de la concentración del aire exterior en función de la calidad del aire interior (IDA). Tabla 1.4.2.3 del RITE [1] para uso en tiempos sin pandemia.

Categoría	ppm(*)
IDA 1	350
IDA 2	500
IDA 3	800
IDA 4	1200

(*) Concentración de CO₂ por encima de la concentración en el aire exterior

Por otro lado, algunos organismos [3], [4], recomiendan que, en tiempos de pandemia, para más seguridad frente al contagio, la ventilación de espacios como aulas debería estar comprendida en 3 y 5 renovaciones por hora.

Este criterio tiene el inconveniente de ventilar en exceso los espacios de techos altos, cuando la altura del local es un parámetro que ayuda a la dispersión del virus: hace que los transitorios sean más lentos y no hay ningún motivo lógico por el que se deba ventilar más un espacio de más altura. Por tanto, se considera más adecuado emplear un criterio de caudal de ventilación por unidad de superficie, considerando una altura de techo operativa de 2,7 m. Por tanto:

3 renovaciones/hora se corresponde con 8,1 m³/h por m² (2,25 litros/s/m²).

5 renovaciones/hora se corresponde con 13,5 m³/h por m² (3,75 litros/s/m²).

De esta forma, se establecen 2 límites de seguridad.

Límite de mayor seguridad: IDA 1: Caudal de 20 l/s por persona (72 m³/h) y al menos 13,5 m³/h por m² (5 renovaciones hora para una altura operativa de 2,7 m).

Límite mínimo de seguridad: IDA 2: Caudal de 12,5 l/s por persona (45 m³/h) y al menos 8,1 m³/h por m² (3 renovaciones hora para una altura operativa de 2,7 m).

Siguiendo estos criterios, se establecen en este documento unos límites de concentraciones de CO₂ en función de la aplicación concreta, para reducir el riesgo de contagio de la COVID-19. Los límites pueden representarse en función de la ocupación del espacio dado en superficie por ocupante.

El caudal de ventilación se puede determinar mediante:

$$\dot{V}_{EXT} = \frac{\dot{V}_{CO_2}}{CO_{2,INT} - CO_{2,EXT}} \frac{10^6}{\varepsilon_V}$$

Donde ε_V es la efectividad de la ventilación, relacionada con que el sistema de difusión produzca un correcto mezclado del aire de ventilación y el aire del local. Generalmente se considera $\varepsilon_V = 0,9$, lo que implica una distribución muy homogénea del aire de ventilación.

El caudal de CO₂ generado por los ocupantes depende de su edad, y actividad. En [4] se muestra la tabla de generación de CO₂ por persona de Persily and de Jonge [5]. Un niño, realizando una actividad sedentaria genera aproximadamente 15 l/h de CO₂.

Si en un aula de 70 m², hay 13 estudiantes y el profesor (5 m² por persona), determina el CO₂ máximo que se debería medir (por simplicidad, el profesor contaría como estudiante).

Considerando el límite de seguridad, debería existir una ventilación según RITE [1] de 45 m³/h por persona. Dado que hay 14 alumnos, la ventilación debería ser de 630 m³/h. El caudal de CO₂ generado en el interior de 15 l/h por persona, resultando 210 l/h de CO₂ (0,210 m³/h). Despejando, se obtiene un aumento de concentración de CO₂ respecto al exterior de:

$$CO_{2,INT} - CO_{2,EXT} = \frac{\dot{V}_{CO_2}}{\dot{V}_{EXT}} \frac{10^6}{\varepsilon_V} = \frac{0,210}{630} \frac{10^6}{0,9} = 370 \text{ ppm}$$

En este caso, el caudal de 630 m³/h, calculado por ocupación, se corresponde con 9 m³/h (superior a 8,1 m³/h por m², siendo por tanto correcto).

Si un día asisten 6 estudiantes y el profesor (10 m² por persona). En este caso, el caudal por RITE [1] sería de la mitad y la necesidad de ventilación por persona, también sería la mitad, resultando un incremento de CO₂ de:

$$CO_{2,INT} - CO_{2,EXT} = \frac{\dot{V}_{CO_2} 10^6}{\dot{V}_{EXT} \varepsilon_V} = \frac{0,105 10^6}{315 0,9} = 370 \text{ ppm}$$

Sin embargo, se trata de un caudal de 4,5 m³/h por m², por lo que no se considera válido desde el punto de vista de la seguridad frente al contagio de la COVID.

Para este caudal, el incremento de concentración máxima de CO₂ en el interior será de:

$$CO_{2,INT} - CO_{2,EXT} = \frac{\dot{V}_{CO_2} 10^6}{\dot{V}_{EXT} \varepsilon_V} = \frac{0,105 10^6}{8,1 \times 70 0,9} = 206 \text{ ppm}$$

Por tanto, si en el exterior se miden 450 ppm de CO₂, el nivel de CO₂ del aula no debería ser superior a 656 ppm.

Siguiendo esta metodología se han elaborado las siguientes figuras para 3 aplicaciones concretas. En todos los casos, se toman dos límites:

Línea azul. Límite de mayor seguridad: Ventilación mínima de 72 m³/h por persona (IDA-1) y al menos 13,5 m³/h por m².

Línea roja. Límite mínimo de seguridad: Ventilación mínima 45 m³/h por persona (IDA-2) y al menos 8,1 m³/h por m².

Cuando existe poca ocupación, la técnica de la medida de CO₂ por ocupantes no resulta correcta: por ello, los límites se cortan en una densidad de ocupación de 16 m² p.p.

Se han desarrollado 3 gráficas donde se muestran los límites de incremento de CO₂:

- Figura 1. Aulas de colegios de edades inferiores a 11 años. En este caso, se considera un caudal de CO₂ producido por los ocupantes de 15 l/h y persona.
- Figura 2. Oficinas, aulas de institutos y universidades, restaurantes. Se considera un caudal de CO₂ producido por los ocupantes de 20 l/h y persona.
- Figura 3. Comercios, centros comerciales. Se considera un caudal de CO₂ producido por los ocupantes de 25 l/h y persona.

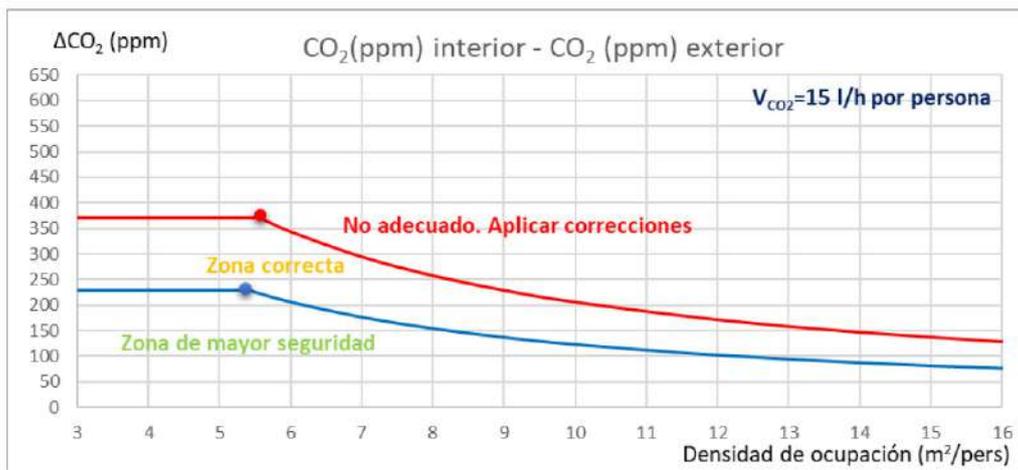


Figura 1. Límites de ΔCO₂ para aulas de niños menores de 11 años. Caudal de emisión de CO₂: 15 l/h por persona.

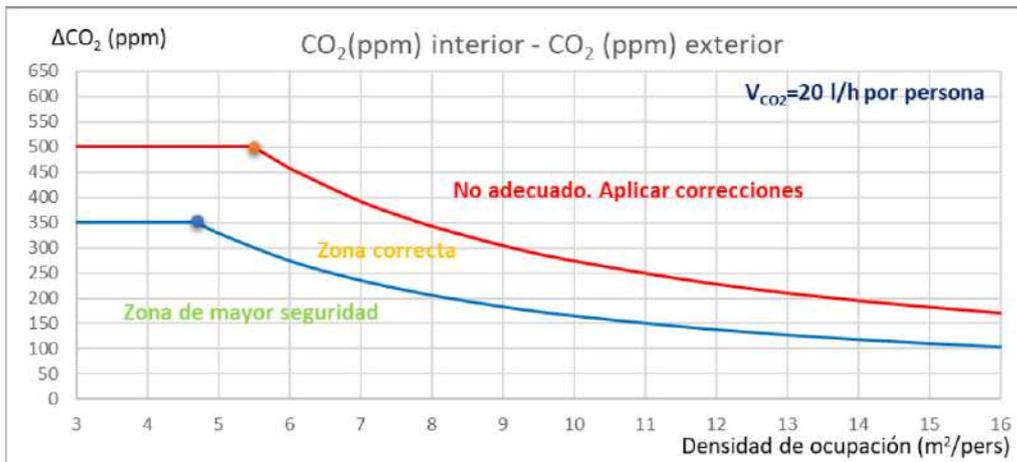


Figura 2. Límites de ΔCO_2 para oficinas, aulas de institutos y universidades, restaurantes y actividades donde se hace un trabajo ligero. Caudal de emisión de CO_2 : 20 l/h por persona.

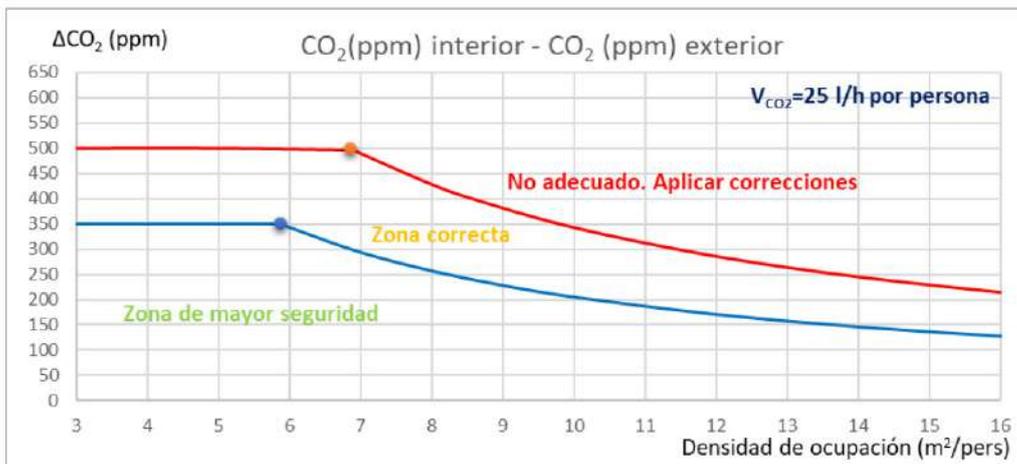


Figura 3. Límites de ΔCO_2 para espacios como comercios, supermercados y centros comerciales. Caudal de emisión de CO_2 : 25 l/h por persona.

Las Figuras 1, 2 y 3 están desarrolladas para ΔCO_2 ($\text{CO}_{2,\text{INT}} - \text{CO}_{2,\text{EXT}}$) y son para uso de un técnico con una mínima cualificación. Para un "usuario final", y por simplicidad se proponen los siguientes límites de concentración de CO_2 medidos en el interior del local (se considera una concentración de CO_2 en el exterior de 450 ppm). Estos límites dependen de la densidad de ocupación.

Aulas de colegios (15 l/h de CO_2 por persona):

Densidad de ocupación < 8 m²/persona: $\text{CO}_{2,\text{INT},\text{MAX}} = 700$ ppm (65 m³/h p.p.)

Densidad de ocupación > 8 m²/persona: $\text{CO}_{2,\text{INT},\text{MAX}} = 600$ ppm (110 m³/h p.p.)

Oficinas, aulas de institutos y universidades, restaurantes y actividades donde se hace un trabajo ligero. Caudal de emisión de CO_2 : 20 l/h por persona.

Densidad de ocupación < 8 m²/persona: $\text{CO}_{2,\text{INT},\text{MAX}} = 800$ ppm (65 m³/h p.p.)

Densidad de ocupación > 8 m²/persona: $\text{CO}_{2,\text{INT},\text{MAX}} = 650$ ppm (110 m³/h p.p.)

Comercios, supermercados y centros comerciales, donde la actividad se realiza caminando. Caudal de emisión de CO_2 : 25 l/h por persona.

Densidad de ocupación < 8 m²/persona: $\text{CO}_{2,\text{INT},\text{MAX}} = 850$ ppm (65 m³/h p.p.)

Densidad de ocupación > 8 m²/persona: CO_{2,INT,MAX} = 700 ppm (110 m³/h p.p.)

Para un ajuste más adecuado, es mucho más conveniente utilizar las gráficas de las Figuras 1, 2 y 3, donde se muestran los límites de ΔCO₂ en función de la ocupación.

Las Tablas 4 y 5 muestran los valores máximos recomendados de concentración de CO₂ en los locales en pandemia, los valores recomendados de configuración de los semáforos de valores de CO₂ en los locales en pandemia y la densidad de ocupación máxima recomendada en función del uso. Se trata de datos para uso a nivel usuario, siendo recomendable emplear directamente las Figuras 15-17. Los valores de las tablas se corresponden para CO_{2,EXT}=450 ppm.

Tabla 4. Valores máximos recomendados de concentración de CO₂ en los locales en pandemia. Datos para uso a nivel usuario, siendo recomendable emplear directamente las Figuras 1-3. Valores para CO_{2,EXT}=450 ppm.

	Densidad de ocupación típica	Límites recomendados de CO ₂ interior
Oficinas	> 8 m ² /persona	650 ppm (válido hasta 16 m ² /persona)
Comercios	< 8 m ² /persona	850 ppm (700 ppm si más de 8 m ² /persona)
Supermercados	< 8 m ² /persona	850 ppm (700 ppm si más de 8 m ² /persona)
Restauración (límite de mayor seguridad por retirada de mascarilla)	< 8 m ² /persona	750 ppm (600 ppm si más de 8 m ² /persona)
Centros de Enseñanza (mayores de 11 años)	< 8 m ² /persona	800 ppm (650 ppm si más de 8 m ² /persona)
Centros de Enseñanza (menores de 11 años)	< 8 m ² /persona	700 ppm (600 ppm si más de 8 m ² /persona)

Tabla 5. Densidad de ocupación máxima recomendada y valores de configuración de los semáforos de valores de CO₂ en los locales en pandemia. Datos para uso a nivel usuario, siendo recomendable emplear directamente las Figuras 1-3. Valores para CO_{2,EXT}=450 ppm.

	Densidad de ocupación máxima recomendada en tiempos de pandemia	Límites recomendados de CO ₂ interior
Oficinas	> 10 m ² /persona	Verde < 650 ppm Amarillo 650 - 750 ppm Rojo > 750 ppm
Comercios	> 4 m ² /persona	Verde < 750 ppm Amarillo 750 - 900 ppm Rojo > 900 ppm
Supermercados	> 4 m ² /persona	Verde < 750 ppm Amarillo 750 - 900 ppm Rojo > 900 ppm
Restauración (límite de mayor seguridad por retirada de mascarilla)	> 4,5 m ² /persona	Verde < 650 ppm Amarillo 650 - 750 ppm Rojo > 750 ppm
Centros de Enseñanza (mayores de 11 años)	> 4 m ² /persona	Verde < 700 ppm Amarillo 700 - 800 ppm Rojo > 800 ppm
Centros de Enseñanza (menores de 11 años)	> 4 m ² /persona	Verde < 600 ppm Amarillo 600 - 700 ppm Rojo > 700 ppm

En el caso de utilizar filtración del aire recirculado o purificadores, los límites de concentración de CO₂ de las tablas anteriores se pueden aumentar hasta 200 ppm, siempre que se justifique que la eficacia equivalente del filtrado.

Los valores máximos (semáforo en rojo) pueden sobrepasarse en 100 ppm durante un máximo de 15 minutos. Si en un local se supera de forma sistemática los valores límite (3 veces al día), se deberán tomar medidas correctoras para mejorar la ventilación.

3 USO DE LA VENTILACIÓN NATURAL

La ventilación natural se emplea cuando no existe ventilación mecánica o cuando la ventilación mecánica es insuficiente. Los problemas de la ventilación natural son:

- Es irregular, sin control. Varía en función de las condiciones meteorológicas: temperatura ambiente, velocidad y dirección del viento.
- Indeterminada. No siempre se puede hacer un barrido adecuado del aire del espacio. Las ventanas podrían estar en la misma pared y es posible que haya zonas donde el aire no se renueve adecuadamente (véase la Figura 4).
- Sin filtrado. En edificios situados núcleos urbanos, en calles con tráfico, se pueden medir niveles elevados de partículas en los espacios interiores.
- Entrada de insectos. Se trata de un problema que no es anecdótico, puesto que la entrada de insectos produce molestias en espacios como aulas y oficinas.
- Ruido. Aumenta el ruido en los espacios interiores.
- Aumenta el consumo energético de forma incontrolada llegando a provocar situaciones de temperaturas no aceptables.

Estos inconvenientes indican que la ventilación natural debe controlarse de alguna manera. De hecho, su uso debería limitarse a esta situación de pandemia y planificar la reforma de la instalación de ventilación para que ésta se haga de forma mecánica, lo que implica: seguridad del caudal, control y filtración.

La calidad de la ventilación natural dependerá de la cantidad de ventanas que tenga el espacio, así como de su ubicación. Lo más recomendable es provocar una ventilación cruzada que produzca un buen barrido de todo el aire del espacio sin la existencia de zonas muertas, pero por desgracia esto no siempre es posible. La utilización de las puertas suele ser recomendable, pero si da a interiores, se deberá tener presente la posible dispersión de patógenos entre estancias.

Las ventanas oscilobatientes son un buen sistema de ventilación, puesto que producen una alta capacidad de renovación del aire, sin producir molestias importantes por corrientes de aire de las personas que se encuentren próximos a ellas. Como regla general, la medida de CO₂ ambiente establecerá la programación concreta a realizar para la apertura y cierre de las ventanas. No debería sobrepasarse el límite máximo establecido en la línea roja de las Figuras 1 a 3.

Este proceso se puede automatizar con ventanas de apertura motorizada ligadas a la medición de CO₂. No tienen por qué automatizarse todas las ventanas de un local; con los aforos aconsejados puede ser suficiente con una o dos ventanas de cada estancia. Además, puede ser necesario sustituir alguna de las ventanas por ventanas oscilobatientes, que son las que producen menos molestias puntuales y las más sencillas de automatizar.

En la Figura 4 se muestran distintas estrategias para la ventilación del aula mediante corrientes de aire. Para que existan corrientes hacia el pasillo (o desde el pasillo) es importante asegurar la ventilación del propio pasillo.

Opción 1. Ventanas abiertas y puerta cerrada. Se produce una corriente lateral entre las ventanas situadas en la misma pared. Probablemente, la ventilación en las zonas más alejadas será insuficiente

Opción 2. Corriente lateral. En este caso, es probable que una parte del aula se ventile adecuadamente o incluso se ventile en exceso, pero es posible que la zona del aula más retirada de la corriente no se ventile correctamente. De aquí la importancia de situar el medidor de CO₂ en un lugar desfavorable desde el punto de vista de la ventilación.

Opción 3. Ventanas y puerta abiertas. Es muy probable que se ventile en exceso un espacio con tantas ventanas como el del aula representada en la Figura 4. En todo caso, es importante buscar que la corriente de aire cruce el espacio. Probablemente no será suficiente si solamente se abren las ventanas de la misma pared. El medidor de CO₂, ayudará a optimizar la apertura de las ventanas. En caso contrario, las condiciones del aula en invierno serán muy extremas.

Opción 4. Corriente cruzada. Es la ventilación más adecuada. Sería muy conveniente poder regular el grado de apertura de la ventana de forma que se aseguren los niveles adecuados de ventilación, dados por el medidor de CO₂.

Si la ventilación por apertura de ventanas y puertas no resulta suficiente, se deberá optar por complementarla con un sistema de ventilación forzada (impulsión o extracción) o con un purificador de aire.

Los locales que no cuenten con ventilación forzada, deberían acometer una reforma urgente de la instalación para asegurar un caudal mínimo de renovación del aire interior. La pandemia ha puesto de manifiesto la necesidad de la incorporación de sistemas de ventilación eficientes en aquellos edificios construidos antes del año 2007 y que no les fue de aplicación las exigencias de ventilación que contamos desde que entró en vigor el RITE.

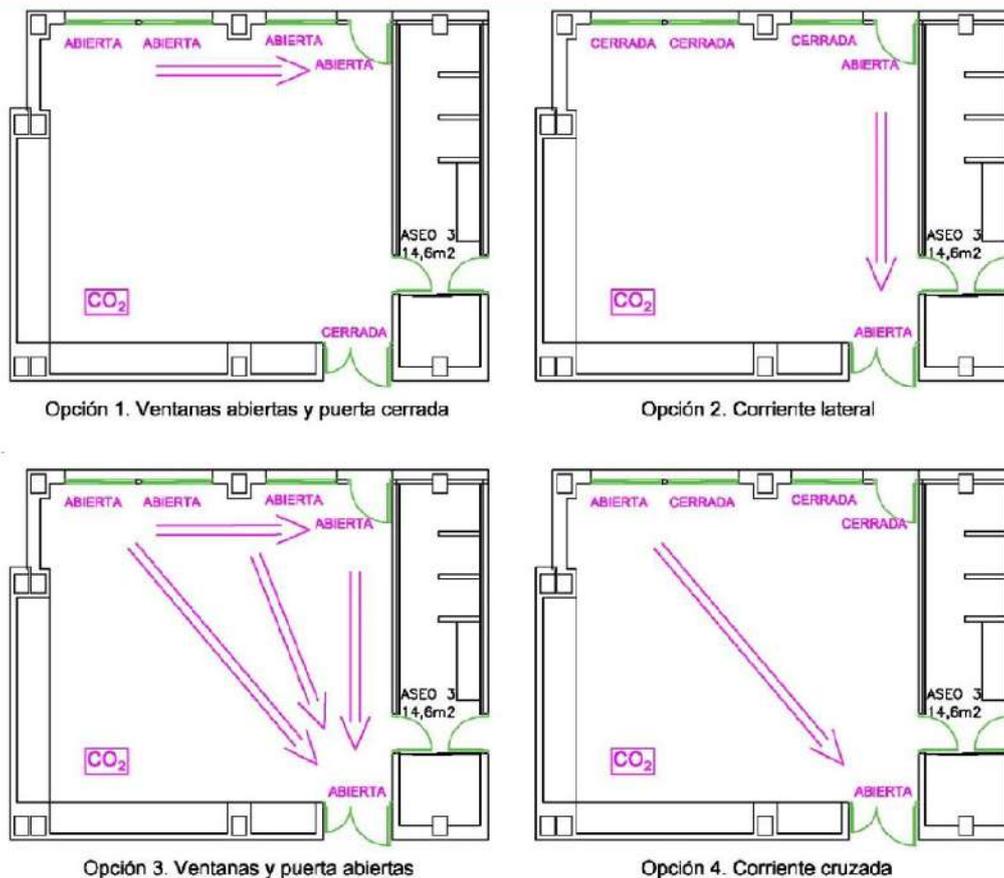


Figura 4. Ventilación natural del aula un colegio.

4 MEDICIÓN DE LA VENTILACIÓN

Se recomienda realizar mediciones de CO₂ para comprobar la ventilación de los espacios interiores. Para más seguridad de los ocupantes, en espacios con alta ocupación, es recomendable monitorizar la concentración de CO₂ en los locales. El registro de datos es asimismo muy recomendable. Si no existe ventilación forzada, la ventilación natural siempre debe ser comprobada con la medición de la concentración de CO₂, ya que ésta es variable e impredecible.

La ventilación forzada impulsada por las unidades de tratamiento de aire puede medirse, determinando el caudal de impulsión en la propia máquina. A veces esto se hace con los datos técnicos del comportamiento del ventilador. Se trata de una estimación, no exenta de incertidumbre y con la que únicamente se determina el caudal impulsado por el equipo. La ventilación forzada puede comprobarse mediante la medición de la concentración de CO₂ en los locales. Esta medida puede ser esporádica y realizada por el mantenedor de la instalación.

El medidor de calidad del aire (Figura 5) permite la medida indirecta de la ventilación o infiltraciones a partir de la concentración de dióxido de carbono CO₂. Se trata de una medida indirecta que permite medir el caudal de ventilación total incluidas las infiltraciones, pero donde no se evalúa la presencia de posibles contaminantes específicos o el correcto funcionamiento de los filtros o de purificadores de aire destinados a reducir el número de partículas o de aerosoles.



Figura 5. Instrumentos de medida de CO₂ ambiente empleados para verificar la calidad del aire.

Las sondas de calidad de aire proporcionan directamente el dato del CO₂ en ppm. La diferencia entre la concentración de CO₂ interior y exterior sirve para determinar directamente la renovación del aire del local (ventilación y/o infiltraciones).

Para la realización de la medida, debe tenerse en cuenta que el instrumento puede necesitar entre 30 segundos y varios minutos para dar la lectura correcta. Además, es conveniente tomar varias medidas con el objeto de disminuir la incertidumbre de medida que en algunos casos llega a ser de unos 50 ppm.

Características técnicas habituales de los instrumentos de medición de CO₂ empleados habitualmente en el análisis de instalaciones de climatización:

- Rango de medida: 0 a 10000 ppm

- Exactitud: 50 ppm + 2% del Valor medido
- Resolución: 5 ppm

Existen dos métodos de medida de la ventilación de un local a partir de la medición de la concentración de CO₂ en el interior y en el exterior.

- Medida en régimen estacionario. Los ocupantes son considerados como una fuente constante de producción de CO₂.
- Medida en régimen transitorio. Se aumenta la concentración de CO₂ en el interior mediante CO₂ seco o con un extintor.

En el DTIE 2.08 [6] se detalla la metodología de estas dos técnicas de medida.

REFERENCIAS

- [1] REAL DECRETO 1027/2007, de 20 de julio. BOE 28/8/2007. Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas (IT).
- [2] EN 16798-1 Eficiencia energética de los edificios. Parte 1: Parámetros del ambiente interior a considerar para el diseño y la evaluación de la eficiencia energética de edificios incluyendo la calidad del aire interior, condiciones térmicas, iluminación y ruido. Módulo 1-6.
- [3] Schools for Health. Harvard. Agosto, 2020.
- [4] Guía para la Ventilación en Aulas. IDAEA/CSIC. Octubre 2020.
- [5] Carbon dioxide generation rates for building occupants, Indoor Air, A. Persily, L. de Jonge, 2017.
- [6] DTIE 2.08 Operación y Reforma para la Mejora de la Calidad del Aire en los Edificios

Descargo de responsabilidad:

Este documento expresa el asesoramiento y las opiniones de los expertos de ATECYR basados en el conocimiento científico disponible de la COVID-19, disponible en el momento de su publicación. En muchos aspectos, la información sobre el SARS-CoV-2 no es completa y es posible que se hayan utilizado algunas pruebas de virus transmitidos por el aire anteriores para las recomendaciones de buenas prácticas. ATECYR, los colaboradores y todos los involucrados en la publicación excluyen toda y cualquier responsabilidad por cualquier daño directo, indirecto, incidental o cualquier otro daño que pudiera resultar de, o estar relacionado con, el uso de la información presentada en este documento.

GRUPO DE TRABAJO: Subcomité de Calidad de aire interior del Comité Técnico de Atecyr

Componentes subcomité:

Coordinador del subcomité: Manuel Ruiz de Adana

Miembros:

Ricardo García San José,

Manuel Gallardo Salazar,

Pedro Vicente Quiles *,

Manuel Ruiz de Adana Santiago,

Esteban Domínguez,

Juan Travesí Cabetas,

Paulino Pastor Pérez,

Simón Aledo Vives *,

Arcadio García Lastra.

*Autores

Versión: 01

Fecha de elaboración: abril, 2021

Versiones anteriores: Ninguna