

VENTILACION NATURAL EN LAS AULAS

GUÍA PRÁCTICA

Ya tengo el analizador de CO₂... ¿Y ahora qué?



Guía elaborada por:
**Laboratorio de Investigación en Fluidodinámica
y Tecnologías de la Combustión (LIFTEC)**
Centro Mixto Univ. Zaragoza / CSIC



**Universidad
Zaragoza**



CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

Índice

1. Cuestiones previas **1**

2. El analizador de CO₂ **3**

3. Ajustar ventilación: primeros pasos **6**

4. Ventilación de los pasillos **9**

5. Recomendaciones para otros espacios **10**

6. Mantener la rutina de medida y ajuste de ventilación **10**

Anexo 1. Esquemas de ventilación y situación del analizador

Anexo 2. Fichas de recogida de datos

Anexo 3. Algunas dudas y confusiones habituales

v.16Nov20

En la elaboración de esta guía han participado:

Álvaro Muelas, Antonio Pina, Pilar Remacha, Eduardo Tizné, Diego Aranda, Ana Ruiz y Javier Ballester.

Pero no hubiera sido posible sin la inestimable labor del Prof. José L. Jiménez, Catedrático en la Universidad de Colorado, zaragozano y uno de los principales responsables de que la OMS y los gobiernos hayan aceptado, por fin, el papel fundamental de la transmisión aérea del SARS-CoV-2 y la urgencia de adoptar las medidas preventivas correspondientes.

1. Cuestiones Previas

¿En qué consiste la transmisión aérea de COVID-19?

La transmisión aérea de Covid-19 se debe a **la inhalación de aerosoles emitidos por una persona infectada (ver enlaces de interés al pie de página)**. Se trata de pequeñas gotitas de fluido respiratorio que emitimos al respirar, hablar, gritar, etc.

En caso de que una persona esté contagiada, estas gotitas pueden contener el virus e infectar a los que comparten el mismo aire. Al ser tan pequeñas (menos de 0.1 mm), **pueden permanecen flotando en el ambiente incluso durante horas**, comportándose como el humo de un cigarrillo.

¿Para qué se mide el CO₂?

Al respirar, junto con los aerosoles, **las personas emiten CO₂**, por lo que la **concentración de este gas es un muy buen indicador de si el aire de la estancia está limpio** o de si, por el contrario, ya 'ha sido respirado' por otras personas.

¿Por qué ventilar?

Para reducir el riesgo de contagio, diluyendo los aerosoles potencialmente infecciosos. De esta manera, se puede conseguir que disminuya mucho la cantidad de aerosoles que inhalamos cuando permanecemos en una habitación

¿Existen recomendaciones específicas sobre cuánto se debe ventilar?

Sí, al menos **5 renovaciones/hora**. Como es muy difícil medir el flujo de aire, se utiliza como indicador la concentración de CO₂.

¿Es necesario abrir totalmente las ventanas?

No. Se ha comprobado que **se puede ventilar bien con aberturas parciales**.

¿Cuánto hay que abrir?

La ventilación natural depende de **muchos factores**: características del aula, tipo y situación de ventanas, configuración del edificio, viento... Por eso, se puede partir de unas pautas generales, pero **es imprescindible medir en cada caso concreto, mediante detectores de CO₂**.

ENLACES DE INTERÉS

[*Vídeo resumen del Prof. José L. Jiménez*](#)

[*En su Twitter ofrece gran cantidad de información, incluyendo una extensa lista de FAQ's*](#)

[*Guía del CSIC para ventilación de aulas*](#)

[*Breve Guía de recomendaciones para aulas y estudio realizado en un colegio, del LIFTEC*](#)

Ventilación natural en el aula

#1

Ventilación cruzada distribuida

Abrir ventanas y puertas de paredes opuestas y, en lugar de abrir mucho una ventana, **repartir la misma abertura entre el mayor número de puntos**: es mucho mejor abrir 10 cm en 8 ventanas que 80 cm en una.

#2

Mantener la ventilación de forma continua, no solo entre clases

Si es imprescindible, **se puede reducir la ventilación puntualmente, pero periodos lo más cortos posible** (10 minutos de ventanas cerradas es suficiente para que se dispare el CO₂).

#3

Mucha atención a los pasillos

Es fundamental que el pasillo esté bien ventilado, porque puede influir mucho en la ventilación de las aulas.

#4

Abrir, cuanto más mejor

La abertura mínima necesaria depende de las condiciones. Días sin viento y con temperatura exterior similar a la interior son los que exigirán aberturas más amplias en las ventanas del aula.

#5

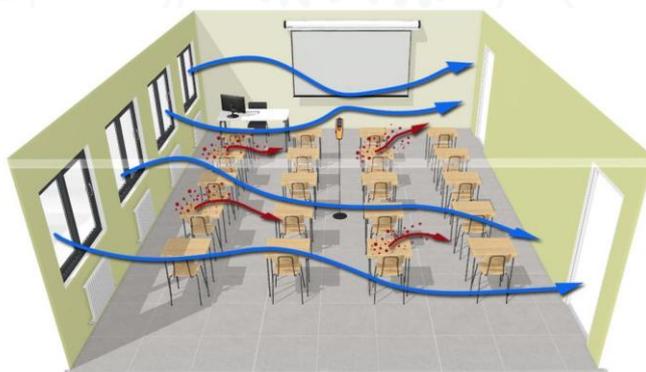
Medir

Imprescindible utilizar un analizador de CO₂ para ajustar aberturas. Asegurarse de que después de media hora no supera 700 ppm. En caso contrario, abrir más.

#6

Volver a comprobar si cambian las condiciones

Verificar los niveles de CO₂ periódicamente, sobre todo si llegan más personas, cambia el viento, etc.



2. El analizador de CO₂

Quando respiramos, exhalamos tanto aerosoles como dióxido de carbono (CO₂). Como es mucho más difícil medir los aerosoles, **se utiliza la medida de CO₂, gas inocuo, como indicador de qué proporción del aire de una habitación ha sido ya respirado por los ocupantes.**



La proporción de CO₂ en aire se mide en 'partes por millón' (ppm=número de moléculas de CO₂ por cada millón de moléculas) y da idea del grado de contaminación del aire con exhalaciones de las personas.

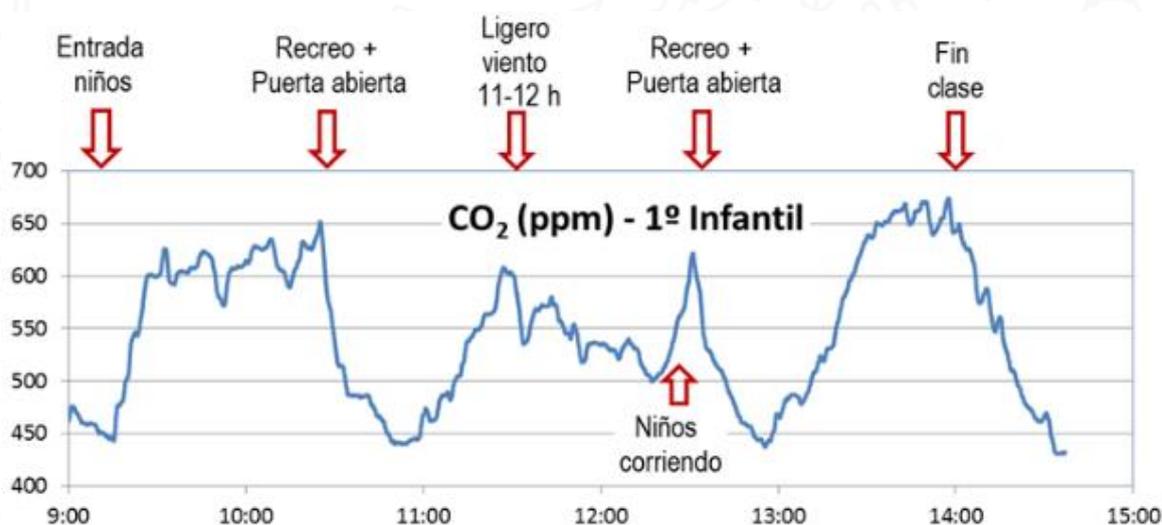
En la calle, la concentración es de unas **400 ppm**. Este valor indicaría un ambiente completamente limpio de aerosoles respiratorios.

Para prevención de COVID se recomienda no superar 700* ppm en el aula (550 ppm en pasillos).

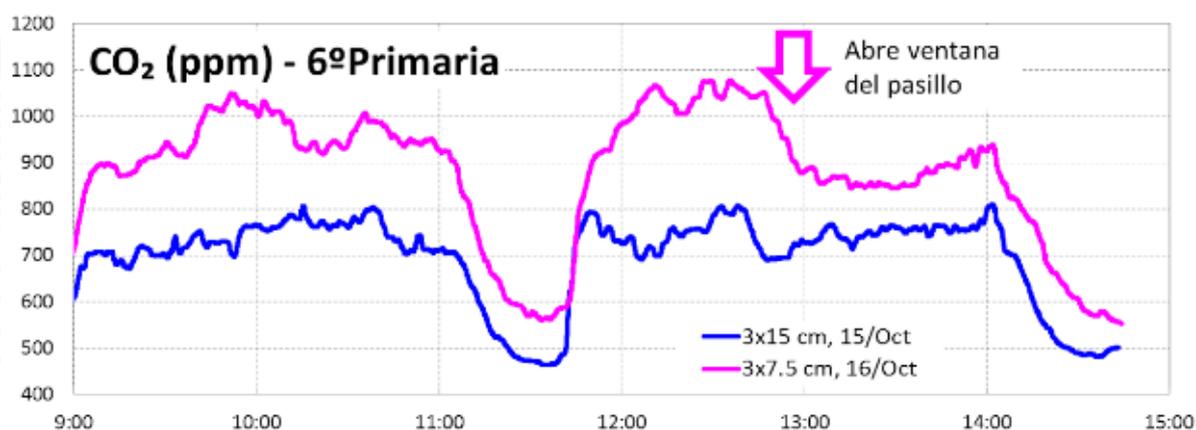
**Como referencia, 700 ppm indicaría que el 0.75% del aire de la habitación ya ha sido respirado antes.*

Las siguientes figuras son ejemplos de registros de CO₂.

La primera corresponde a un aula de 1º de infantil, con 10 niños y 1 maestra. En este caso, se abrieron 3 ventanas 15 cm cada una (en total, 45 cm) y la ventilación fue correcta todo el tiempo (CO₂ por debajo de 700 ppm). Puede observarse cómo cambia la concentración en función de la ocupación y la actividad.



El segundo registro se tomó en un aula de 6° de Primaria, con 23 alumnos y un adulto. Al abrir 3 ventanas 15 cm se superaron ligeramente los 700 ppm recomendados. Pero cuando se abre la mitad, la ventilación es claramente insuficiente, superando 1000 ppm. En este registro puede comprobarse que, partiendo de un aula bien ventilada (por ejemplo, tras el recreo sobre las 11:45), la concentración de CO₂ sube rápidamente en poco más de 5 minutos; clara demostración de que ventilaciones puntuales no sirven y hay que ventilar de forma continua. Se observa también el fuerte efecto que tiene abrir una pequeña ventana en el pasillo, sin ningún cambio en el aula; con el pasillo en malas condiciones no era posible ventilar correctamente esta aula



Instalación del analizador

Debe situarse alejado de puertas y ventanas y también de las personas:



Para equipos portátiles, se recomienda situarlos en la zona central del aula, a una altura entre 1,2 y 2 m. Puede instalarse sobre un trípode o una mesa, dejando una distancia de al menos 1 m a la persona más cercana.

Para equipos instalados de forma permanente, puede buscarse una posición más apartada (incluso una pared), pero siempre alejada de entradas de aire y personas y una vez que se haya comprobado que da el mismo resultado que en el centro del aula.

Entre distintas opciones, elegir siempre la zona que se considere peor ventilada.

Calibración del analizador

Muchos analizadores tienen esta función. **Debe calibrarse antes de empezar a usarlo y comprobar periódicamente que mantiene la calibración** (o bien volver a calibrar). Esto se hace exponiendo el analizador al aire exterior y activando la rutina de calibración propia del analizador (calibrate, zero... en función del modelo).

Estabilización de la lectura

El analizador necesita cierto tiempo para llegar a un valor correcto y estable (en algunos modelos, puede ser hasta 5-10 minutos). **Si se toma la lectura antes de tiempo, los errores pueden ser muy grandes.** Para estimar el tiempo de respuesta se recomienda el siguiente ejercicio:

1. Realizar la calibración del analizador y anotar la lectura que da al aire libre (pueden ser p.ej. 400 ppm)
2. Mantener el analizador en un lugar con niveles de CO₂ de, al menos, 700-800 ppm.
3. Sacarlo a la calle y esperar hasta que el analizador baje hasta un valor que sea aprox. 20 ppm mayor que el valor de calibración en la calle (420 ppm si la medida inicial al aire libre fue de 400 ppm). **Ese tiempo será el que habrá que esperar normalmente antes de tomar una lectura válida tras colocar el analizador.**

En general, la mejor forma de saber cómo se comporta y cómo se debe manejar el aparato es jugar con él: moverlo entre aula y exterior, comprobar calibración periódicamente midiendo en el exterior...

Si estamos cerca al tomar la lectura, existe riesgo de que detecte el CO₂ que exhalamos. Por eso, es recomendable tomar el dato con relativa rapidez y pasar el menor tiempo posible junto al analizador.



Lectura de CO₂ en el pasillo.

3. Ajustar ventilación: primeros pasos

Cuando nos enfrentamos por primera vez a la ventilación de un aula no tenemos referencias, por lo que **es importante realizar con cuidado las primeras pruebas**. Al cabo de pocos días comprobaremos que se va cogiendo el tacto al aula y, aunque es imprescindible seguir utilizando el medidor de CO₂, ya tendremos una idea aproximada de cuánto conviene abrir dependiendo p.ej. de cuánto viento hay ese día.

Los resultados serán específicos para cada aula. Por eso, se debe ir recopilando información individualizada para las distintas aulas y espacios del centro.

Es importante prestar atención a todos los detalles, para que los datos sean realmente útiles. El comportamiento de la ventilación natural es muy complejo y si las pruebas no se realizan con cuidado puede ser difícil llegar a conclusiones útiles.

Protocolo de ventilación

#1 Mantener las puertas abiertas

#2 Abrir las ventanas y dejarlas fijas todo el tiempo

Intentando una configuración de ventilación cruzada distribuida (Anexo 1).

Su posición debe quedar fija todo el tiempo, hasta que se decida modificarla. Es sencillo en ventanas correderas. Si tienen bisagras, habrá que colocar topes y/o fijarlas con cinta para que no se abran ni se cierren.

#3 Empezar con una abertura total de 80 cm

Suponiendo que las ventanas tienen una altura de 1 m (si tienen menos altura, abrir proporcionalmente para que la sección total sea la misma). Esta abertura total debe repartirse lo mejor posible entre las ventanas disponibles: si hay 4 ventanas, 20 cm cada una; si hay 8 ventanas, 10 cm cada una.

#4 Registrar la evolución del CO₂

La tarea es muy sencilla si se cuenta con analizadores con registro continuo. Pero si no tienen registro, deben tomarse lecturas al menos cada 15 minutos:

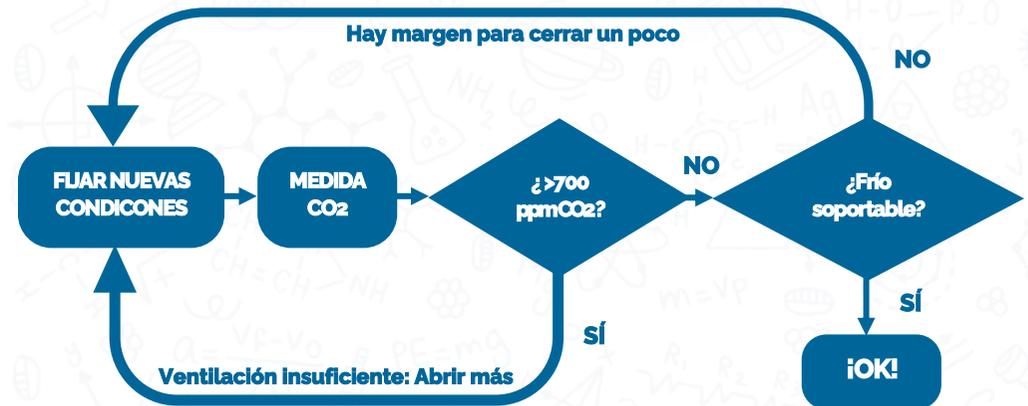
- Si se dispone de un analizador fijo en el aula, intentar tomar lecturas más frecuentes (p.ej. cada 5 minutos). Los alumnos podrían ayudar en esta tarea.
- Si se está rotando entre aulas, organizarlo para que el intervalo en una cierta aula no supere los 15 minutos.
- Puesto que la concentración tiende a aumentar con el tiempo, es especialmente útil tomar lecturas al final de la sesión (p.ej. antes del recreo o del final de la jornada; o si parte del alumnado deja el aula, justo antes de eso)

#5 Mantener condiciones fijas (ventanas, ocupación...)

Al menos 1 h, para obtener un dato válido sobre la calidad de ventilación.

#6 Al final de la prueba, valorar la calidad de la ventilación

Y reajustar ventanas según se indica en el diagrama:



- Si es inferior a 700 ppm, ventilación correcta. Incluso, si es bastante menor (p.ej. 600 ppm) indica que podemos cerrar más las ventanas.
- Si es superior a 700 ppm (y, sobre todo, si supera 800 ppm), la ventilación es deficiente. Será necesario abrir más.

#7 Repetir el proceso hasta ajustar la ventilación

Una vez se modifique la posición de las ventanas (dejar siempre puertas abiertas), repetir el proceso hasta encontrar el mejor compromiso entre ventilación y confort térmico (seguramente buscando la mínima abertura que garantiza una buena ventilación).

Conociendo la ventilación en el aula

Debe tenerse en cuenta que los resultados de la prueba son válidos solamente para las condiciones ambientales de ese día. La misma posición de ventanas puede dar resultados distintos en otros días, por eso es necesario repetir la prueba en días sucesivos. Algunas consideraciones:

- La experiencia de días previos será útil para los ajustes en días siguientes. Si hoy el viento es más fuerte que en días anteriores, seguramente podremos cerrar más las ventanas (y viceversa).
- Tener en cuenta la dirección del viento, puesto que los resultados en una cierta aula para viento de p.ej. 30 km/h pueden ser muy distintos dependiendo de la dirección.
- Debe verificarse si el aire está entrando por la ventana o por la puerta. Esto puede hacerse con una pequeña llama o una fibra muy flexible, que son muy útiles para detectar ligeros movimientos de aire.

Al cabo de unos pocos días se habrán reunido datos y experiencia muy útiles para conocer de forma aproximada el comportamiento del aula. Dependerá de cada caso, pero el plan de pruebas podría consistir en lo siguiente:

- 1.** Fase inicial de conocimiento del aula: repetir el protocolo anterior al menos durante 3-4 días, en distintas condiciones de viento. Analizar los resultados para extraer algunas pautas generales que se aplicarán en cada una de las aulas.
- 2.** Fase de verificación: durante los siguientes días (p.ej. 2 semanas) no es necesario repetir estas pruebas detalladas, pero sí verificar con atención los niveles de CO₂ que se alcanzan para las aberturas que se vayan fijando en cada momento y las condiciones ambientales.
- 3.** Fase de uso rutinario: con toda esta experiencia previa ya será relativamente sencillo y automático ajustar la ventilación cada día. Pero no hay que olvidar que el problema es complejo y es imprescindible seguir midiendo el CO₂ de forma rutinaria, como se explica más adelante.

Para ayudar a entender y analizar los resultados es muy útil elaborar una ficha como la que se incluye en el Anexo 2. Si no se realiza este tipo de registros, la experiencia es que es muy difícil llegar a tener una idea clara del comportamiento de un aula y, al final, buena parte del trabajo realizado pierde su utilidad.

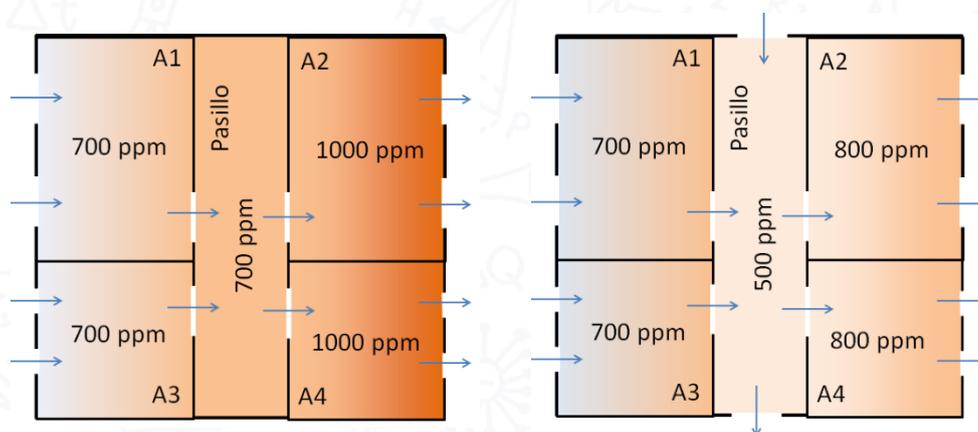
Por último, cada centro puede elegir distintas estrategias de recogida de datos. Una opción es que haya una o unas pocas personas encargadas de esta tarea, con la ventaja de que pronto llegarán a ser expertos en ventilación y podrán apoyar al resto de personal. Otra alternativa es que cada aula sea responsabilidad de una persona... O cualquier otra opción intermedia.

4. Ventilación en los pasillos

Más allá de que es un espacio que también debe mantenerse limpio, los pasillos juegan un papel fundamental, puesto que **aproximadamente la mitad de las aulas se ventilan desde el pasillo**. Por eso, **se recomienda que en pasillos y zonas comunes que comunican con las aulas la concentración de CO₂ no supere 550 ppm**.

Para entenderlo, es necesario tener en cuenta que, en días de viento, el aire exterior entra por uno de los lados (el expuesto al viento), y la misma cantidad de aire debe salir por el lado opuesto. Esta idea se muestra en las siguientes figuras. Aquí se supone que el viento viene por la izquierda y, lógicamente, provocará la entrada de aire exterior por las ventanas de las aulas A1 y A3. Esa misma cantidad de aire debe salir necesariamente por otras aberturas del edificio, en este caso a través de las ventanas de A2 y A4. Así, el pasillo alimentará las aulas A2 y A4 con el aire procedente de A1 y A3.

Si el pasillo está mal ventilado, como en la figura de la izquierda, las aulas a las que llega el aire desde el pasillo excederán los límites de CO₂ recomendados, independientemente de cómo se ajusten sus ventanas. En cambio, si está bien ventilado (derecha), también en esas aulas está entrando aire (casi) limpio. Por eso, resulta imprescindible mantener una buena higiene del aire en los pasillos para asegurar buenas condiciones de ventilación en todas las aulas.



A la hora de realizar las pruebas de ventilación y medida de CO₂, **debe medirse tanto la concentración en las aulas como en los pasillos**. Esto, junto con el conocimiento de cómo circula el aire (detectando si entra o sale por la puerta) será muy útil para saber qué aulas se ventilan desde el pasillo cuando el viento sopla en una u otra dirección.

En el Anexo 2 se incluye también una ficha específica para los pasillos, junto con algunas recomendaciones.

5. Recomendaciones para otros espacios

En el comedor, y tal vez en otros espacios y situaciones, **los ocupantes no llevan mascarilla**. Esto hace que, para una cierta tasa de ventilación, el riesgo de transmisión aumente. Por una parte, porque se emiten más aerosoles al ambiente. Por otra, porque los inhalamos sin ninguna protección. Por eso, si no llevamos mascarilla, el riesgo aumenta para una concentración dada de CO₂ (p.ej. 700 ppm), **por lo que deben aplicarse límites más restrictivos**.

En consecuencia, en comedores y otros espacios sin mascarilla, **se propone mantener la concentración de CO₂ por debajo de 550 ppm**.

Estos casos y otras situaciones particulares en centros educativos están siendo analizados dentro de un grupo de expertos, por lo que este apartado podría actualizarse en próximas versiones.

6. Mantener la rutina de medida y ajuste de ventilación

Una vez se han recogido medidas de CO₂ durante varios días y en distintas condiciones de viento, ocupación... se habrá conseguido un conocimiento bastante amplio sobre cómo se comporta la ventilación en el centro y en cada aula.

Pero, como se ha dicho, **la ventilación natural en edificios es un problema de gran complejidad**, muy difícil de predecir incluso para los especialistas en esta materia.

Por eso, **es imprescindible medir concentración de CO₂ de forma rutinaria**. No existe otra manera de asegurar una ventilación correcta.

Se recomienda que, si no existe un analizador fijo en el aula, se implante una rutina de rotación del equipo entre las aulas, de manera que siempre se realice, **al menos, 1 medida cada hora**, tomada al menos 20 minutos después de iniciada la clase. Para rotarlo con agilidad, cada profesor (o un alumno encargado) puede encargarse de llevar el analizador inmediatamente después de tomar la lectura. En función del tiempo de respuesta del aparato (ver apartado sobre analizadores de CO₂), un analizador podría llegar a dar servicio a entre 6 y 12 aulas si se establece una rutina ágil de rotación.

Anexo 1

Esquemas de ventilación y situación del analizador

Esquemas de ventilación

Para una cierta abertura total de las ventanas, resulta determinante cómo se distribuyen las entradas de aire en el aula. En los siguientes esquemas se presentan las principales opciones, ordenados de peor a mejor eficiencia de ventilación.



El objetivo es desplazar el aire de todas las zonas del aula con aire fresco, sin dejar zonas muertas.

La mejor opción es la ventilación cruzada distribuida (figura de la derecha):

Cruzada: Situar aberturas en paredes opuestas: ventanas en una pared y puertas en la opuesta.

Distribuida: Cuantos más puntos de entrada de aire, mejor. Mucho mejor abrir 10 cm en 8 ventanas que 80 cm en una ventana única. Y las dos puertas, si las hay, mejor que solo una.

Hay que tener en cuenta que los flujos de aire que entran por una abertura siguen caminos preferentes, que a veces pueden ser sorprendentes. En la última sección se añaden algunos comentarios al respecto.

Situación del analizador

El analizador debe situarse de manera que la medida no esté afectada por la ventilación ni por personas cercanas. Es decir:

- A una **distancia mínima de 1 m** (mejor 1.5 m, si es posible) de cualquier ocupante del aula.
- Alejado de las aberturas, tanto de puertas como de ventanas (es importante tener presente que el aire entra unas veces por las ventanas y otras por la puerta).

En la siguiente figura se muestran sombreadas las zonas en las que **NO** se debe instalar el analizador, además de mantener distancia con las personas.



La zona central del aula suele ser la mejor opción.

El analizador debería situarse a **una altura entre 1.2 y 2 m**. Podría, por ejemplo, situarse sobre una mesa, en un trípode o en un soporte anclado al techo.

Si el analizador se va a instalar de forma permanente, podría elegirse una zona de la pared que reúna buenas condiciones:

- Fuera de las áreas sombreadas.
- Preferiblemente, en las zonas peor ventiladas.
- Pero siempre deben realizarse comprobaciones antes de la instalación definitiva: medir en distintos puntos de la habitación y elegir la zona de la pared donde se hayan medido los valores más elevados.

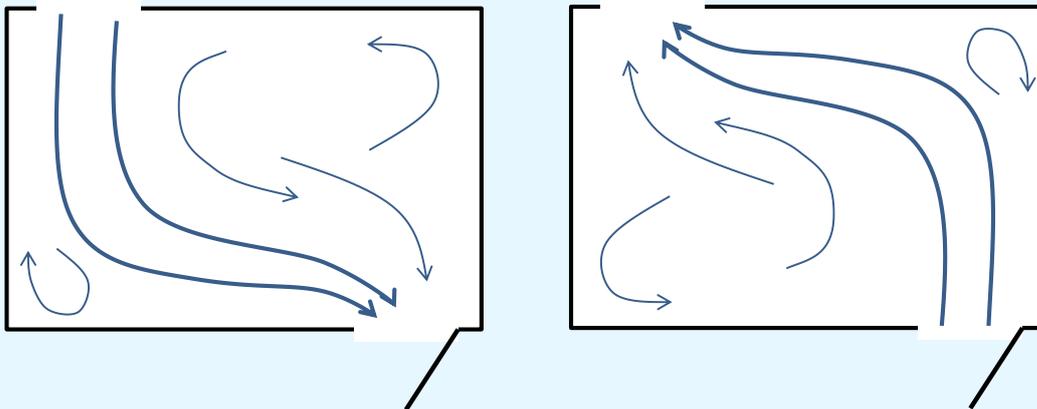
Algunas nociones sobre cómo se mueven los flujos de aire en una habitación

Cuando entra un flujo de aire a través de una ventana o una puerta, tiende a mantener su dirección hasta que se acerca a la pared. Esta idea se ilustra en los siguientes esquemas, donde se muestra una habitación con una puerta y una ventana en esquinas opuestas. Posiblemente, tenderíamos a pensar que en este caso se establecería un flujo directo entre la puerta y la ventana. Sin embargo, la realidad es que el flujo tiende a mantener su trayectoria inicial. Y, en función de si entra por la puerta o por la ventana, el camino que sigue el aire es distinto, como ilustran ambos esquemas.

Las flechas indican el camino principal que sigue el flujo. Pero esto no quiere decir que el resto del aula quede sin ventilar. Al moverse, el flujo de aire se va mezclando dentro del aula y se distribuye en mayor o menor medida por todo el volumen. En general, las pruebas realizadas demuestran que existen diferencias entre distintas zonas, algunas mejor ventiladas que otras.

Por eso, es conveniente tener en cuenta estas ideas básicas e intentar conseguir una ventilación cruzada distribuida para optimizar la calidad del aire en toda el aula, sin tener que abrir excesivamente las ventanas.

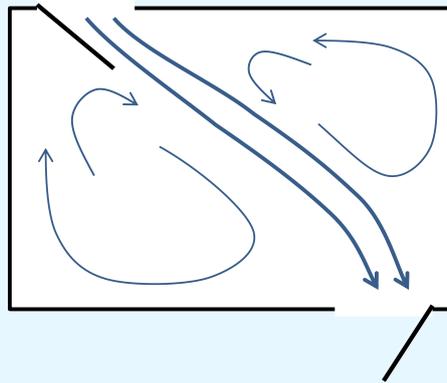
Estos esquemas también dan idea de que para esta aula se pueden dar ambas situaciones, en función de si un día entra el aire por la ventana o por la puerta. Por eso, la zona peor ventilada puede ser cualquiera de las dos esquinas sin aberturas, según sea la dirección del viento ese día.



En la izquierda, el flujo de aire entra por la ventana. En la derecha, por la puerta.

Seguimos estudiando cómo se mueve el aire en las aulas, mediante simulaciones y medidas, para intentar evaluar cómo de importantes son las diferencias entre distintas zonas del aula y la mejor manera de minimizarlas o de elegir la situación del analizador.

A veces, pequeños cambios pueden modificar significativamente el flujo en el aula. Por ejemplo, si una ventana con bisagras se orienta como se ve en la figura, el aire entraría en diagonal, consiguiendo una mejor distribución dentro del aula.



El movimiento del aire en una habitación es muy complejo y difícil de predecir. Por eso, siempre se debe intentar aplicar una ventilación cruzada distribuida; pero sigue siendo imprescindible verificar con el analizador de CO₂ que la calidad de ventilación es correcta.

Puede resultar un ejercicio muy interesante, para realizar con los alumnos, intentar identificar el camino que sigue el aire en la habitación. Para eso será muy útil el analizador de CO₂, pero también pueden utilizarse pequeñas fibras flexibles que nos ayudan a visualizar la dirección del flujo de aire. Si se dispone de otros recursos, como algún tipo de anemómetro o nieve carbónica (manejada con las debidas precauciones), el experimento puede ser muy completo y enriquecedor.

Anexo 2

Fichas de recogida de datos

Para que los datos recogidos sean útiles, es fundamental que se documente cuidadosamente toda la información que pueda ser de relevancia para las medidas. Por ejemplo, si nos encontramos midiendo en un aula y de repente se levanta un fuerte viento, probablemente la medida de CO₂ bajará debido a la mayor renovación de aire en el aula. Por otro lado, si la ocupación se duplica, es esperable que el nivel de CO₂ aumente apreciablemente. Tener toda esta información debidamente anotada facilita la correcta interpretación de los datos, además de ayudarnos a comprender cómo puede afectar cada variable a la ventilación en cada aula.

Para facilitar esta tarea de registro de la información, se propone utilizar fichas de recogida de datos. Son plantillas con diferentes campos en los que anotar tanto las medidas de CO₂ como toda la información relevante para el proceso de ventilación: aberturas de puertas y ventanas, climatología, cambios en el número de alumnos, si bajamos las persianas para evitar reflejos en la pizarra, etc.

Con este objetivo en mente, en este anexo se proponen dos plantillas de recogida de datos que pueden ser útiles para su uso en colegios e institutos. La primera está diseñada para reunir toda la información de interés para medidas en aulas, mientras que la segunda está pensada para ser utilizada en pasillos. En las próximas páginas se muestran dos ejemplos en los cuales las plantillas se han rellenado con el tipo de datos y observaciones que habría que anotar en cada uno de los casos.

En el siguiente enlace podéis descargar las plantillas en formato MS Word y PDF:

[Plantillas de recogida de datos en formato .DOC](#)

[Plantillas de recogida de datos en formato .PDF](#)

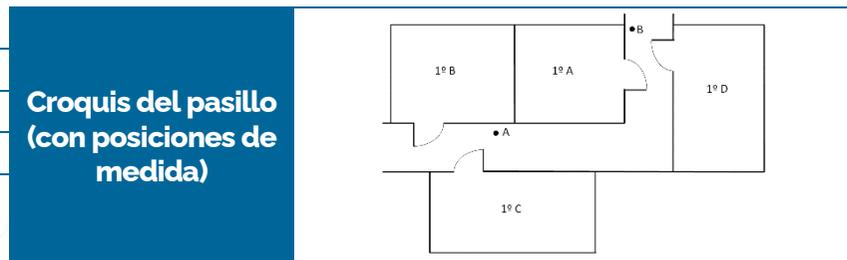
(NOMBRE CENTRO) - FICHA DE RECOGIDA DE DATOS: VENTILACIÓN DE AULAS

Fecha	10 Noviembre 2020	Otros comentarios	Ventanas correderas de doble hoja (2x60 cm). 1 Puerta a pasillo (consigna: dejar completamente abierta todo el día). Día con cierzo (viento del noroeste). Aprox. 20 km/h. Flujo de aire en el aula: se aprecia que entra desde el pasillo y sale por ventanas.
Curso / Aula	1ºC (aula 208)		
Dimensiones aula	8 m largo, 6 m ancho, 2.75 m alto		
Orientación	Fachada orientada a sur		
Nº de ventanas	4		
Dimensiones ventanas	1.50 m alto, 1.20 m ancho		

#	Hora (hh:mm)	CO ₂ (ppm)	Núm. alumnos	Abertura ventanas (cm)	Observaciones y cambios
1	09:00	420	0	4x15	Medida tomada justo antes de la entrada de los alumnos.
2	09:40	703	20	4x15	Alumnos hablando, ligero alboroto. Tras medir, se cierra la puerta del pasillo.
3	09:55	890	20	4x15	Se tenía la puerta de pasillo cerrada. Tras medir, se vuelve a abrir.
4	10:05	635	20	4x15	Alumnos tranquilos haciendo examen. Tras medir, se cierran ventanas a la mitad de abertura.
5	10:30	765	20	4x7.5	Alumnos tranquilos haciendo examen. Tras medir, se abren un poco más las ventanas.
6	10:45	694	20	4x10	Alumnos tranquilos haciendo examen. Se deja abertura fija a 10 cm.
...
8	11:30	691	20	4x10	Alumnos tranquilos en clase. Se comprueba que el nivel de CO ₂ sigue ok.
9	11:50	842	20	4x10	Alumnos tranquilos. La subida de CO ₂ parece venir causada porque en aula de enfrente (1ºB) se ha cerrado la puerta del pasillo. Se pide a profesora que la vuelva a abrir ya que, si se cierra, la ventilación de 1ºC empeora mucho.
10	12:05	695	20	4x10	Alumnos tranquilos. Se comprueba que el nivel de CO ₂ sigue ok.
11	12:35	768	20	4x10	Alumnos bailando y cantando en clase de música. Tras medir y comprobar que se han rebasado las 700 ppm, se abren ventanas a 4x12 cm.
12	13:01	689	20	4x12	Alumnos bailando y cantando en clase de música. Se comprueba que nivel CO ₂ está ok.

(NOMBRE CENTRO) - FICHA DE RECOGIDA DE DATOS: VENTILACIÓN DE PASILLOS

Fecha	10 Noviembre 2020
Nombre pasillo	Pasillo de 1º Primaria
Dimensiones	Aprox. 2.5 m ancho
Orientación	-
Nº de ventanas	No tiene ventanas.
Dimensiones ventanas	



#	Posición de medida	Hora (hh:mm)	CO2 (ppm)	Observaciones y cambios
1	A	08:50	431	Pasillo y aulas vacíos. Puertas de todas las aulas abiertas. Dentro de las aulas, todas las ventanas abiertas 15 cm. Se nota flujo de aire entrando por 1ºA y 1ºB y saliendo por 1ºC y 1ºD.
2	A	09:15	532	Aulas llenas, pasillo se ha vaciado después de la entrada de alumnos de las 9:00. Puertas de todas las aulas abiertas.
3	A	09:55	620	Puerta aula de 1ºC cerrada. Se nota mucha menos corriente en la posición A.
4	A	10:15	537	Puerta aula de 1ºC abierta de nuevo. Vuelve a haber corriente y buena ventilación en posición A.
5	B	10:37	445	Todas las puertas abiertas. En posición B se nota más corriente que en A.
...
8	A	11:45	609	Puerta aula de 1ºB cerrada. Se nota poca corriente.
9	A	11:59	529	Puerta aula de 1ºB abierta de nuevo. Vuelve a haber corriente en posición A.

Anexo 3

Algunas dudas y confusiones habituales

Si está bien ventilado, ¿me puedo quitar la mascarilla?

No. Todas las medidas de protección son necesarias. El límite de 700 ppm está definido para ocupantes con mascarilla. Sin mascarilla: (1) la cantidad de aerosoles emitidos al ambiente aumenta significativamente y (2) estamos menos protegidos. Cuando no se pueda utilizar mascarilla (ej. comedor), será necesario ventilar más (y aplicar un límite de CO₂ más restrictivo).

5 renovaciones/hora, ¿equivale a abrir 5 veces en una hora durante unos minutos?

No. Cinco renovaciones/hora quiere decir que cada hora debe entrar una cantidad de aire limpio equivalente a, al menos, 5 veces el volumen de la habitación. Por ejemplo, para un aula de 100 m³ (40 m² de superficie y 2.5 m de altura), es necesario un caudal de 500 m³/h de aire limpio. Pero la ventilación debe ser continua, puesto que bastan 10 minutos para que el aula alcance niveles de CO₂ muy superiores a los aceptables.

Si uso un purificador, ¿puedo comprobar su funcionamiento con el analizador de CO₂?

No. El purificador filtra los aerosoles, pero no el CO₂. Si el purificador está bien dimensionado (importante asegurarse), incluso no sería necesario vigilar los niveles de CO₂. Pero si el purificador no tiene la capacidad suficiente, debe medirse el CO₂ aunque los límites permitidos pueden ser más altos, puesto que el purificador ya está aportando una parte del aire limpio necesario. Por ejemplo, si el purificador aporta 3 renovaciones/hora, la necesidad de entrada mínima de aire exterior sería de 2 renovaciones/hora, con lo que el CO₂ límite podría ser superior a 700 ppm. Estos casos pueden analizarse, p.ej., [mediante la calculadora que puede encontrarse en este enlace](#).

Cuando el aula está vacía (en recreos o antes/después de clases), ¿es necesario mantener las ventanas de par en par durante mucho tiempo?

No. Basta con ventilar abundantemente hasta que el CO₂ baje hasta unas 450 ppm. Normalmente, con ventanas totalmente abiertas, 20 minutos suelen ser más que suficientes (pero debe verificarse con el medidor de CO₂). Ventilar más no aporta beneficios para la calidad del aire y consume calefacción innecesariamente.

¿Puedo cerrar la puerta si las ventanas están abiertas?

No. Ambas son necesarias. Tenemos experiencias de aulas bien ventiladas en las que, al cerrar la puerta (para la clase de música, por ejemplo), la concentración de CO₂ sube rápidamente, sin haber tocado las ventanas. Si se cierra, debe ser por periodos muy breves: bastan 10 minutos para pasar de aula bien ventilada a concentraciones que superan el límite recomendado.