

# **RECOMENDACIONES PREVENTIVAS DE VENTILACIÓN EN CENTROS EDUCATIVOS PARA REDUCIR LAS PROBABILIDADES DE CONTAGIO DE COVID-19**

**30 de diciembre de 2020**

Las recomendaciones incluidas en el presente documento están en continua revisión en función de la evolución y nueva información que se disponga de la infección por el coronavirus (SARS-COV-2).

## INTRODUCCIÓN

---

Para reducir el riesgo de transmisión de patógenos mediante aerosoles en ambientes interiores resulta efectivo mejorar la ventilación; dado que el incremento del caudal de ventilación reduce la concentración de partículas en el aire por el efecto de dilución, y, por tanto, la probabilidad de riesgos de infección.

## RECOMENDACIONES PREVENTIVAS

---

Se procede a establecer las siguientes recomendaciones, debiendo tenerse en cuenta que los avances en el estado actual de la investigación son cambiantes en relación con las formas de contagio y propagación del virus SARS-CoV-2.

Si las condiciones meteorológicas lo permiten, las actividades en exterior son siempre preferibles al interior.

Si la actividad ha de ser en interior es preferible en aulas con posibilidad de ventilación natural, especialmente ventilación cruzada (ventanas y puertas en lados opuestos).

Si la ventilación natural no es suficiente, generalmente se puede conseguir ventilación suficiente utilizando equipos extractores o impulsores con un caudal de aire adecuado (ventilación forzada).

Cuando todo lo anterior no es posible o no es suficiente, se debe purificar el aire con equipos provistos de filtros HEPA H13 o superior.

Cuando se dispone de sistemas centralizados de ventilación forzada, la tasa de aire exterior se debe incrementar y la recirculación se debe reducir (climatización).

La solución final puede ser una combinación de opciones, se puede combinar ventilación natural y purificación.

**En ningún caso, la ventilación de espacios sustituye el uso de mascarillas, el mantenimiento de la distancia y las medidas de higiene, que siguen siendo de necesaria aplicación.**

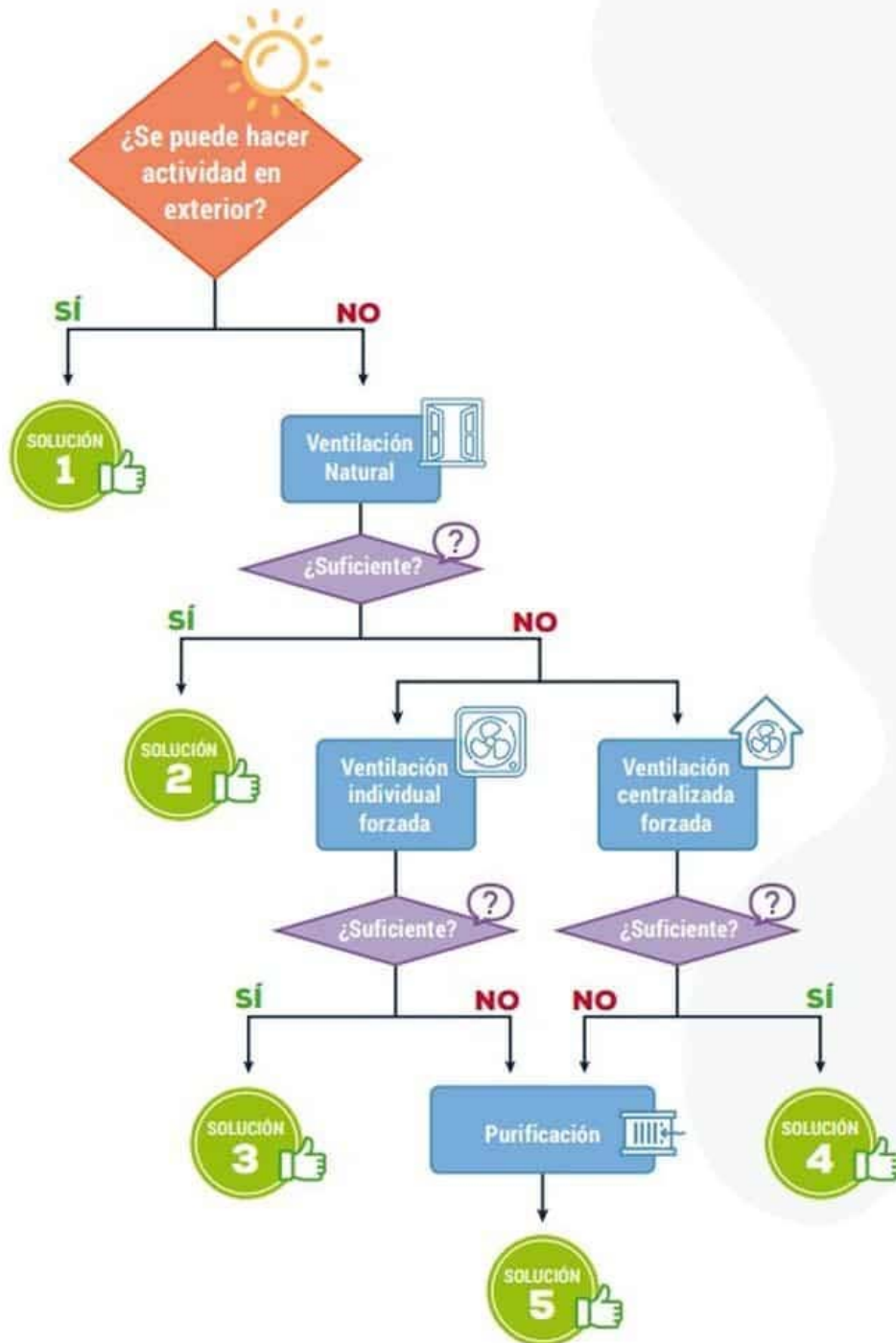


Figura 1.- Diagrama de flujo para búsqueda de soluciones.

## 1. Actividades en el exterior.

Si las circunstancias climatológicas lo permiten, se considera la primera de las soluciones al problema de la ventilación, ya que el exterior el viento diluye la concentración de las partículas emitidas por una persona y las arrastra fuera del entorno. Eso sí, haciendo uso de las mascarillas, las medidas de distancia social e higiene.

## 2. Ventilación natural.

Consiste en aumentar la renovación del aire interior con aire exterior abriendo puertas y ventanas para provocar un flujo de aire. Para que sea más efectiva, se recomienda la ventilación cruzada (abriendo ventanas y puertas en lados opuestos al aula). En caso de resultar insuficiente y para favorecer esta ventilación natural se puede valorar colocar un ventilador junto a una ventana colocado con el flujo hacia el exterior favoreciendo la extracción del aire del interior. Es también recomendable mantener las puertas interiores de las aulas abiertas para fomentar la circulación de aire cuando las ventanas están cerradas. Las puertas de las aulas deben permanecer abiertas tanto como sea posible, así como las ventanas y puertas de los pasillos para facilitar la renovación constante de aire en las aulas.

Es recomendable ventilar al menos 15 minutos al principio y la final de la jornada (mañana o tarde), 5 minutos entre clases y durante todos los descansos, abriendo las ventanas y puertas durante el tiempo que se estime necesario según las características de cada espacio.

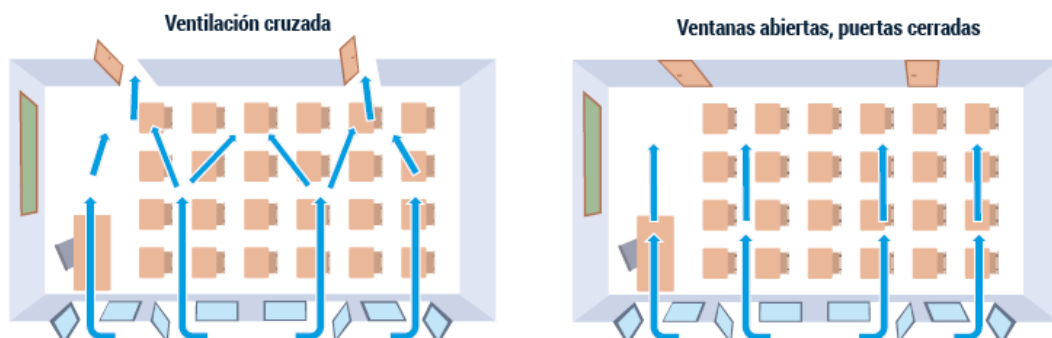


Figura 2.- Ventilación cruzada con puertas y ventanas abiertas y ventilación con ventanas abiertas y puertas cerradas.

### 3. Ventilación individual forzada.

Aplicable cuando la ventilación natural no es suficiente. Se trata de renovar el aire interior con aire exterior mediante impulsión (introduciendo aire del exterior con instrumentación como un ventilador) o tomando aire del aula y sacándolo (por extracción). Para ello, y según el espacio se puede establecer un punto de extracción de aire en una zona común, como por ejemplo un pasillo, que sirva para varias clases. Hay que tener en cuenta el volumen del aula y el caudal necesario. Su configuración o modificación debería llevarse a cabo por personal técnico especializado en ventilación.

Ahora bien, este caso, se considera poco habitual ya que en general las dependencias donde se desarrollan las clases tienen ventanas y puertas practicables, que permitirían la ventilación natural. Únicamente en el caso de que no fuera posible la ventilación natural cruzada (estancias sin ventanas practicables), y de manera excepcional, sería recomendable utilizar un extractor individual o un equipo impulsor con un flujo de aire adecuado.

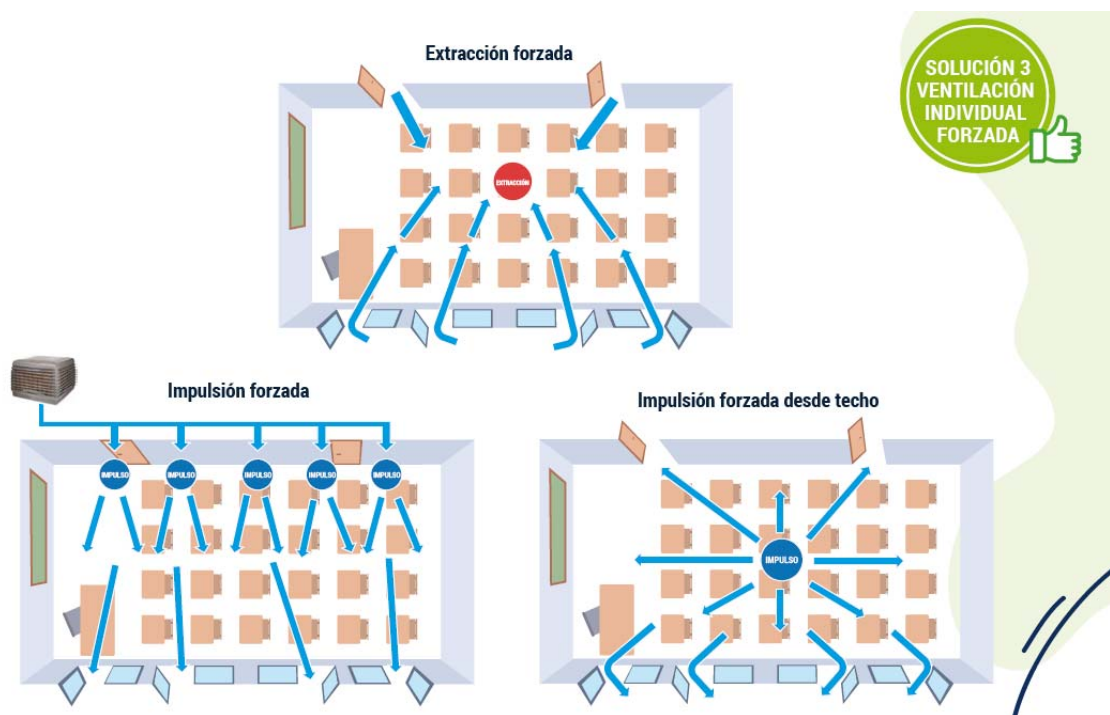


Figura 3.- Ventilación con extracción forzada e impulsión forzada.

#### 4. Ventilación forzada centralizada.

Estos sistemas extraen el aire interior y lo expulsan al exterior mientras introducen aire fresco en el sistema (climatización).

En los edificios dotados de sistemas de ventilación forzada centralizados, debe aumentarse la tasa de aire exterior y debe reducirse la recirculación ya que la recirculación de aire interior está desaconsejada. El aire recirculado se debe filtrar mediante la introducción de un filtro en el sistema. La configuración existente y su modificación deben hacerse por personal técnico especializado.

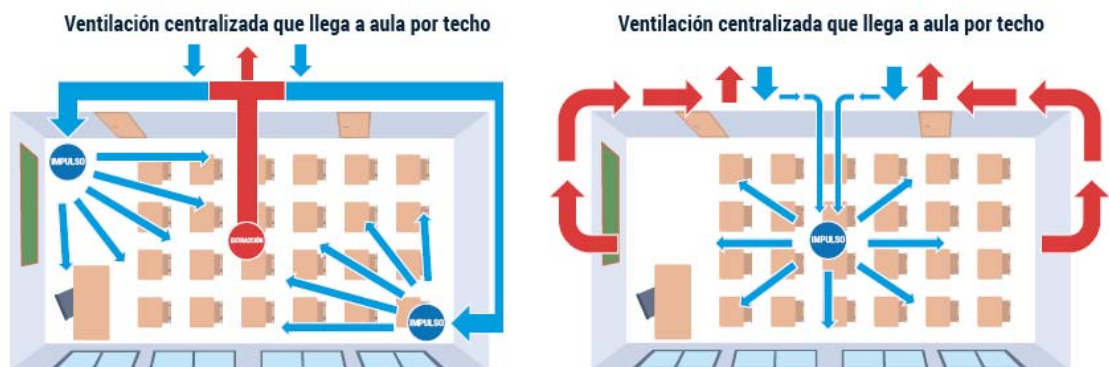


Figura 4.- Ventilación centralizada por techo.

#### 5. Purificación.

Solamente cuando no haya posibilidades de ventilación natural, ni forzada central o individual, o bien ninguna de las anteriores sea suficiente se podrá optar por sistemas de filtrado del aire portátiles o purificadores de aire con filtros para reducir la concentración de bioaerosoles.

El sistema de filtración consiste en hacer pasar el aire 'contaminado' a través de un filtro de alto rendimiento, generalmente filtro HEPA (High Efficiency Particulate Air), que retiene las partículas y proporciona aire 'limpio'.

Para la verificación de su uso deberán seguirse en todo momento las indicaciones e instrucciones establecidas por el fabricante en su manual.

## 6. Consideraciones generales.

Es importante destacar que, la ventilación mecánica, la filtración y purificación del aire deben instalarse y/o mantenerse; siempre bajo la supervisión de personal técnico especializado por parte del fabricante, suministrador y/o instalador.

Cabe destacar que en el momento actual la evidencia científica acerca de la efectividad de cada medida en relación con SARS-COV-2 es aún limitada.

Además de estas recomendaciones, se seguirán las contenidas en los siguientes documentos:

- Recomendaciones de la Dirección General de Salud Pública (Consejería de Salud) sobre sistemas de ventilación en la transmisión del SARS-CoV-2.
- PSL COVID-19, Protocolo de Salud Laboral para la Prevención de contagio por COVID-19 en el ámbito laboral del Personal Docente.
- Plan de actuación para la elaboración de planes de contingencia en los centros educativos del Principado de Asturias. Medidas de Seguridad e Higiene Sanitarias derivadas de la COVID-19 en el ámbito educativo.
- 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-2 del Ministerio de Sanidad.

## ANEXO I

### Valores de CO<sub>2</sub> como Indicador de la calidad del aire interior

Según se ha indicado, una buena ventilación facilita la dilución de los contaminantes presentes en un ambiente interior, reduciendo el riesgo de exposición para las personas presentes y por tanto las probabilidades de infecciones por vía aérea. Determinar con exactitud la calidad de aire interior es difícil. Dada esa dificultad, y a efectos prácticos, se detalla la categorización de la calidad del aire interior en función del nivel de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

La concentración de CO<sub>2</sub> en el aire es un buen indicador de la tasa de renovación de aire en ambientes interiores de edificios donde las personas son la principal fuente de contaminación.

#### **En lo que concierne a los niveles de CO<sub>2</sub>, podemos indicar lo siguiente;**

Es un componente del aire exterior en el que se encuentra habitualmente a niveles entre 420-450 ppm, pudiendo alcanzar en zonas urbanas valores de hasta 550 ppm. Cuando un edificio está ocupado las concentraciones de CO<sub>2</sub> en el interior son elevadas por el CO<sub>2</sub> exhalado por los ocupantes.

En el caso de espacios ocupados, la concentración de CO<sub>2</sub> que indica que se está realizando una correcta ventilación depende del volumen de la sala, el número de ocupantes, su edad y la actividad realizada, *por tanto es difícil establecer un umbral aplicable a todos los espacios.*

El valor límite de exposición profesional (LEP-VLA) del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) para exposiciones diarias de 8 horas es de 5.000 partes por millón (ppm), si bien existen datos y estudios que sugieren que no debe superarse una concentración de 1.000 ppm de CO<sub>2</sub> como valor límite que garantizaría la eficacia de los sistemas de ventilación, y una adecuada renovación del aire interior (Fuentes: *Guía Técnica del Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, relativa a lugares de trabajo, y NTP 549 del INSST: El dióxido de carbono en la evaluación de la calidad del aire interior*).

Por otro lado, según lo establecido por la *NTP 742 del INSST: sobre Ventilación general de edificios*, y teniendo en cuenta la clasificación del aire interior por nivel de CO<sub>2</sub>, se podría establecer un umbral de 800-1000 ppm de concentración de CO<sub>2</sub> que no debería superarse como garantía de una buena ventilación interior (o bien una concentración



interior de CO<sub>2</sub> de 500 ppm sobre el nivel exterior). Esta concentración de CO<sub>2</sub> está muy lejos de ser perjudicial para la salud humana y sólo debe interpretarse como indicador para la necesidad de ventilación. No obstante, niveles de concentración de CO<sub>2</sub> superiores a esos 800-1000 ppm en interiores indicarían la necesidad de adoptar medidas preventivas de ventilación.

Para determinar cuantitativamente la ventilación de un aula se puede seguir el método 1 de "Determinación de la tasa de renovación de aire" de la "Guía para ventilación en aulas del CSIC", que además dispone una sencilla plantilla excel en el enlace siguiente: [https://www.ciencia.gob.es/stfls/MICINN/Ministerio/FICHEROS/Anexo\\_Excel\\_calculos\\_guia\\_ventilacion\\_en\\_aulas\\_CSIC\\_Mesura.xlsx](https://www.ciencia.gob.es/stfls/MICINN/Ministerio/FICHEROS/Anexo_Excel_calculos_guia_ventilacion_en_aulas_CSIC_Mesura.xlsx))

En función de los cambios de aire por hora (ACH); las guías de referencia establecen la siguiente clasificación: 6 ACH: Ideal / 5-6 ACH: Excelente / 4-5 ACH: Bueno / 4-3 ACH: Mínimo / <3 ACH: Bajo. Por lo que, las renovaciones en un aula para cumplir con los objetivos de ventilación establecidos son 3 como mínimo, siendo recomendable 5.

### **Características deseables de los medidores de CO<sub>2</sub>**

- Actualmente existen en el mercado medidores fijos y portátiles de fácil uso que permiten a cualquier usuario un diagnóstico de la calidad del aire en el interior con una sencilla lectura del nivel de CO<sub>2</sub>, permitiendo muchos modelos la medición de otros parámetros adicionales, como la temperatura y la humedad.
- Pantalla que muestra los niveles de CO<sub>2</sub> en tiempo real.

Son recomendables aquellos modelos que facilitan la lectura mediante pantallas tipo TFT o LCD en color, con números grandes y perfectamente visibles. La mayoría de los dispositivos actuales incluyen también alerta sonora de superación de valores.

- Tecnología NDIR (Non Dispersive InfraRed).

La característica infrarrojo no dispersivo (NDIR) del medidor garantiza la fiabilidad y la estabilidad a largo plazo. Esta característica viene indicada por el fabricante en el equipo.

- Resolución temporal de al menos un dato por minuto.

Permiten analizar las concentraciones de dióxido de carbono con exactitud.

- Capacidad de proporcionar los datos sin necesidad de procesar.

En su caso, descargables en formato .txt, xls, .csv o similar.

- Instrucciones del fabricante.

Deberán seguirse siempre las recomendaciones de uso del fabricante y las indicaciones de calibración, si las hay.

- Una buena forma de comprobar el buen funcionamiento es medir la concentración de CO<sub>2</sub> en el exterior, que de ser aproximadamente 420 ppm, aunque en áreas urbanas densas puede fluctuar a lo largo del día debido a las emisiones de las fuentes de combustión.

## ANEXO II

Características deseables de los purificadores de aire:

### 1. Filtro HEPA.

Los equipos de purificación deberán estar equipados con filtros de alta eficiencia HEPA. Los filtros HEPA deberán tener una filtración altamente eficiente del aire, con capacidad de retener aerosoles en porcentajes superiores al 99,95%, según la norma UNE-EN 1822-1:2020. Se recomienda HEPA H13 o superior (>99,95% de eficiencia).

Los filtros HEPA deben reemplazarse de forma periódica según las indicaciones del fabricante.

### 2. Caudal suficiente.

El caudal de los equipos comerciales se expresa como CADR, del inglés Clean Air Delivery Rate, que es el caudal de aire limpio que proporciona. El CADR dividido por el volumen del aula indica los cambios de aire por hora (ACH) conseguidos por el purificador, que deberán ser suficientes para cumplir con los objetivos de ventilación establecidos para un aula (3 como mínimo, siendo recomendable 5).

Para conocer qué renovación de aire proporciona un purificador ( $ACH_{\text{purificación}} = \text{CADR} / \text{Volumen del aula}$ ), debe tenerse en cuenta el CADR del equipo, característica que debe destacar siempre el fabricante. En un aula de 63 m<sup>3</sup> (7m x 9m x 3m = 189 m<sup>3</sup>), para un mínimo de 3 ACH se necesita un CARD de 567 m<sup>3</sup>/h; para un 6 ACH, el CADR que necesitamos es de 1.134 m<sup>3</sup>/h. (Para los cálculos se puede usar esta plantilla excel de la Guía para ventilación en aulas del CSIC en el enlace siguiente: [https://www.ciencia.gob.es/stfls/MICINN/Ministerio/FICHEROS/Anexo\\_Excel\\_calculos\\_guia\\_ventilacion\\_en\\_aulas\\_CSIC\\_Mesura.xlsx](https://www.ciencia.gob.es/stfls/MICINN/Ministerio/FICHEROS/Anexo_Excel_calculos_guia_ventilacion_en_aulas_CSIC_Mesura.xlsx))

A este respecto hay que considerar que se puede utilizar más de un purificador hasta sumar el caudal necesario.

Además, las renovaciones de aire conseguidas por diferentes medios en un mismo espacio son ADITIVAS, es decir, el cambio de aire por hora (ACH) nos vendrá dado por la suma del conjunto de medidas adoptadas (ACH ventilación + ACH purificación).

### **3. Ruido aceptable.**

Cabe recordar que los equipos de trabajo no deben suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores. Asimismo, y en la medida de lo posible, no deben constituir una fuente de incomodidad o molestia.

#### *Fuentes de referencia:*

- *Guía para la ventilación en aulas. IDAEA-CSIC, Octubre 2020.*
- *Evaluación del riesgo de la transmisión de SARS-CoV-2 mediante aerosoles. Medidas de prevención y recomendaciones. Ministerio de Sanidad, Noviembre 2020.*