

quirónprevención

Ventilación COVID-19

Javier Truchado Torrejón - Consultor Higiene Industrial

Índice

1. Aerosoles y SARS-CoV-2.

2. Ventilación de los lugares de trabajo frente a COVID

2.1. Ventilación natural.

2.2. Ventilación artificial. Renovación de aire / caudal.

2.3. Purificación.

3. Determinación de la ventilación en las aulas, oficinas, y similares, mediante la medición de la concentración de CO2 objetivo en estado estable. Herramienta QP.

1. Aerosoles y SARS-CoV-2.



1. Aerosoles y SARS-CoV-2.

Transmisión del SARS-CoV-2

Ministerio de Sanidad:

“El SARS-CoV-2 se propaga principalmente por gotas infecciosas emitidas al

hablar, toser o estornudar directamente sobre una superficie mucosa o

conjuntiva de una persona susceptible, o por contacto directo con

superficies contaminadas por esas gotas”.

Pero aplicando medidas de prevención para estas vías de transmisión e

incluso con un confinamiento estricto..., ¡¡los casos seguían aumentando!!.

Vía inhalatoria / respiratoria.

Aerosoles.

¿Por contacto con fómites?

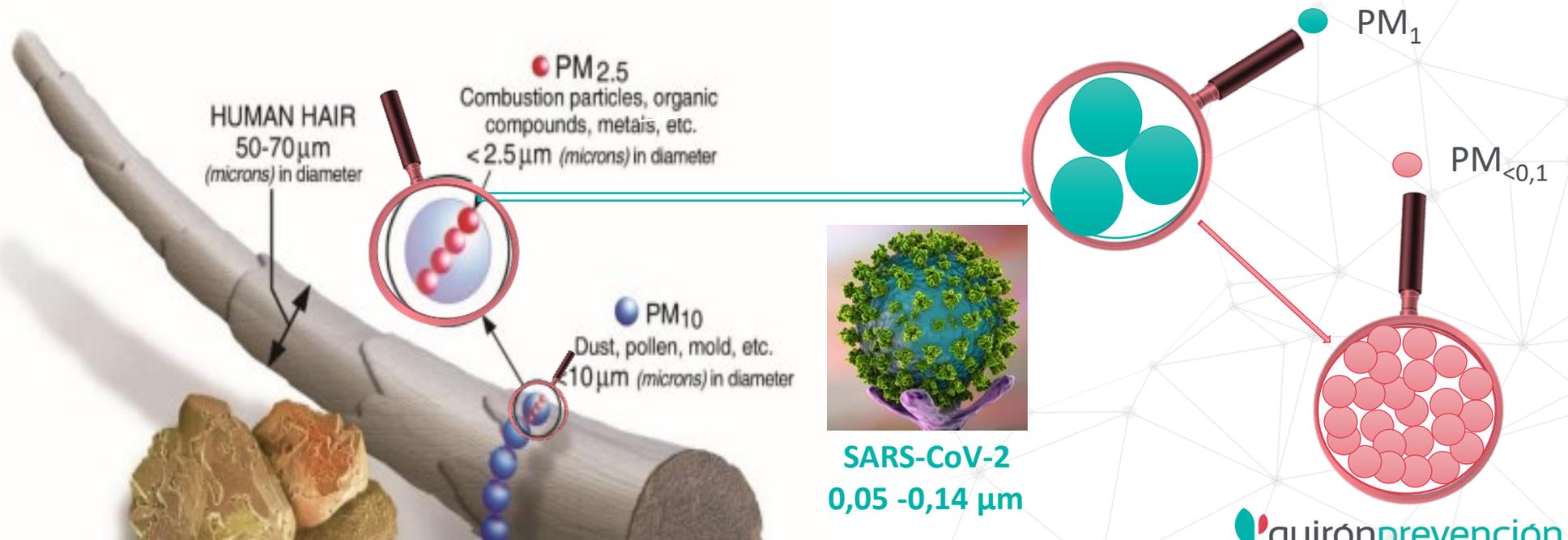
¿Por el aire?

¿Por vía inhalatoria / respiratoria?

1. Aerosoles y SARS-CoV-2.

AEROSOLES

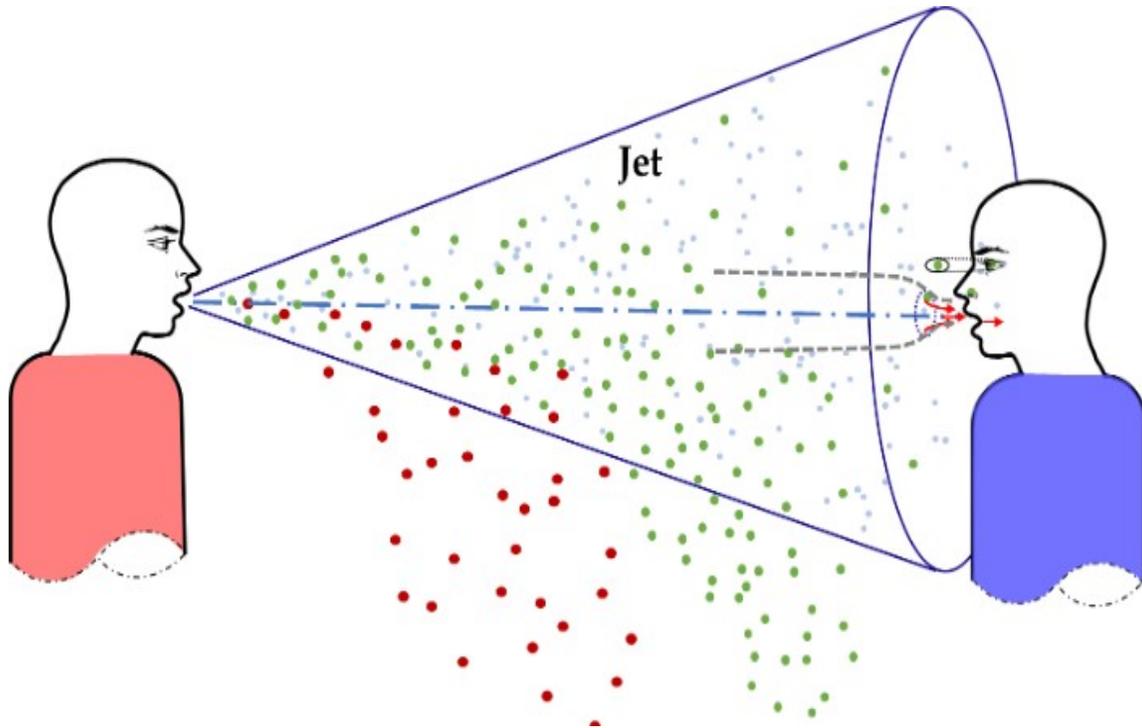
- Partículas sólidas o líquidas que se encuentran “flotando” - suspendidas - en un gas, principalmente aire.
- Polvo - inhalable, torácico, respirable -, niebla, humo.
- Cuando un microorganismo se encuentra de “pasajero” viajando en unas de estas formas de aerosol como medio de transporte, tenemos BIOAEROSOLES. ¿Tamaño de las partículas suspendidas?



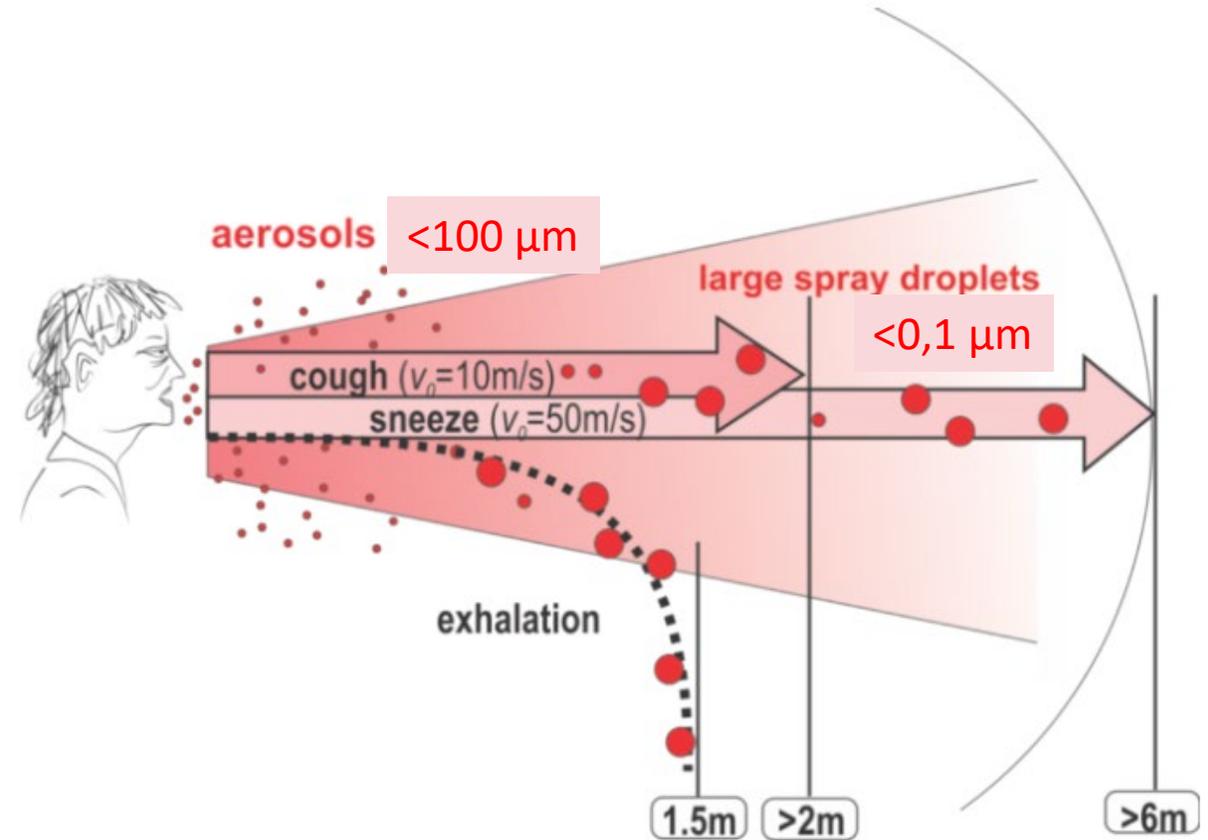
1. Aerosoles y SARS-CoV-2.

AEROSOLES

¿Alcance?



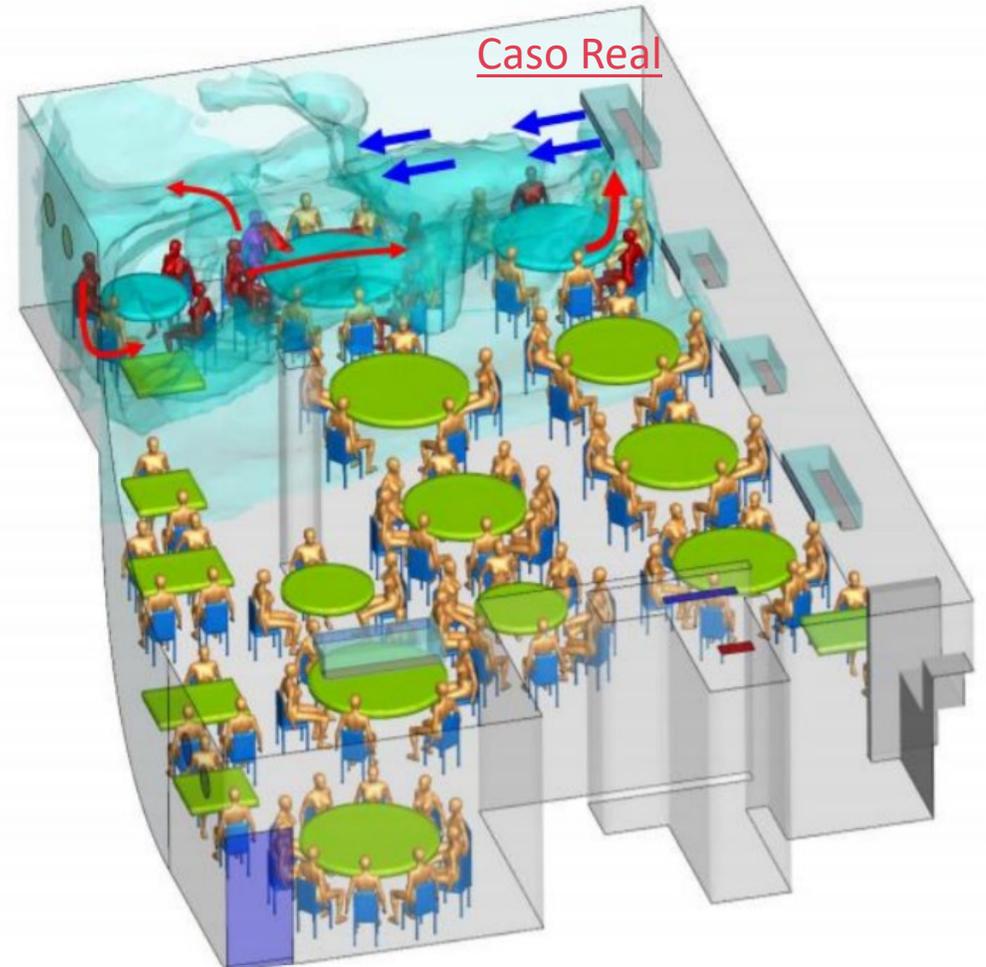
Ministerio de Sanidad. ER de transmisión del SARS-CoV-2 mediante aerosoles



Sui Huang. Covid-19: why we should all wear masks — there is new scientific rationale

Caso de Estudio.

Restaurante en Guangzhou



2. Ventilación de los lugares de trabajo frente a la COVID-19



2. Ventilación de los lugares de trabajo frente a la COVID-19

VENTILACIÓN NATURAL

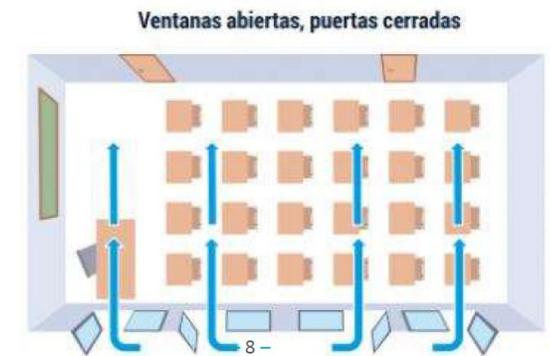
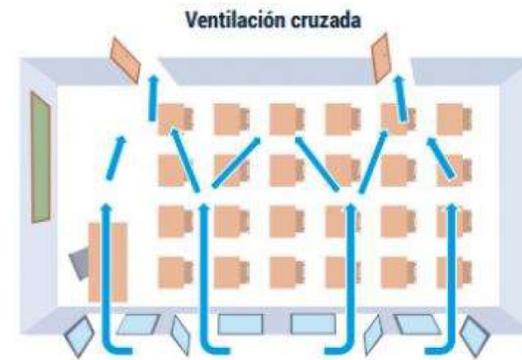
- Entrada y/o salida de aire - forzada o no - directamente en un recinto. Se consigue un aumento de la renovación de aire interior con aire exterior sin utilizar sistema de VV.CC. - ventiladores , conductos, filtros... - es decir, abriendo puertas y ventanas para conseguir la corriente de aire necesaria.
- Las condiciones exteriores influyen en la ventilación natural. Para una misma configuración de ventanas y/o puertas, la ventilación puede variar, especialmente en condiciones de fuertes rachas de viento.
- El aumento en la renovación de aire con ventilación natural, que implica la apertura de puertas y/o ventanas es inversamente proporcional al confort acústico, confort térmico, ahorro energético, y ahorro económico.



2. Ventilación de los lugares de trabajo frente a la COVID-19

VENTILACIÓN NATURAL

- Se puede favorecer la ventilación natural mediante la utilización de un ventilador colocado junto a una ventana, con el flujo hacia el exterior, de manera que aumente la extracción del aire interior.
- La ventilación cruzada, consistente en la apertura de ventanas y puertas en lados opuestos de la habitación, es más efectiva que la apertura en un solo lado y por tanto preferible. En muy pocas ocasiones se alcanza la ventilación suficiente sin ventilación cruzada.

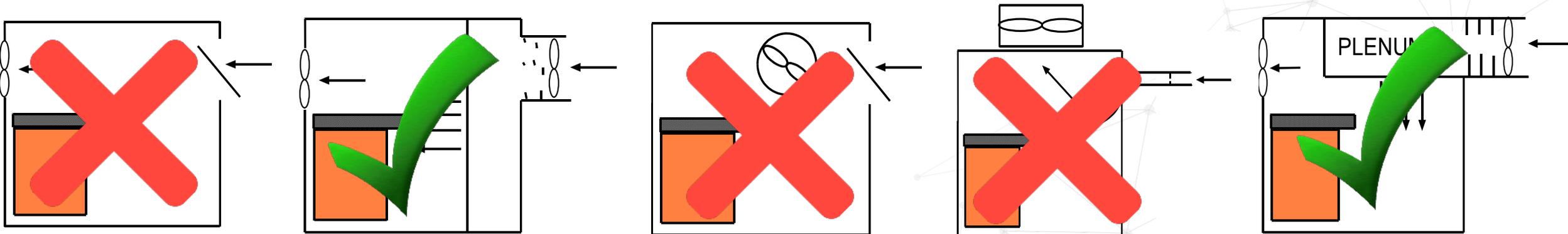


2. Ventilación de los lugares de trabajo frente a la COVID-19

VENTILACIÓN ARTIFICIAL. RENOVACIÓN DE AIRE / CAUDAL

GENERAL NO CENTRALIZADA

- Entrada y salida forzada de aire en un recinto. Cada recinto se considera de forma individual. Se consigue un aumento de la renovación de aire interior con aire exterior utilizando ventiladores encastrados en paredes, techo, ventanas, para extraer de forma controlada el aire del recinto y/o impulsar aire limpio exterior al recinto.
- **Renovación de aire:** reemplazo del aire interior del recinto por aire exterior por unidad de tiempo (h^{-1}).
- **Caudal (de aire):** Volumen de aire impulsado o extraído del recinto por unidad de tiempo (l/s, l/min, m^3/h); en ocasiones también por ocupante del recinto (l/s/persona, l/min/persona, $m^3/h/persona$).



2. Ventilación de los lugares de trabajo frente a la COVID-19

VENTILACIÓN ARTIFICIAL. RENOVACIÓN DE AIRE / CAUDAL

GENERAL CENTRALIZADA

- **Sistemas de ventilación centralizados**, que son comunes para todos los recintos del edificio o la mayoría de ellos - se excluyen recintos singulares (cocinas, aseos,...) -. Mayoritariamente se utilizan también para la climatización del aire de los recintos, siendo conocidos entonces como sistemas de VV.CC.
- Formados por **tomas de impulsión / retorno**, **conductos de impulsión/retorno**, **Unidad de tratamiento de aire - UTA -**, **unidades de potencia - Ventiladores -** que generan los caudales de aire.
- Para optimizar la renovación de aire se debería aumentar la cantidad de aire exterior con respecto a la cantidad de aire recirculado - extraído de los recintos -. El sistema es regulable en la “mezcla” de cantidad de aire exterior “limpio” - pero frío o caliente según la época del año - que se impulsa en los recintos, con la cantidad de aire interior “contaminado” - pero ya climatizado - que se extrae de los recintos.
- El aire recirculado se puede **“purificar”** mediante la introducción de filtros en el sistema - tomas o salidas de aire y/o UTA -. La disposición de filtros de retención mecánica se debe considerar en el diseño del sistema por las pérdida de carga que introducen en el sistema de VV.CC.

2. Ventilación de los lugares de trabajo frente a la COVID-19

PURIFICACIÓN

FILTRACIÓN

- Método más recomendado por las autoridades sanitarias.
- La filtración consiste en hacer pasar el aire a través de un filtro de una categoría determinada, de forma que una cantidad de las partículas de distintos tamaños que constituyen los bioaerosoles queden retenidos en el filtro. Esta medida reduce la cantidad de bioaerosoles suspendidos en el aire, y por tanto, la posibilidad de que entren en contacto con una persona, reduciéndose de esta forma la probabilidad de riesgo de infección.

Clasificación filtros según UNE EN 1822:2020

Grupo de filtro	Clase de filtro	Eficacia, %	Penetración, %
EPA	E10	≥ 85	≤ 15
	E11	≥ 95	≤ 5
	E12	$\geq 99,5$	$\leq 0,5$
HEPA	H13	$\geq 99,95$	$\leq 0,05$
	H14	$\geq 99,995$	$\leq 0,005$
ULPA	U15	$\geq 99,999\ 5$	$\leq 0,000\ 5$
	U17	$\geq 99,999\ 995$	$\leq 0,000\ 005$

2. Ventilación de los lugares de trabajo frente a la COVID-19

PURIFICACIÓN

OTROS MÉTODOS

- El Ministerio de Sanidad indica que, si no es posible garantizar medidas de ventilación y filtración - solas o combinadas - que garanticen el nivel de renovación / caudal de aire necesario para reducir el riesgo de contagio en el recinto, se puede emplear alguna de las tecnologías germicidas complementarias existentes:
 - Radiación UVC.
 - Ionización - fotocatalisis - H_2O_2
 - Ionización bipolar por plasma frío.
 - ...
- Igualmente, el Ministerio de Sanidad indica que “no se ha encontrado evidencia sobre la eficacia y seguridad de la desinfección del SARS-CoV-2 con ozono”. En ningún caso está permitido su uso en presencia de las personas. Un uso inadecuado de estos equipos puede provocar daños para la salud humana. No se recomienda el uso de estos equipos o dispositivos para un uso doméstico.
- Cualquier tecnología de tratamiento de purificación de aire deberá demostrar su eficacia y la inocuidad de su actividad ya que pueden generar subproductos que pueden afectar a la salud.

3. Determinación de la ventilación, mediante la medición de la concentración de CO₂. Herramienta QP.



3. Determinación de la ventilación, mediante la medición de la concentración de CO₂. Herramienta QP.

CONCENTRACIÓN CO₂ OBJETIVO

¿QUÉ VALOR REDUCE EL RIESGO DE CONTAGIO DE LA COVID-19?

- Prestando atención el RITE, en función del IDA considerado - 1,2,3,4 -, el CO₂ de referencia será distinto:

Categoría	ppm(*)
IDA 1	350
IDA 2	500
IDA 3	800
IDA 4	1.200

- Teniendo en cuenta el R.D. 486/1997, el CO₂ a considerar será 1.000 ppm.
- Basándose en la norma UNE-EN 171330-2, el CO₂ a considerar será CO₂ interior - CO₂ exterior < 500 ppm.
- Y si se elije el criterio del informe de Harvard / CSIC / IdaeA / Mesura, el CO₂ a considerar dependerá del volumen del recinto, del caudal objetivo de impulsión y de la tasa de generación de los ocupantes.

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.

3. Determinación de la ventilación, mediante la medición de la concentración de CO₂. Herramienta QP.

INFORME DE HARVARD / CSIC / IDAEA / MESURA

HERRAMIENTA QP BASADA EN DICHO INFORME

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

La purificación del aire consiste en la eliminación de las partículas en suspensión, susceptibles de contener virus. El método más sencillo y eficaz es la filtración.

La renovación de aire se puede denominar por sus siglas en inglés **ACH**, Air Changes per Hour. Si un espacio tiene 1 ACH (1 renovación de aire por hora) significa que en una hora entra en la sala un volumen de aire exterior igual al volumen de la sala, y, debido a la mezcla continua del aire, esto resulta en que el 63% del aire interior ha sido reemplazado por aire exterior. Con 2 renovaciones se reemplaza el 86% y con 3 renovaciones el 95%.

La ventilación necesaria para reducir el riesgo de contagio depende del volumen de la sala, el número y la edad de los ocupantes, la actividad realizada, la incidencia de casos en la región y el riesgo que se quiera asumir. La guía de Harvard recomienda **5-6 renovaciones de aire por hora** para aulas de 100 m², con 25 estudiantes de 5-8 años, y establece esta clasificación:



3. Determinación de la ventilación, mediante la medición de la concentración de CO₂. Herramienta QP.

INFORME DE HARVARD / CSIC / IDAEA / MESURA

HERRAMIENTA QP BASADA EN DICHO INFORME

Otra forma de medir la ventilación son los litros de aire por persona y segundo que entran del exterior. Un valor adecuado para reducir riesgo de contagio es 14 litros por persona y segundo.

La relación entre ambos parámetros es:

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

Estos valores se pueden ajustar según el riesgo que se quiera o se pueda asumir. **El riesgo cero no existe.** Cuanto mejor sea la ventilación, menor es el riesgo de contagio.

Existen métodos para medir la ventilación en un espacio concreto, que se basan en medidas de CO₂. En el aire exterior, las concentraciones de CO₂ son de aproximadamente 420 ppm. En interiores, en espacios ocupados, las concentraciones de CO₂ son elevadas por el CO₂ exhalado por los ocupantes. Dichas concentraciones se pueden utilizar para calcular la renovación de aire en un espacio y condiciones dadas.

3. Determinación de la ventilación, mediante la medición de la concentración de CO₂. Herramienta QP.

INFORME DE HARVARD / CSIC / IDAEA / MESURA

SECUENCIA DE ACTUACIÓN

- Medida del recinto y cálculo de su volumen en metros cúbicos.
- Medición de CO₂ en el exterior - previamente al resto de las mediciones y posteriormente a las mismas, considerando la media -. En caso de que no fuera posible realizar la medición exterior, se tomará el valor de 420 ppm para [CO₂]exterior.
- Medición de CO₂ en condiciones estables del interior. Se ha de realizar con el nº de ocupantes considerado, realizando las tareas habituales que corresponden con la actividad metabólica seleccionada, esperando el tiempo necesario para que se alcance la estabilización de los valores de concentración.
- Calculo del caudal de aire exterior objetivo utilizando la expresión: $Q_{\text{Objetivo}} = \text{ACH} \times V \times 1.000 \text{ l/m}^3 / 60 \text{ min/h}$

3. Determinación de la ventilación, mediante la medición de la concentración de CO₂. Herramienta QP.

TABLE 4 CO₂ generation rates at 273 K and 101 kPa for ranges of ages and level of physical activity (based on mean body mass in each age group)

Age (y)	Mean body mass (kg)	BMR (MJ/day)	CO ₂ generation rate (L/s)						
			Level of physical activity (met)						
			1.0	1.2	1.4	1.6	2.0	3.0	4.0
Males									
<1	8.0	1.86	0.0009	0.0011	0.0013	0.0014	0.0018	0.0027	0.0036
1 to <3	12.8	3.05	0.0015	0.0018	0.0021	0.0024	0.0030	0.0044	0.0059
3 to <6	18.8	3.90	0.0019	0.0023	0.0026	0.0030	0.0038	0.0057	0.0075
6 to <11	31.9	5.14	0.0025	0.0030	0.0035	0.0040	0.0050	0.0075	0.0100
11 to <16	57.6	7.02	0.0034	0.0041	0.0048	0.0054	0.0068	0.0102	0.0136
16 to <21	77.3	7.77	0.0037	0.0045	0.0053	0.0060	0.0075	0.0113	0.0150
21 to <30	84.9	8.24	0.0039	0.0048	0.0056	0.0064	0.0080	0.0120	0.0160
30 to <40	87.0	7.83	0.0037	0.0046	0.0053	0.0061	0.0076	0.0114	0.0152
40 to <50	90.5	8.00	0.0038	0.0046	0.0054	0.0062	0.0077	0.0116	0.0155
50 to <60	89.5	7.95	0.0038	0.0046	0.0054	0.0062	0.0077	0.0116	0.0154
60 to <70	89.5	6.84	0.0033	0.0040	0.0046	0.0053	0.0066	0.0099	0.0133
70 to <80	83.9	6.57	0.0031	0.0038	0.0045	0.0051	0.0064	0.0095	0.0127
≥80	76.1	6.19	0.0030	0.0036	0.0042	0.0048	0.0060	0.0090	0.0120
Females									
<1	7.7	1.75	0.0008	0.0010	0.0012	0.0014	0.0017	0.0025	0.0034
1 to <3	12.3	2.88	0.0014	0.0017	0.0020	0.0022	0.0028	0.0042	0.0056
3 to <6	18.3	3.59	0.0017	0.0021	0.0024	0.0028	0.0035	0.0052	0.0070
6 to <11	31.7	4.73	0.0023	0.0027	0.0032	0.0037	0.0046	0.0069	0.0092
11 to <16	55.9	6.03	0.0029	0.0035	0.0041	0.0047	0.0058	0.0088	0.0117
16 to <21	65.9	6.12	0.0029	0.0036	0.0042	0.0047	0.0059	0.0089	0.0119
21 to <30	71.9	6.49	0.0031	0.0038	0.0044	0.0050	0.0063	0.0094	0.0126
30 to <40	74.8	6.08	0.0029	0.0035	0.0041	0.0047	0.0059	0.0088	0.0118
40 to <50	77.1	6.16	0.0029	0.0036	0.0042	0.0048	0.0060	0.0090	0.0119
50 to <60	77.5	6.17	0.0030	0.0036	0.0042	0.0048	0.0060	0.0090	0.0120
60 to <70	76.8	5.67	0.0027	0.0033	0.0038	0.0044	0.0055	0.0082	0.0110
70 to <80	70.8	5.45	0.0026	0.0032	0.0037	0.0042	0.0053	0.0079	0.0106
≥80	64.1	5.19	0.0025	0.0030	0.0035	0.0040	0.0050	0.0075	0.0101

TABLE 3 Values of physical activity levels (M) from compendium ⁴¹

Activity	M (met)	Range
Calisthenics—light effort	2.8	
Calisthenics—moderate effort	3.8	
Calisthenics—vigorous effort	8.0	
Child care		2.0 to 3.0
Cleaning, sweeping—moderate effort	3.8	
Custodial work—light	2.3	
Dancing—aerobic, general	7.3	
Dancing—general	7.8	
Health club exercise classes—general	5.0	
Kitchen activity—moderate effort	3.3	
Lying or sitting quietly		1.0 to 1.3
Sitting reading, writing, typing	1.3	
Sitting at sporting event as spectator	1.5	
Sitting tasks, light effort (e.g., office work)	1.5	
Sitting quietly in religious service	1.3	
Sleeping	0.95	
Standing quietly	1.3	
Standing tasks, light effort (e.g., store clerk, filing)	3.0	
Walking, less than 2 mph, level surface, very slow	2.0	
Walking, 2.8 mph to 3.2 mph, level surface, moderate pace	3.5	

Persily and de Jonge, 2017.
Indoor Air

3. Determinación de la ventilación, mediante la medición de la concentración de CO₂. Herramienta QP.

INFORME DE HARVARD / CSIC / IDAEA / MESURA

SECUENCIA DE ACTUACIÓN

- Estimación de la concentración de CO₂ en estado estable usando la expresión:

$$C_{\text{estado estable}} = \text{CO}_2 + (Q_{\text{objetivo}} \times [\text{CO}_2]_{\text{exterior}} \times 10^{-6}) / Q_{\text{objetivo}} \times 10^{-6}$$



- Comparación de la concentración de CO₂ en estado estable estimada, con la medición de CO₂ en condiciones estables del interior.

- Sí** $C_{\text{estado estable}} > [\text{CO}_2]_{\text{interior}}$; ventilación suficiente para reducir el riesgo de contagio.

- Sí** $C_{\text{estado estable}} < [\text{CO}_2]_{\text{interior}}$; ventilación insuficiente para reducir el riesgo de contagio.



 quirónprevención
¡Muchas gracias!