



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO
Y ECONOMÍA SOCIAL



LA VENTILACIÓN COMO MEDIDA PREVENTIVA

FRENTE AL CORONAVIRUS SARS-CoV-2

Control de revisiones		
Nº revisión	Fecha	Modificación
1	26/1/2021	Versión inicial

Autor: Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST)

Elaborado por: Departamento de Higiene del Centro Nacional de Nuevas Tecnologías.

ÍNDICE

ÍNDICE.....	1
INTRODUCCIÓN	2
¿QUÉ ES UN AEROSOL?	3
¿QUÉ ES UN BIOAEROSOL?.....	3
TRANSMISIÓN DEL SARS-CoV-2	3
IMPORTANCIA DE LA VENTILACIÓN COMO MEDIDA PREVENTIVA	6
LA FILTRACIÓN DEL AIRE	7
FUENTES DE INFORMACIÓN	10
REFERENCIAS	16

INTRODUCCIÓN

La infección por el coronavirus SARS-CoV-2, desconocido hasta el brote que estalló en Wuhan (China) en diciembre de 2019, se ha convertido en una pandemia con un gran impacto sanitario, social y económico en la mayoría de los países del mundo.

Desde entonces, se han publicado numerosos estudios y artículos acerca del comportamiento del SARS-CoV-2, su viabilidad, supervivencia, propagación y transmisión. En este sentido, una de las últimas conclusiones arrojadas por las investigaciones y que ha sido aceptada recientemente por el Ministerio de Sanidad, es la transmisión de este coronavirus a través de los aerosoles.

Considerando esta vía de transmisión, la ventilación juega un papel clave como medida preventiva frente a la propagación del virus en ambientes interiores, contribuyendo a la reducción de los contagios, y así lo ha puesto de manifiesto la Organización Mundial de la Salud (OMS) [1].

Tal es su importancia, que la necesidad de adoptar medidas preventivas ligadas a la ventilación en los centros de trabajo se establece mediante el Real Decreto-Ley 21/2020, de 9 de junio, de medidas urgentes de prevención, contención y coordinación para hacer frente a la crisis sanitaria ocasionada por el COVID-19.

Esta normativa, en su artículo 7, recoge un conjunto de medidas de prevención e higiene a adoptar en los centros de trabajo, sin perjuicio del cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales y del resto de la normativa laboral que resulte de aplicación. En concreto, establece la necesidad de *“adoptar medidas de ventilación, limpieza y desinfección adecuadas a las características e intensidad de uso de los centros de trabajo, con arreglo a los protocolos que se establezcan en cada caso”*.

Con fecha 18 de noviembre de 2020, el Ministerio de Sanidad ha publicado un documento técnico al respecto: *“Evaluación del riesgo de la transmisión de SARS-CoV-2 mediante aerosoles. Medidas de prevención y recomendaciones.”*

A la vista de lo anteriormente expuesto y atendiendo a las nuevas informaciones que surgen en relación con esta vía de transmisión, este documento recoge los conceptos básicos de ventilación como medida preventiva frente a la transmisión del SARS-CoV-2 por aerosoles en los centros de trabajo, así como las fuentes de información que pueden resultar útiles, de acuerdo con los criterios de las autoridades competentes.

¿QUÉ ES UN AEROSOL?

Un aerosol es una suspensión de partículas sólidas o líquidas en un medio gaseoso, generalmente el aire, con un rango de tamaño desde nanómetros a varios micrómetros, que, debido a su pequeño tamaño y bajo peso, pueden mantenerse en suspensión en ese aire durante un periodo de tiempo variable, que va desde segundos las más grandes hasta horas las más pequeñas y dispersarse a una gran distancia. Estas partículas pueden ser inhaladas, pueden impactar o depositarse en las mucosas o pueden penetrar a través de la piel y causar efectos adversos para la salud de los trabajadores.

¿QUÉ ES UN BIOAEROSOL?

Un bioaerosol es un aerosol cuyas partículas tienen su origen en fuentes biológicas (vivas o muertas): virus, protozoos, bacterias, hongos, algas, plantas, animales y fragmentos o productos derivados de los mismos, como: endotoxinas, micotoxinas, polen, excrementos, descamaciones de la piel y restos de pelo de animales, etc.

Los bioaerosoles en entornos laborales proceden de:

- El aire exterior que entran directamente a través de puertas y ventanas o a través de los sistemas de ventilación y climatización, como esporas, fragmentos fúngicos, polen o bacterias ambientales.
- Los materiales de construcción y del mobiliario del propio edificio, favorecidos por condiciones ambientales de alta humedad (presencia de fugas o condensación de agua), temperatura y acúmulo de suciedad o material orgánico (revestimientos celulósicos, moquetas, madera, acúmulo de residuos) que permiten el crecimiento de hongos, bacterias, ácaros, etc.
- La presencia y actividad humana, que genera y expulsa gotitas al toser, estornudar o hablar, siendo esta la principal fuente de infección de SARS-CoV-2 [2, 8].

La existencia de bioaerosoles, tanto en entornos laborales como residenciales, provoca un gran impacto en la salud humana: alergias, hipersensibilidad, toxicidad, irritación y enfermedades infecciosas.

En el caso de los bioaerosoles, además del tamaño de la partícula, debemos tener en cuenta, entre otros, factores ambientales que van a determinar la viabilidad y capacidad infecciosa de las partículas biológicas, del virus SARS-CoV-2, esto es, su capacidad para soportar el estrés ambiental, sobrevivir y mantener la capacidad de activarse nuevamente para crecer o infectar, como son la humedad relativa, la temperatura y la radiación ultravioleta. Además, el tamaño final del bioaerosol dependerá del tiempo que pasa en suspensión en el aire [10, 11].

TRANSMISIÓN DEL SARS-CoV-2

Actualmente, la OMS sostiene que la transmisión de este virus se produce principalmente por contacto directo con personas infectadas que, al hablar, toser o estornudar, expulsan gotitas

respiratorias o saliva, que caen al suelo en un breve periodo de tiempo. Estas gotículas pueden caer y depositarse sobre objetos a partir de los cuales puede darse el contagio posteriormente si se tocan y a continuación se tocan la nariz, la boca o los ojos o pueden impactar sobre las mucosas o la piel. También pueden ser inhaladas por otras personas que se encuentran cerca.

Si bien los datos disponibles indican este contacto cercano como la vía principal de transmisión del virus, existe también cierta evidencia de transmisión por aerosoles, es decir, aquellas partículas que pueden permanecer en el aire durante más tiempo: bajo determinadas condiciones, se produce infección de personas a más de dos metros de distancia. Estas transmisiones ocurren normalmente en espacios cerrados y con una ventilación inadecuada, donde las personas permanecen por un periodo de tiempo largo, desde 30 minutos a varias horas [3, 9].

Por tanto, el riesgo de exposición de los trabajadores a los aerosoles presentes en su lugar de trabajo vendrá condicionado por el tamaño de los mismos, pues en gran medida, es el diámetro aerodinámico de la partícula lo que determinará el tiempo que los aerosoles pueden mantenerse en suspensión pudiendo darse exposiciones a corta o a larga distancia (más allá de los 2 metros desde la fuente de generación del aerosol).

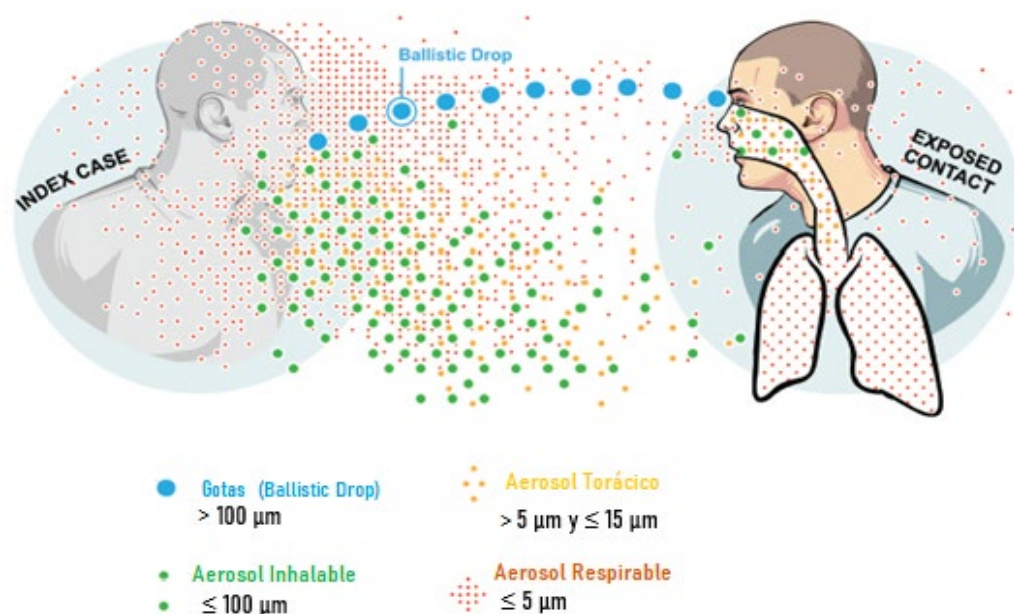


Figura 1. Emisión partículas y aerosoles desde el emisor (index case) al receptor (exposed contact) a una distancia inferior a dos metros. Fuente: Adaptado de Milton [14].

Según se observa en la figura 1, se emiten partículas de diferentes tamaños, siendo la mayoría de ellas aerosoles. Las de tamaños superiores a 100 μm , denominadas gotas, pueden impactar en los ojos, nariz y boca mientras que los aerosoles, con tamaños iguales o inferiores a 100 μm , pueden alcanzar diferentes partes de las vías respiratorias, de tal forma que, según su tamaño, se podrían distinguir tres fracciones en el aerosol:

- la inhalable: compuesta por los aerosoles más grandes (de hasta 100 µm) que alcanza las vías respiratorias altas,
- la torácica: compuesta por aerosoles de tamaño intermedio, mayores de 5 µm y hasta 15 µm, que pueden alcanzar la tráquea y los bronquios principales, y
- la respirable: compuesta por los aerosoles más pequeños, con un tamaño inferior o igual a 5 µm, capaces de penetrar hasta los alveolos pulmonares.

Las gotas no son capaces de recorrer más de dos metros, ya que, debido a su tamaño y por efecto de la gravedad, caen al suelo a los pocos segundos de su emisión. Sin embargo, cuando se aumenta la distancia más allá de los 2 metros es posible la presencia de aerosoles, puesto que su menor tamaño les permite realizar desplazamientos mayores y mantenerse en suspensión durante más tiempo. No obstante, las gotas podrían reducir su tamaño (hasta alcanzar el de aerosoles) en función de las condiciones termohigrométricas del ambiente, de humedad y temperatura, al evaporarse el agua que contienen, por lo que debe tenerse en cuenta a la hora de valorar los riesgos de exposición y seleccionar medidas preventivas.

A continuación, se recoge en la tabla 1 un resumen de los dos mecanismos de transmisión por gota y por aerosoles, enfocado al riesgo de transmisión del SARS-CoV-2:

	MECANISMO DE TRANSMISIÓN	
	Transmisión por gota	Transmisión por aerosoles
	Contacto de las partículas infecciosas con las mucosas (ojos, nariz, boca).	Inhalación de las partículas infecciosas suspendidas en el aire.
Tamaño de partícula	> 100µm	≤ 100µm
Distancia de transmisión o riesgo	De 0 a 2 metros de la fuente de emisión.	De 0 a varios metros de la fuente de emisión.
Nivel de riesgo	Alto en aquellas situaciones laborales en las que se puede producir un contacto estrecho con un caso sospechoso o confirmado de infección por SARS-CoV-2. (Ver definición de caso sospechoso y caso confirmado aquí).	En función de la ocupación o número de personas, la actividad realizada, el tiempo de permanencia o contacto, la distancia interpersonal, la ventilación de la estancia y el uso de mascarilla (Consultar los diferentes escenarios aquí).

Tabla 1. Comparativo entre dos de las vías de transmisión del SARS-CoV-2.

IMPORTANCIA DE LA VENTILACIÓN COMO MEDIDA PREVENTIVA

La ventilación es el proceso de renovación de aire de un local, es decir, consiste en proporcionar aire limpio exterior a un edificio o una habitación.

El aporte de aire exterior es esencial para sanear el aire que se respira en un local y diluir los contaminantes que se originan.

El Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) clasifica la calidad del aire interior, definido como aire en el recinto o zona tratada, en cuatro categorías (IDA, Indoor Air), en función del uso de los edificios, proponiendo en cada caso un caudal de aire exterior por persona (ver tabla 2).

Categoría	Calidad del aire interior en función del uso de los edificios	Caudal de aire exterior (l/s por persona)
IDA 1	Aire de óptima calidad: hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.	20
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.	12,5
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.	8
IDA 4	Aire de calidad baja.	5

Tabla 2. Caudales de aire exterior, en l/s por persona.

El RITE recomienda un caudal de aire exterior de 12,5 l/s por persona para un IDA 2 (calidad del aire interior), que refleja un aire de buena calidad.

Para que la ventilación sea eficaz, es necesario que la cantidad de aire limpio aportado sea adecuada y que ese flujo se distribuya de manera eficiente por todo el local, de manera que los contaminantes generados en las distintas partes del recinto se evacúen eficazmente.

Una medida utilizada como indicador de la calidad del aire interior es emplear el nivel de la concentración de CO₂, ya que éste es un buen indicador de las emisiones de bioefluentes humanos. El RITE establece unos valores de concentración de CO₂ (en partes por millón o ppm)

por encima de la concentración en el aire exterior, para cada categoría de calidad del aire interior (ver Tabla 3).

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

Tabla 3. Concentración de CO₂(en ppm) en los locales

Una concentración de CO₂ superior a 800-1000 ppm podría ser un indicador de una ventilación deficiente del local [15].

La ventilación puede conseguirse por medios naturales, por medios mecánicos o mixtos.

La ventilación natural es aquella que se consigue por medios no mecánicos (normalmente abriendo puertas y ventanas), aprovechando las diferencias de presión que genera un gradiente, bien por temperatura, bien por acción del viento. Puede lograr ser eficaz a un bajo coste; no obstante, depende de las condiciones meteorológicas del exterior, del diseño del edificio y de la ocupación y las actividades realizadas por las personas. La mayor eficacia se consigue con una ventilación natural cruzada, esto es, con la apertura de dos aberturas en paredes opuestas.

La ventilación mecánica, por el contrario, controla las entradas y las salidas de aire, por lo que no se ve tan influenciada por la meteorología exterior y permite controlar el caudal introducido, aunque su instalación y mantenimiento sean más costosos. Incluso en el caso de que exista ventilación mecánica, se recomienda realizar regularmente una ventilación natural, como ya hemos indicado, abriendo puertas y ventanas, y conseguir una buena ventilación combinada, aunque esto implique una pérdida de eficiencia energética [4, 12, 16].

No se recomienda la recirculación de aire en los locales, puesto que esto no reducirá la concentración de bioaerosoles que podrían contener el virus y no se garantizará su dilución [16].

LA FILTRACIÓN DEL AIRE

En aquellos locales donde la ventilación natural no es suficiente, las condiciones meteorológicas lo impidan o los sistemas existentes no puedan garantizar la renovación adecuada del aire interior, se debe optar por un tratamiento del aire que tenga como objetivo la eliminación o reducción de la concentración de las partículas presentes en el ambiente interior susceptibles de contener el virus.

En principio, no se recomiendan los sistemas de purificación que realizan sobre el aire un tratamiento fisicoquímico (ionización, fotocatalisis, ozono, etc.), dado que pueden empeorar la calidad del aire al generar compuestos orgánicos volátiles que pueden llegar a ser tóxicos [13].

Si se utilizasen, hay que tener en cuenta las recomendaciones de uso adecuado de los mismos (no utilizar en presencia de personas, evaluar adecuadamente los riesgos, etc.).

El sistema más eficaz para reducir las partículas presentes en el aire que puedan contener el virus es la filtración. Este proceso consiste en hacer pasar el aire susceptible de estar contaminado por un filtro, que retendrá las partículas contaminantes devolviendo el aire purificado, libre de esas posibles partículas con virus. El filtro únicamente retendrá las partículas líquidas o sólidas en suspensión, y no los gases, por lo que no afectará al nivel de CO₂ presente.

En los sistemas de filtración centralizados en las unidades de tratamiento de aire, el RITE establece la categoría de filtro con que deben contar, en función de la calidad de aire exterior y la calidad de aire interior requerida. En el contexto en que nos encontramos y en relación con el SARS-CoV-2, cuando se produzca la recirculación de aire, se recomienda aumentar el nivel de filtrado todo lo que sea posible, siempre que el caudal mínimo cumpla los 12,5 l/s por persona que marca el RITE.

En aquellos lugares donde se necesite mejorar la calidad del aire, algunas guías recomiendan la utilización de equipos de filtración autónomos. En estos casos, se recomienda la utilización de filtros de aire de alta eficacia, como, por ejemplo, los filtros HEPA.

Existen diferentes tipos de filtros, que se clasifican por grupo y clases en función de su capacidad de penetración y eficacia de filtración. La capacidad de penetración se define como el porcentaje de partículas capaces de penetrar y se establece a partir del tamaño de partícula más penetrante (Most Penetrating Particle Size, MPPS), es decir, las partículas más difíciles de retener. La eficacia filtrante se define como el porcentaje de partículas que se pueden retener.

En función de estas características de eficacia y penetración, los filtros de alta eficacia se clasifican en tres grupos, descritos en la Norma UNE-EN 1822-1:2020: filtros EPA (Efficiency Particulate Air), HEPA (High Efficiency Particulate Air) y ULPA (Ultra Low Penetration Air). (Ver Tabla 4) [5].

Clase de filtro	Eficacia (%)	Penetración (%)
E10	≥ 85	≤ 15
E11	≥ 95	≤ 5
E12	≥ 99,5	≤ 0,5
H13	≥ 99,95	≤ 0,05
H14	≥ 99,995	≤ 0,005
U15	≥ 99,9995	≤ 0,0005
U16	≥ 99,99995	≤ 0,00005
U17	≥ 99,999995	≤ 0,000005

Tabla 4. Clasificación de los filtros de alta eficacia según norma UNE-EN 1822-1:2020.

Dentro de este grupo de filtros HEPA, se pueden distinguir dos clases: H13 y H14. Estos filtros garantizan una eficacia de filtración superior o igual al 99,95% y 99,995%, respectivamente, según el mencionado parámetro MPPS, reteniendo aquellas partículas con tamaños superiores a $0,3 \mu\text{m}$ [5, 6, 7].

Es necesario que estos equipos de filtración cuenten con filtros certificados por la norma UNE-EN 1822-1:2020 y que se cambien con la regularidad suficiente. Presentan, sin embargo, numerosas desventajas: elevado coste, emisión de ruido, necesidad de colocarlos en el centro de la habitación y lejos de obstáculos (manteniendo libres las entradas y salidas de aire), y en ningún caso sustituirá por completo un sistema de ventilación. Se trata de una medida de apoyo que, mal implementada, no será efectiva.

Finalmente hay que tener en cuenta que cualquier sistema de ventilación mecánica y de filtración, para ser eficaz y no generar riesgos, debe ser instalado y mantenido de forma adecuada (limpieza de conductos y filtros o recambio periódico de los mismos en condiciones de seguridad).

En general, los espacios al aire libre y los espacios interiores adecuadamente ventilados reducen el riesgo de exposición a las partículas respiratorias infecciosas [9].

No obstante, a pesar de la importancia de la ventilación y la filtración para contribuir a disminuir la transmisión del virus, es necesario señalar que estas medidas no son eficaces si la fuente de infección, es decir la persona infecciosa, está demasiado cerca, por lo que la adecuada ventilación no sustituye o exime del cumplimiento de las otras medidas de prevención ya conocidas:

- ✓ Utilizar mascarilla.
- ✓ Minimizar el contacto entre personas, manteniendo una distancia de seguridad de, al menos, 1,5 metros.
- ✓ Higiene de manos adecuada: lavarse periódicamente las manos con agua y jabón o en su ausencia, con gel hidroalcohólico.
- ✓ Evitar el uso compartido de objetos, herramientas o equipos.
- ✓ Evitar o reducir el tiempo de estancia en los espacios cerrados, congestionados o que entrañen riesgo de contactos cercanos.
- ✓ Limpiar y desinfectar habitualmente las superficies, los equipos y las herramientas de uso frecuente.

Ninguna de las medidas por sí solas es capaz de prevenir la propagación del virus, pero cada una de ellas supone una nueva capa o barrera de contención que mejorarán la protección ante él.

FUENTES DE INFORMACIÓN

A continuación, se recoge un listado no exhaustivo de fuentes de información que pueden resultar útiles para ampliar la información sobre diversos aspectos tratados en este documento.

FUENTES DE INFORMACIÓN	RESUMEN DEL DOCUMENTO
INFORMACIÓN SOBRE AEROSOLES	
Centers for Diseases Control and Prevention (CDC) – The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) Workplace Safety & Health Topics. Aerosols .	Proporciona enlaces a diversa información sobre la medición, el control, la caracterización de la exposición y los efectos sobre la salud asociados a los aerosoles en el lugar de trabajo.
NIOSH - CDC Generation and Behavior of Airborne Particles (Aerosols) . Paul Baron. Division of Applied Technology.	Resumen acerca del rango de las partículas, su comportamiento, generación y medición.
The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) Manual of Analytical Methods (NMAM), 5th Edition. Sampling and characterization of bioaerosols .	Manual acerca del muestreo y caracterización de los aerosoles.

INFORMACIÓN ACERCA DE LA TRANSMISIÓN DEL SARS-CoV-2	
Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua (IDAEA), CSIC Informe v3, 15 abril 2020. Emisión y exposición a SARS-CoV-2 y opciones de filtración .	Recoge información disponible sobre la transmisión del virus SARS-CoV-2, su posible transmisión por el aire y las opciones de filtración en relación con las mascarillas.
Centers for Disease Control and Prevention (CDC) How Covid-19 Spreads .	Describe los distintos modos de transmisión del SARS-CoV-2.
Centers for Disease Control and Prevention (CDC) 2007 Guideline for Isolation Precautions: Preventing Transmission of Infectious Agents in Healthcare Settings . July 2019.	Guía que ofrece directrices acerca de las precauciones necesarias que se deben tomar en entornos sanitarios en relación con la prevención de la transmisión de agentes infecciosos.

INFORMACIÓN ACERCA DE LA TRANSMISIÓN DEL SARS-CoV-2	
<p>European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC) Transmission of COVID-19.</p>	<p>Recoge información acerca de la transmisión del COVID-19, el papel de los individuos asintomáticos y preasintomáticos, la transmisión en niños, el riesgo en diferentes escenarios, entornos escolares y entornos laborales.</p>
<p>World Health Organization (WHO) Transmission of SARS-CoV-2: implications for infection prevention precautions. Scientific brief. (9 July 2020).</p>	<p>Proporciona una descripción general de los modos de transmisión del SARS-CoV-2, lo que se sabe sobre cuándo las personas infectadas transmiten el virus y las implicaciones para la prevención de infecciones y las precauciones dentro y fuera de los establecimientos sanitarios.</p>
<p>World Health Organization (WHO) Coronavirus Disease (COVID-19): How is it transmitted? How does COVID-19 spread between people? (20 October 2020)</p>	<p>Recoge, además de los modos de transmisión ya reconocidos, la posibilidad de que la transmisión por aerosoles pueda ocurrir en ambientes específicos, particularmente en interiores mal ventilados y abarrotados de gente, donde una o varias personas infectadas pasen largos periodos de tiempo junto a otros, como por ejemplo restaurantes, coros, gimnasios, locales de ocio nocturno, oficinas y/o lugares de trabajo.</p>
<p>Ministerio de Sanidad Preguntas y respuestas sobre el nuevo coronavirus (COVID-19). (11 de agosto de 2020).</p>	<p>Responde brevemente entre otras cuestiones a qué es el coronavirus SARS-CoV-2 y cómo se transmite.</p>
<p>Ministerio de Sanidad Enfermedad por coronavirus, COVID-19. Información científica-técnica. (Actualización, 12 de noviembre de 2020)</p>	<p>Resume información sobre la evidencia científica disponible en torno a la epidemiología, características microbiológicas y clínicas del COVID-19. En concreto, actualiza evidencias científicas en relación con, entre otros aspectos, el mecanismo de transmisión humano-humano y la transmisión de SARS-CoV-2 en diferentes entornos, como centros socio-sanitarios de mayores, entornos laborales, centros sanitarios y escuelas.</p>
<p>Ministerio de sanidad Documento técnico. Evaluación del riesgo de la transmisión de SARS-CoV-2 mediante aerosoles. Medidas de prevención y recomendaciones. (18 de noviembre de 2020).</p>	<p>Aporta conocimiento acerca de la transmisión de SARS-CoV-2 por aerosoles y la eficacia de las medidas de protección.</p>

INFORMACIÓN ACERCA DE LA VENTILACIÓN Y LA FILTRACIÓN

<p>Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.</p>	<p>En el Anexo III, sobre Condiciones ambientales de los lugares de trabajo, recoge que la renovación mínima del aire de los locales de trabajo será de 30 m³ de aire limpio por hora y trabajador, en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco, y de 50 m³, en los casos restantes.</p>
<p>Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo.</p>	<p>Facilita la aplicación del Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.</p>
<p>Ministerio de la Presidencia Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.</p>	<p>Constituye un marco normativo básico en el que se regulan las exigencias de eficiencia energética y de seguridad que deben cumplir las instalaciones térmicas en los edificios para atender la demanda de bienestar e higiene de las personas.</p>
<p>World Health Organization (WHO) Coronavirus disease (COVID-19): Ventilation and air conditioning. (29 July 2020).</p>	<p>Recoge información sobre el concepto de ventilación en el contexto del COVID-19 y el uso de ventiladores y aires acondicionados en interiores.</p>
<p>World Health Organization (WHO) Coronavirus disease (COVID-19): Ventilation and air conditioning in public spaces and buildings. (29 July 2020).</p>	<p>Recoge información sobre la ventilación y medidas a tomar para mejorarla en espacios públicos interiores y edificios.</p>
<p>World Health Organization (WHO) Natural Ventilation for Infection Control in Health-Care Settings. 2009. Versión en castellano: Ventilación natural para el control de las infecciones en entornos de atención a la salud</p>	<p>Revisa la bibliografía acerca de la relación entre la ventilación y la transmisión de enfermedades, así como las soluciones de ventilación natural eficaces en el control de las infecciones. Promueve el recurso de la ventilación natural para el control de las infecciones en entornos de atención de la salud y describe los principios básicos sobre diseño, construcción, funcionamiento y mantenimiento de un sistema de ventilación natural eficaz para el control de las infecciones.</p>
<p>World Health Organization (WHO) Infection prevention and control of epidemic- and pandemic- prone acute respiratory infections in health care. Who Guidelines. 2014.</p>	<p>Proporciona recomendaciones y buenas prácticas para la prevención y el control de infecciones para infecciones respiratorias agudas en la atención de la salud, con especial énfasis en las infecciones respiratorias agudas que puedan presentarse como epidemias o pandemias.</p>

INFORMACIÓN ACERCA DE LA VENTILACIÓN Y LA FILTRACIÓN

<p>Institut National de recherche et de sécurité (INRS) Ventilation, chauffage, climatisation: quelles précautions prendre contre la Covid-19. (12 de octubre de 2020)</p>	<p>Da recomendaciones de uso de los dispositivos de ventilación, calefacción y climatización para minimizar los riesgos de transmisión del SARS-CoV-2 en locales de servicios o industriales. El documento no está destinado para establecimientos sanitarios, especialmente aquellos destinados alojar enfermos de Covid-19.</p>
<p>Ministerio de Sanidad 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. (30 de julio de 2020)</p>	<p>Facilita recomendaciones técnicas a los profesionales del sector de la climatización, de modo que el funcionamiento de estas instalaciones ayude a prevenir la propagación y contagios del SARS-CoV-2 en edificios y locales de todo uso, salvo las áreas especiales de los entornos hospitalarios. Establece una guía de buenas prácticas en la operación y mantenimiento de los sistemas de climatización, considerando a la vez la normativa en vigor que regula esta materia.</p>
<p>Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) Recomendaciones sobre el uso de instalaciones de climatización en edificios, a fin de prevenir la propagación del SARS-CoV-2.</p>	<p>Infografía con recomendaciones sobre ventilación para locales de uso comercial y administrativo donde solo se espera la ocupación ocasional de personas infectadas. Se excluyen por tanto los hospitales, centros de salud y centros de asistencia médica.</p>
<p>CSIC-IDAEA, Ministerio de Ciencia e Innovación y Mesura Guía para ventilación en aulas. Octubre 2020.</p>	<p>Describe estrategias y posibles soluciones y proporciona herramientas para determinar si las condiciones de ventilación son adecuadas con el fin de reducir las probabilidades de contagio de Covid-19 por vía aérea. Orientado a aulas, pero también aplicable a otros tipos de espacios interiores como oficinas u otros edificios de uso público.</p>
<p>Harvard School of Public Health 5-step guide to checking ventilation rates in classrooms. August, 2020.</p>	<p>Ofrece orientación sobre cuestiones acerca de las mejores prácticas en relación con la ventilación de las aulas, en un esfuerzo por reducir el riesgo de transmisión de las enfermedades, especialmente el nuevo coronavirus SARS-CoV-2 y la enfermedad que causa, el COVID-19.</p>
<p>Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid Calidad del aire interior en edificios de uso público. Diciembre 2010.</p>	<p>Describe los contaminantes más significativos en el aire interior en incluye un modelo de gestión del aire interior, contemplado desde el ámbito preventivo y de control de la calidad del aire interior.</p>
<p>UNE UNE 100713:2005. Instalaciones de acondicionamiento de aire en hospitales.</p>	<p>Contiene los requisitos que deben cumplir las instalaciones de acondicionamiento de aire en hospitales u otros edificios con actividades similares.</p>

INFORMACIÓN ACERCA DE LA VENTILACIÓN Y LA FILTRACIÓN	
<p>UNE UNE 171340:2020. Validación y cualificación de salas de ambiente controlado en hospitales.</p>	<p>Establece los principios fundamentales de control, con un sistema formalizado, con unos criterios de aplicación y una metodología de ensayo, incluida su periodicidad, para asegurar el correcto funcionamiento de las salas de ambiente controlado que se encuentran en centros sanitarios.</p>
<p>UNE UNE 171330-1:2008. Calidad ambiental en interiores. Parte 1: Diagnóstico de calidad ambiental interior. UNE 171330-2:2014. Calidad ambiental en interiores. Parte 2: Procedimientos de inspección de calidad ambiental interior. UNE 171330-3:2010. Calidad ambiental en interiores. Parte 3: Sistema de gestión de los ambientes interiores.</p>	<p>Describen una metodología para la elaboración de un diagnóstico inicial, realización de una inspección y establecimiento de requisitos de gestión de la calidad y salud ambiental en interiores, respectivamente.</p>
<p>UNE UNE-EN 1822-1:2020. Filtros absolutos (EPA, HEPA y ULPA). Parte 1: Clasificación, principios generales del ensayo y marcado.</p>	<p>Establece el proceso para la determinación de la eficacia de filtración basada en el método de contaje de partículas de los filtros de alta eficacia y ultrafiltros (EPA, HEPA y ULPA) utilizada en el campo de la ventilación y climatización.</p>
<p>United States Environmental Protection Agency (EPA) Ventilation and Coronavirus (COVID-19).</p>	<p>Proporciona información en relación con el coronavirus y la ventilación de interiores en casas, escuelas, oficinas, edificios comerciales y en relación con la limpieza y desinfección.</p>
<p>Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations (REHVA). REHVA COVID-19 guidance document, August 3, 2020. How to operate HVAC and other building service systems to prevent the spread of the coronavirus (SARS-CoV-2) disease (COVID-19) in workplaces.</p>	<p>Resume consejos sobre el funcionamiento y uso de los sistemas de mantenimiento de un edificio durante una epidemia de COVID-19, para prevenir la propagación del virus a través de los sistemas HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning) o instalaciones de fontanería.</p>
<p>American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). Documento de Posicionamiento de ASHRAE sobre Aerosoles Infecciosos.</p>	<p>Aporta información sobre el diseño, montaje y funcionamiento de los sistemas de HVAC, purificación de aire y extracción local para reducir el riesgo de transmisión de infecciones.</p>
<p>Federación de Empresas de Calidad Ambiental en Interiores (FEDECAI) Guía de recomendaciones preventivas en calidad del aire interior, para edificios de pública concurrencia frente al coronavirus (SARS-CoV-2)</p>	<p>Recoge recomendaciones preventivas en climatización para minimizar el impacto del COVID-19 a través de los sistemas de climatización de los edificios.</p>

INFORMACIÓN ACERCA DE LA VENTILACIÓN Y LA FILTRACIÓN

<p>Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR) Recomendaciones de actuación para la mejora de la ventilación en los sistemas de climatización y saneamiento de los centros educativos</p>	<p>Indica las acciones a realizar en los centros educativos a fin de reducir el riesgo de contagio del COVID-19.</p>
<p>American Industrial Hygiene Association (AIHA). Reducing the Risk of COVID-19 Using Engineering Controls. Guidance Document.</p>	<p>Guía sobre la reducción del riesgo a COVID -19 utilizando ventilación por dilución y otras medidas.</p>
<p>Asociación Española de Aerobiología (AEA). Sociedad Española de Sanidad Ambiental (SESA). Transmisión del SARS-CoV-2 por gotas respiratorias, objetos contaminados y aerosoles (vía aérea). Revisión de evidencias. 23 julio 2020.</p>	<p>Resume los mecanismos de transmisión del virus, las evidencias sobre la transmisión por aerosoles y la estrategia de prevención de esta vía en instalaciones de climatización.</p>
<p>Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE). Covid-19 Ventilation Guidance (23 October 2020).</p>	<p>Guía para brindar a los propietarios de negocios un esquema de los sistemas de ventilación que comúnmente se encuentran en los edificios para ayudar en la reapertura de los lugares de trabajo para reducir el riesgo.</p>
<p>American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Ventilation for Industrial Settings during the COVID-19 Pandemic. (Agosto 2020).</p>	<p>Guía que ofrece orientación sobre la ventilación industrial en instalaciones industriales o comerciales para planificar controles operativos con el objetivo de reducir el impacto de la pandemia de COVID-19 en los trabajadores.</p>
<p>Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR). Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Guía Técnica de instalaciones de climatización con equipos autónomos. 2012.</p>	<p>Guía técnica que detalla los requisitos que deben cumplir las instalaciones de climatización con equipos autónomos con respecto a las exigencias de bienestar e higiene, eficiencia energética y de seguridad. Incluye además numerosos ejemplos ilustrativos para locales y oficinas, entre otros.</p>
<p>European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC) Heating, ventilation and air-conditioning systems in the context of COVID-19: first update. 10 November 2020.</p>	<p>Proporciona orientaciones sobre sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) en espacios cerrados en el contexto de la pandemia de COVID-19.</p>

REFERENCIAS

1. World Health Organization. [Coronavirus disease \(COVID-19\): Ventilation and air conditioning in public spaces and buildings](#).
2. Kim et al. [Airborne bioaerosols and their impact on human health](#). 2017.
3. Transmission of SARS-CoV-2: implications for infection prevention precautions. Scientific brief, 9 July 2020. World Health Organization.
4. Organización Panamericana de la Salud. [Ventilación natural para el control de las infecciones en entornos de atención de la salud](#). 2010.
5. UNE-EN 1822-1:2020. Filtros absolutos (EPA, HEPA y ULPA). Parte 1: Clasificación, principios generales del ensayo y marcado.
6. CSIC-IDAEA, Ministerio de Ciencia e Innovación y Mesura. [Guía para ventilación en aulas](#). Octubre 2020.
7. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. [NTP 1055. Seguridad en el laboratorio: utilización de vitrinas de recirculación con filtro](#). 2015.
8. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. [NTP 1064. Calidad del aire interior. Contaminantes biológicos \(I\): estrategia de muestreo](#). 2015.
9. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). [How COVID-19 Spreads](#). Oct, 28 2020.
10. World Health Organization. [Infection prevention and control of epidemic –and pandemic-prone acute respiratory infections in health care](#). 2014.
11. Vélez Pereira, M. A.; Camargo Caicedo, Y. [Comportamiento aerodinámico y viabilidad de las partículas biológicas](#). 2008.
12. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. [NTP 741: Ventilación general por dilución](#). 2006.
13. Institut National de recherche et de sécurité (INRS). [Ventilation, chauffage, climatisation: quelles précautions prendre contre la Covid-19](#). 2020.
14. Milton, D. K. [A Rosetta Stone for Understanding Infectious Drops and Aerosols](#). Journal of the Pediatric Infectious Diseases Society. 2020.
15. Ministerio de Sanidad. [Evaluación del riesgo de la transmisión de SARS-CoV-2 mediante aerosoles](#). Medidas de prevención y recomendaciones. Documento técnico. 2020.
16. Ministerio de Sanidad. [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](#). (30 de julio de 2020).
17. Ministerio de Sanidad. [Enfermedad por coronavirus, COVID-19. Información científica-técnica](#). (Actualización, 12 de noviembre de 2020).
18. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). [2007 Guideline for Isolation Precautions: Preventing Transmission of Infectious Agents in Healthcare Settings](#). (Actualizada julio 2019)