

Título	Resumen de evidencia: Uso de Filtro recogedor de partículas de alta eficiencia (High Efficiency Particle Arresting, HEPA) como purificador del aire ambiental en prevención del COVID-19
Código de Identificación	06252020IH
Área Solicitante	COVID-191. Comité de Crisis en Salud Publica Keralty
Nombre	COVID-191. Comité de Crisis en Salud Publica Keralty
Fecha de Respuesta	25 06 2020

Pregunta:

1. ¿Cuál es la evidencia sobre el uso del Filtro recogedor de partículas de alta eficiencia (High Efficiency Particle Arresting, HEPA por sus siglas en inglés) como purificador del aire ambiental en prevención del COVID-19?

Metodología:

Se realizó una Revisión Sistemática Rápida (Manual de Revisiones Sistemáticas Rápidas. Instituto Global de Excelencia Clínica. 2019)

Términos de Búsqueda: COVID 19, Coronavirus, SARS-CoV-2, HEPA, Filtro recogedor de partículas de alta eficiencia (High Efficiency Particle Arresting Air Filter), Filter, Air Air Purifier Air.

Tipos de estudio: Recomendaciones de sociedades científicas, agencias regulatorias y organismos referentes en salud nacionales e internacionales, revisiones sistemáticas de la literatura (RSL), meta análisis, ensayos clínicos y otros estudios primarios.

Fuentes de Información: Pubmed, Google Scholar.

Antecedentes:

La transmisión del SARS-CoV-2 vía aerosoles está demostrada y se considera una de las formas principales (Gao et al., 2020) (Yao et al., 2020). La persistencia del virus SARS-CoV-2 en el aire se ha encontrado superior a otros virus (Van Doremalen et al., 2020).

Hay incluso opiniones basadas en datos parciales como las de Morawska y Cao (2020) que indican que la transmisión por vía aérea del SARS-CoV-2 es un hecho. (Morawska & Cao, 2020).

La cantidad relativa de polutos afectan la calidad del aire y se ha establecido una correlación positiva entre la infección por SARS-CoV-2 y la presencia de material particulado de 10 micras (PM₁₀) y menor a 2.5 (PM_{2.5}) así como la contaminación por dióxido de nitrógeno (NO₂) y monóxido de carbono (CO). (Li et al., 2020).

De acuerdo con Sharma y Balyan (2020) "Se han aportado pruebas empíricas sobre el papel de la contaminación atmosférica en la transmisión acelerada del SARS-CoV-2 en Italia y en Wuhan. La reducción de los niveles de PM_{2,5} en el aire ambiente relacionada con el cierre puede haber contribuido a reducir la transmisión del SARS-CoV-2. Los altos niveles de PM_{2,5} en el pasado podrían haber contribuido a la mortalidad relacionada con el SARS-CoV-2 debido a las

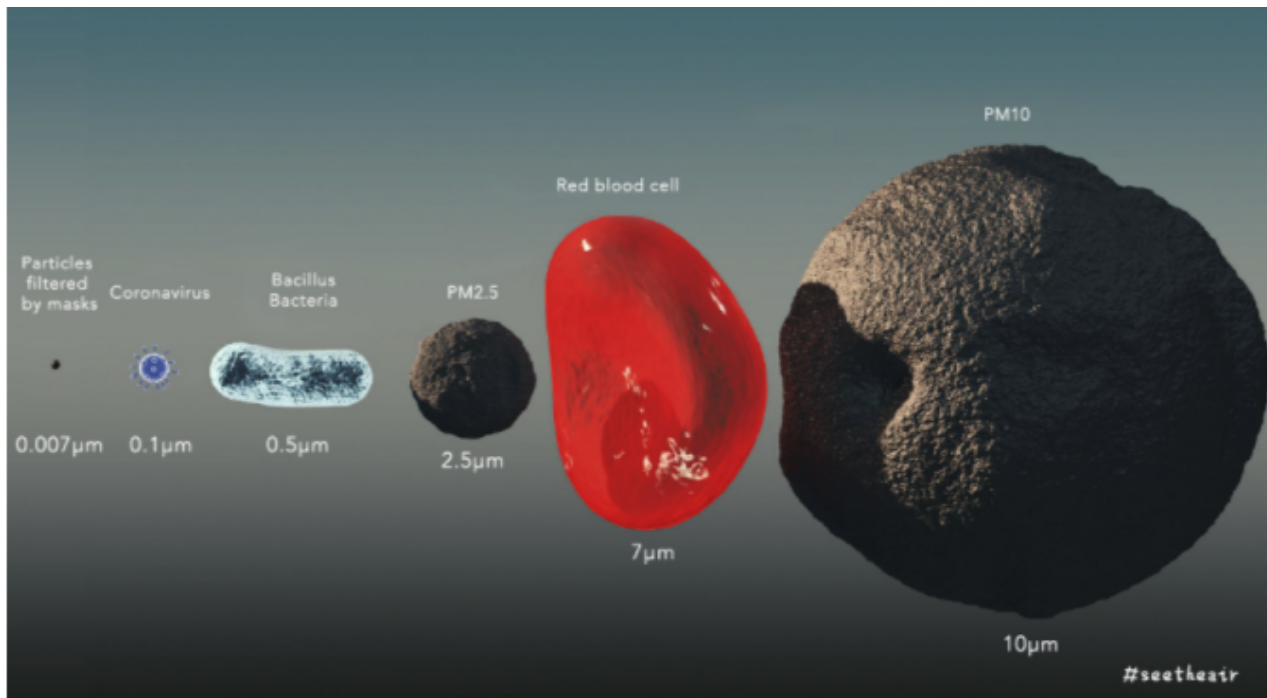
comorbilidades relacionadas con la contaminación del aire. El aumento de los niveles de PM_{2,5} después del cierre puede acelerar la transmisión de SARS-CoV-2 y puede aumentar la carga de morbilidad y mortalidad de COVID-19.” (Sharman & Balyan, 2020)

En el estudio de exposición a la contaminación del aire y a la mortalidad por COVID-19 en los Estados Unidos, Wu et al. (2020) reportan que “encontramos que un aumento de sólo 1 µg/m³ en PM 2.5 se asocia con un aumento del 8% en la tasa de mortalidad de COVID-19 (intervalo de confianza [IC] del 95%: 2%, 15%). Los resultados fueron estadísticamente significativos y robustos a los análisis secundarios y de sensibilidad.” (Wu et al., 2020).

Setti et al. (2020) han propuesto investigar la posible virulencia del SARS-COV-2 presente en las en el material particulado a fin de verificar si el virus puede seguir siendo vital e infeccioso durante un tiempo definido en las partículas del exterior, así como en los núcleos de gotitas exhaladas por las personas infectadas en el medio ambiente interior.(Setti et al., 2020).

Aunque la evidencia es limitada, parece existir consenso en la literatura publicada a la fecha que la transmisión por personas asintomáticas es igual que en aquellos con síntomas (Gao et al., 2020).

El SARS-CoV-2 tiene viriones envueltos que miden aproximadamente 50-200 nm de diámetro con un único genoma de ARN de sentido positivo (Chen et al, 2020). En la imagen se observa el tamaño del coronavirus en relación a globulos rojos, bacterias y material particulado de 2.5 y 10 micras.



Fuente: tomado de abcdust (2020).

Descripción de la tecnología

HEPA era inicialmente una marca de purificadores de aire y se transformó en el curso de los años en un estándar, hoy día ese estándar se encuentra en algunos países regidos por la norma ISO 29463-1 y en otros como Estados Unidos por la MIL-STD-282.

Los filtros que se encuentran cumpliendo con el estándar que los clasifica como HEPA de acuerdo con la CDC tienen una eficiencia de al menos el 99,97% en la eliminación de partículas ≥ 0.3 µm de diámetro (CDC, 2019).

En un documento técnico de la NASA elaborado por Perry et al. (2016) se señala que “Los medios filtrantes de alta eficiencia se suelen fabricar con microfibras de vidrio en máquinas formadoras de telas de araña colocadas en húmedo, similares a las utilizadas para la fabricación de papel. Tiene una apariencia blanca homogénea muy parecida a la del papel "bond" de alto contenido de trapos. Por lo tanto, también es común llamar "papel" a los medios de filtración. Las estructuras fibrosas necesarias para el medio filtrante también pueden ser producidas por membranas expandidas, como el politetrafluoroetileno expandido (ePTFE). La expansión da como resultado una estructura fibrosa con dendritas submicrónicas uniformes. Los medios de ePTFE son más comunes en los medios de aire de partículas ultrabajas (ULPA) de mayor eficiencia (>99,99% de eficiencia) y donde se requiere resistencia a los productos químicos agresivos como el fluoruro de hidrógeno. Los medios filtrantes de partículas de aire de alta eficiencia (HEPA) suelen estar hechos con microfibras de borosilicato con diámetros de 2 a 500 nm. Las longitudes de las fibras y las proporciones de las fibras utilizadas suelen ser de marca registrada. Un medio filtrante HEPA típico suele tener menos de 0,508 mm de espesor. Por lo tanto, para los diámetros de fibra utilizados en su fabricación, el medio está compuesto por varios cientos de capas de fibras. Así, incluso si hay espacios abiertos en una capa, las capas detrás de ella impiden que se transporte de partículas.” (Perry et al., 2016).

Los filtros HEPA suelen estar enmarcados con metal, aunque algunas versiones antiguas tienen marcos de madera. Un marco de metal no tiene ninguna ventaja sobre un marco de madera bien ajustado con respecto al rendimiento, pero la madera puede comprometer la calidad del aire si se moja y permanece húmeda, permitiendo el crecimiento de hongos y bacterias. Por lo tanto, se aconseja a los hospitales que eliminen gradualmente las unidades de filtro con marco de madera dañadas por el agua o gastadas y las sustituyan por filtros HEPA con marco de metal.

Los métodos de filtrado de aire más comunes son cepillado, impacto, interceptación, difusión, y electrostático, los filtros HEPA usan como mecanismos demostrados impacto, interceptación y difusión. En la tabla 1 tomada de la CDC (2019), se observan los mecanismos y su eficiencia.

Tabla 1.

Métodos de filtrado de aire, rendimiento y eficiencia.		
Método Básico	Principio de actuación	Eficiencia del filtrado
Cepillado	Las partículas en el aire son más grandes que las aberturas entre las fibras del filtro, lo que resulta en la eliminación gruesa de partículas grandes.	Baja
Impacto	Las partículas chocan con las fibras del filtro y permanecen adheridas al filtro. Las fibras pueden estar recubiertas con adhesivo.	Baja
Interceptación	Las partículas entran en el filtro y quedan atrapadas y adheridas a las fibras del filtro.	Media
Difusión	Las partículas pequeñas, que se mueven en un movimiento errático, chocan con las fibras del filtro y permanecen adheridas.	Alta
Electrostático	Las partículas con carga electrostática negativa son atraídas al filtro con fibras de carga positiva.	Alta

Fuente: CDC (2019).

Hallazgos / Respuesta a Interrogante

A la pregunta 1. ¿Cuál es la evidencia sobre el uso del Filtro recogedor de partículas de alta eficiencia (High Efficiency Particle Arresting, HEPA por sus siglas en inglés) como purificador del aire ambiental en prevención del COVID-19? No se encontró evidencia publicada sobre el uso de los HEPA como método de prevención en COVID-19.

Sí se encontró evidencia sobre el uso de los HEPA como método complementario para la prevención de infecciones en ambientes hospitalarios.

En un análisis basado en la evidencia del centro de evaluaciones de tecnologías de Ontario que se realizó para tomar medidas frente al SARS se concluyó que el uso de los HEPA si se instalan y mantienen adecuadamente, los limpiadores de aire de las habitaciones con tecnología de limpieza de aire HEPA son eficaces para eliminar los patógenos del aire (Medical Advisory Secretariat, 2005).

No se encontró evidencia clara de beneficio del uso de los HEPA en una revisión sistemática realizada por Eckmanns et al. (2006) cuyo objetivo fue comparar la eficacia de la filtración de aire con partículas de alta eficiencia (HEPA) con la de la filtración no HEPA para disminuir las tasas de mortalidad e infección fúngica entre los pacientes con neoplasias hematológicas malignas y neutropenia diagnosticadas o entre los pacientes con trasplantes de médula ósea, se encontró que “se seleccionaron para los meta-análisis 16 ensayos (9 con la muerte como resultado y 10 con la infección por hongos como resultado) que compararon la filtración HEPA con la filtración no HEPA. No se descubrieron ventajas significativas de la filtración HEPA en la prevención de la muerte de pacientes con neoplasias hematológicas con neutropenia grave en ensayos controlados aleatorios (ECAs; riesgo relativo [RR], 0,86 [intervalo de confianza del 95% {CI}, 0,65-1,14]) y en estudios de un estándar más bajo (no ECAs; RR, 0,87 [IC del 95%, 0,60-1,25]).” (Eckmanns et al. 2006).

Sürücüoğlu S. (2018) en un trabajo en el que revisó la transmisión de tuberculosis en los aviones, que emplean filtros HEPA, concluye que con estos se reduce la transmisión de enfermedades y expone su argumentación así “los aviones pueden facilitar la propagación de las infecciones transportando a un viajero infectado o a los vectores a cualquier región del mundo en un plazo de 24 horas. Por ejemplo, la pandemia de SARS de 2003, la gripe A (H1N1) de 2009, el Ébola y el MERS en 2014 como la propagación de enfermedades virales y el viaje en avión Zika del brote en curso del virus se consideran responsables de 6. Se observó que la temporada de gripe se retrasó como resultado de la disminución del tráfico aéreo en los Estados Unidos (EE.UU.) después del ataque terrorista del 11 de septiembre de 2001. También hubo algunas notificaciones sobre la transmisión de pasajeros de pacientes con tuberculosis y MDR-TB a principios del decenio de 1990, lo que causó graves preocupaciones en las unidades de salud pública y las compañías aéreas. Sin embargo, los estudios retrospectivos, los estudios de seguimiento y los meta-análisis sistemáticos realizados hasta la fecha muestran que el riesgo de transmisión de la tuberculosis en el avión es muy bajo y que nunca se ha desarrollado una enfermedad de tuberculosis activa en el pasajero. La razón más importante de ello es el uso de filtros HEPA en los aviones modernos y el cambio del aire de la cabina 15-20 veces por hora. En los aviones, la mitad del aire de la cabina proviene del ambiente externo y la otra mitad es proporcionado por la recirculación de aire en la cabina. El aire absorbido del exterior por los motores se calienta hasta 150-280C, su presión se aumenta comprimiendo y luego su temperatura se baja a 22-30C y se entrega a la cabina. El aire que se da en estas condiciones se purifica de microorganismos. El aire dentro de la cabina pasa por filtros HEPA antes de ser reintroducido en la circulación. Los filtros HEPA retienen partículas menores de 0,3 µm. De esta manera, las partículas de gotitas arrojadas al medio ambiente son capturadas del paciente con tuberculosis infecciosa a través de acciones como la tos, los estornudos y el habla. Mediante el uso

de filtros hepa y el cambio del aire de la cabina 15-20 veces por hora, se proporciona un entorno cercano a las salas de aislamiento de los hospitales. (Sürücüoğlu S., 2018)

En un estudio hecho por James et al. (2019) que buscaba determinar si el uso del HEPA mejoraba el control del asma en niños que se exponían a partículas de tráfico (material particulado) encontró que “las concentraciones interiores de partículas de tráfico se redujeron significativamente con el tratamiento HEPA, pero no con el tratamiento "simulado" (James et al., 2019)

Liu et al. (2020) encontró que el virus aparece más comúnmente en aerosoles en los rangos submicrónico (0,25-1,0 μm) y supermicrónico ($>2,5 \mu\text{m}$), basandose en esto Zhao y Chen (2020), midieron la eficiencia de filtración dependiente del tamaño de los purificadores de aire integrados con dos tipos de medios de filtrado ampliamente utilizados respectivamente: Filtros finos (clase F6) y de alta eficiencia filtros de aire de partículas (HEPA, clase H12), como se muestra en la figura 1. En promedio, un purificador de aire con Los medios filtrantes de clase F6 eliminaron el 54% de los aerosoles que pueden transportar SARS-CoV-2 en el aire, mientras que el que tenía un filtro de clase H12 eliminó el 83% de esos aerosoles (Zhao & Chen, 2020).

Figura 1. Tomada del estudio Zhao&Chen (2020)

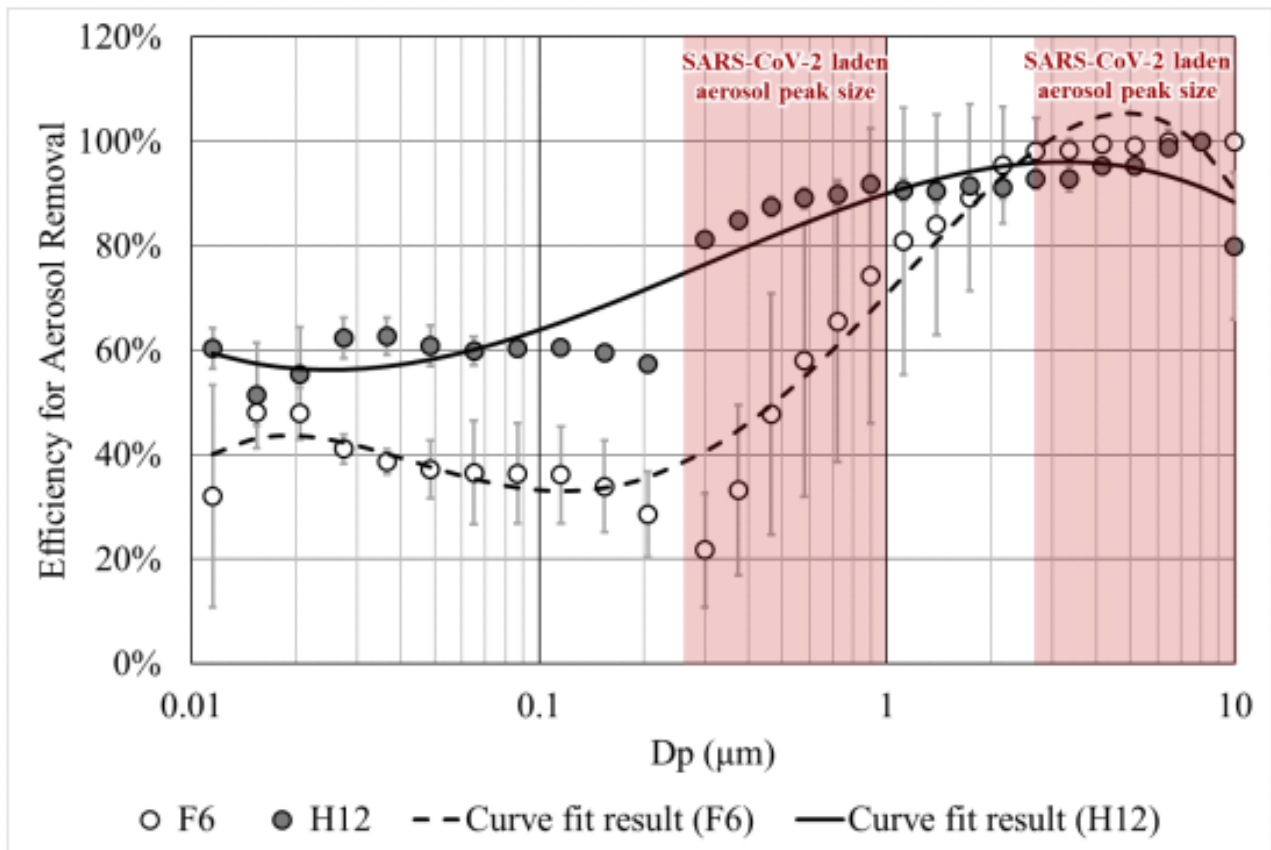


Figure 1. Size-dependent filtration efficiency of fine filters (F6) and HEPA filters (H12)

En un análisis epidemiológico de Ham (2020) este señala que el uso de purificadores de aire con HEPA en los call-centers en Corea del Sur, puede llevar a incrementar las infecciones si las personas no usan los elementos de protección personal (Ham, 2020). Por otra parte, para alguno como Malohtra (2020) el uso de purificadores de aire portátiles con filtros HEPA puede ser útil en

las habitaciones de pacientes con COVID-19 diagnosticado para prevenir infecciones secundarios (Malootra, 2020). Ninguna de las dos posiciones aporta pruebas suficientes.

Pandey et al (2020) reunieron a profesionales de la neurocirugía de 13 sistemas de salud diferentes de todo EE.UU., incluidos los que se encuentran en puntos conflictivos, para describir sus prácticas en el manejo de emergencias neuroquirúrgicas dentro del entorno de COVID-19 y concluyeron entre otras muchas cosas que el uso de HEPAs junto con los demás elementos de protección personal e ingeniería es una buena práctica para la atención de paciente neuroquirúrgicos en un contexto de COVID-19. (Pandey et al. 2020). A una conclusión análoga llega también Howard (2020) en el contexto de otorrinolaringología y cirugía de cuello, generalizándola a los procedimientos generadores de aerosoles (Howard, 2020).

Posiciones de Organismos de Salud

La Organización Panamericana de Salud (PAHO, 2020) señala que los centros de emergencia para atender las enfermedades por coronavirus de forma deseable usen los HEPAs en los casos que no se pueda garantizar suficiente ventilación natural “el EMT-IRAG se guiará por las recomendaciones del “Manual de ventilación natural para el control de las infecciones en entornos de atención de la salud” de la OMS, para asegurar que se pueda mantener, en la medida de lo posible, una circulación de aire de 160 l/s/paciente en habitaciones de ingresados con Infecciones Respiratorias Agudas Graves, asegurando al menos un mínimo de 80 l/s/paciente. Esta ventilación se puede hacer de manera natural, creando corredores de aire que permitan la circulación. Se puede realizar la ventilación natural de manera sencilla aprovechando la dirección del viento de dos formas: abriendo las ventanas de las instalaciones creando flujos transversales a éstas, o bien abriendo las dos puertas de la instalación, haciendo un flujo unidireccional paralelo al pasillo del habitáculo. Si no hubiera viento, se pueden utilizar corrientes de convección si la instalación dispone de salida de aire en el techo, abriendo las ventanas laterales y dejando que el aire conforme se vaya calentando suba y escape por la chimenea y/o tobera de la tienda. En cualquier caso, hay que evitar el acceso a personal y pacientes en la zona de salida de las tiendas, al menos en dos metros, puesto que es la zona de acumulación de microgotas arrastradas por las corrientes generadas. Cuando se realice la ventilación natural, se señalará la salida de la corriente para evitar el paso de personas por esta zona. Si se tiene la capacidad, el EMT-IRAG puede utilizar ventilación mecánica utilizando extractores eléctricos, aunque suele ser difícil de instalar en tiendas de campaña. La extracción de aire mecánica puede ser con salida directa al exterior, en la que se deberá de mantener un área de seguridad en la zona de salida del aire de las instalaciones, evitando el paso de personal, o el montaje de otra instalación en una distancia menor a dos metros; o también se puede utilizar sistemas de extracción eléctricos con filtro de partículas HEPA, que no requieren de área de seguridad en la zona de salida del aire, pero por el contrario, requieren de un mantenimiento más complejo. El EMT-IRAG intentará garantizar la climatización en las áreas destinadas al tratamiento y aislamiento de pacientes, y deberá de garantizarla en las áreas críticas de operación que considere pertinentes. En la medida de lo posible, se deberá de utilizar aires acondicionados con filtros HEPA.”

El centro de control enfermedades europeo recomienda el uso de los HEPA así: “Los filtros de aire de partículas de alta eficiencia (HEPA) han demostrado un buen rendimiento con partículas del tamaño del virus SARSCov-2 (aproximadamente 70-120 nm) y se utilizan en aviones y en entornos sanitarios. No está claro el papel de los filtros HEPA en edificios fuera de los centros de salud para prevenir la transmisión de enfermedades infecciosas. En un estudio de modelización del riesgo de infección por el SARS-CoV-1, el virus causante del SARS, conferido por tres tipos de sistemas de ventilación en aviones comerciales relativamente grandes, se comprobó que la mezcla de sistemas de ventilación tenía el mayor riesgo y los sistemas convencionales de desplazamiento tenían el

menor riesgo. Los autores recomendaron sistemas de ventilación personalizados para las cabinas de las aerolíneas, ya que eran los mejores para mantener el confort térmico, y al mismo tiempo reducir el riesgo de infección” (ECDC, 2020). En la imagen de la tabla Capacidad de retención de diferentes tipos de filtros usados en los sistemas de ventilación se observa la eficiencia de los filtros HEPA. (ECDC, 2020).

Table 1. Retention capacity of different filter types used in HVAC system

Ventilation system	Typical filter type	Retention capacity			
		MERV rating ^{a)}	Degree of separation ^{b)}	SARS-CoV-2 containing droplets (> 5µm)	SARS-CoV-2 containing aerosol ^{c)} (< 5µm)
Specialised HVAC systems (operating theatres, special laboratories)	H13 -14 [DIN EN]	16–20	99.99%	Yes	
HEPA filter	H13 [DIN EN]	16–20	99.95 %	Yes	
HVAC systems for office buildings, churches, cruise ships, etc.	ePM1 [EN ISO]	9–13	>80 %	Yes	No
Standalone air-conditioner (e.g. apartments, shops, restaurants)	- Fiberglass - Polyester/pleated air filters	1–4 8–13	<40% 45%	Yes	No
Pedestal fans	n/a	n/a		No	

a) Minimum Efficiency Reporting Value (MERV), American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE);

b) Minimum separation efficiency for test particles, EN ISO 16890 (particle sizes 0.2 to 1.0 µm, depending on the filter type);

c) Particles, droplet nuclei of different sizes.

Fuente: tomado de ECDC (2020).

Conclusiones / Recomendaciones generales:

1. La evidencia disponible a la fecha sobre el uso del HEPA para eliminar virus incluyendo SARS CoV2 del aire no es de calidad suficiente aún.
2. Sin embargo, se sabe que la disminución de material particulado en el aire ambiental sí se correlaciona con patrones más bajos de transmisión del virus SARS-CoV-2-
3. Los filtros HEPA sí constituyen una medida sanitaria recomendable para prevenir COVID-19 de forma complementaria a las medidas de bioprotección. Pero se debe enfatizar que no reemplaza las normas de ventilación, ni el uso de elemento de protección personal.

Recomendaciones para los profesionales de la salud:

El uso de filtros HEPA adecuadamente instalados y con mantenimiento permanente es una medida complementaria de bioprotección frente al COVID-19, particularmente en áreas con limitaciones para garantizar los lineamientos de ventilación y circulación de aire.

Recomendaciones para comunidad:

- El uso de filtros HEPA se puede hacer como medida adicional para la prevención de COVID 19 , sin olvidar que las medidas más importantes son: el autocuidado, el distanciamiento social, lavado frecuente de manos, y uso de mascarillas.
- La disminución de la contaminación ambiental ayuda a disminuir el número de enfermos por COVID-19.

Búsquedas ejecutadas

```
((("air filters"[MeSH Terms] OR ("air"[All Fields] AND "filters"[All Fields])) OR "air filters"[All Fields]) OR ("air"[All Fields] AND "purifier"[All Fields])) OR "air purifier"[All Fields] AND (((("covid 19"[All Fields] OR "covid 2019"[All Fields]) OR "severe acute respiratory syndrome coronavirus 2"[Supplementary Concept]) OR "severe acute respiratory syndrome coronavirus 2"[All Fields]) OR "2019 ncov"[All Fields]) OR "sars cov 2"[All Fields]) OR "2019ncov"[All Fields]) OR (("wuhan"[All Fields] AND ("coronavirus"[MeSH Terms] OR "coronavirus"[All Fields])) AND (2019/12/1:2019/12/31[Date - Publication] OR 2020/1/1:2020/12/31[Date - Publication]))))
```

```
"HEPA"[All Fields] AND (((("covid 19"[All Fields] OR "covid 2019"[All Fields]) OR "severe acute respiratory syndrome coronavirus 2"[Supplementary Concept]) OR "severe acute respiratory syndrome coronavirus 2"[All Fields]) OR "2019 ncov"[All Fields]) OR "sars cov 2"[All Fields]) OR "2019ncov"[All Fields]) OR (("wuhan"[All Fields] AND ("coronavirus"[MeSH Terms] OR "coronavirus"[All Fields])) AND (2019/12/1:2019/12/31[Date - Publication] OR 2020/1/1:2020/12/31[Date - Publication]))))
```

Bibliografía

1. Abcdust. (2020). How large is a corona virus virion compared to the MP10-2.5?. Consultado el 22 de junio de 2020 en <https://abcdust.net/how-large-is-a-corona-virus-virion-compared-to-the-mp10-2-5/>
2. Center for Diseases Control. (2019). Guidelines for Environmental Infection Control in Health-Care Facilities (2003), Updated July 2019. Consultado el 23 de junio de 2020 en <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/environmental/background/air.html#c3bi>
3. Center for Diseases Control. (2020). Engineering Controls To Reduce Airborne, Droplet and Contact Exposures During Epidemic/Pandemic Response Expedient Patient Isolation Rooms.

- Consultado el 23 de junio de 2020 en <https://www.cdc.gov/niosh/topics/healthcare/engcontrolsolutions/expedient-patient-isolation.html>
4. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2020). Cleaning And Disinfecting Your Home. Consultado el 20 de junio de 2020 en <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/disinfecting-your-home.html>
 5. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2020). Infection Control Guidance for Healthcare Professionals about Coronavirus (COVID-19). Consultado el 20 de junio de 2020 en <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/infection-control.html>
 6. Chen, N., Zhou, M., Dong, X., Qu, J., Gong, F., Han, Y., Qiu, Y., Wang, J., Liu, Y., Wei, Y., Xia, J., Yu, T., Zhang, X., & Zhang, L. (2020). Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *Lancet (London, England)*, 395(10223), 507–513. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30211-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30211-7)
 7. Eckmanns, T., Rden, H., & Gastmeier, P. (2006). The influence of high-efficiency particulate air filtration on mortality and fungal infection among highly immunosuppressed patients: a systematic review. *The Journal of infectious diseases*, 193(10), 1408–1418. <https://doi.org/10.1086/503435>
 8. European Center for Disease Control. (2020). Technical report: COVID-19 infection prevention and control for primary care, including general practitioner practices, dental clinics and pharmacy settings 9 June 2020. Consultado el 20 de junio de 2020 en <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/Infection-prevention-and-control-primary-care-dental-pharmacies.pdf>
 9. European Center for Disease Control. (2020). Technical report: Heating, ventilation and air-conditioning systems in the context of COVID-19 22 June 2020. Consultado el 27 de junio de 2020 en <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/Ventilation-in-the-context-of-COVID-19.pdf>
 10. Gao, Z., Xu, Y., Sun, C., Wang, X., Guo, Y., Qiu, S., & Ma, K. (2020). A Systematic Review of Asymptomatic Infections with COVID-19. *Journal of microbiology, immunology, and infection = Wei mian yu gan ran za zhi*, 10.1016/j.jmii.2020.05.001. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.jmii.2020.05.001>
 11. Ham S. (2020). Prevention of exposure and dispersion of COVID-19 using air purifiers: challenges and concerns. *Epidemiology and health*, e2020027. Advance online publication. <https://doi.org/10.4178/epih.e2020027>
 12. Howard B. E. (2020). High-Risk Aerosol-Generating Procedures in COVID-19: Respiratory Protective Equipment Considerations. *Otolaryngology--head and neck surgery : official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 194599820927335. Advance online publication. <https://doi.org/10.1177/0194599820927335>
 13. International Organization for Standardization (ISO). (2017). ISO 29463-1:2017 High efficiency filters and filter media for removing particles from air — Part 1: Classification, performance, testing and marking. Consultado el 23 de junio de 2020 en <https://www.iso.org/standard/67816.html>
 14. James, C., Bernstein, D. I., Cox, J., Ryan, P., Wolfe, C., Jandarov, R., Newman, N., Indugula, R., & Reponen, T. (2020). HEPA filtration improves asthma control in children exposed to traffic-related airborne particles. *Indoor air*, 30(2), 235–243. <https://doi.org/10.1111/ina.12625>
 15. Lewis D. (2020). Is the coronavirus airborne? Experts can't agree. *Nature*, 580(7802), 175. <https://doi.org/10.1038/d41586-020-00974-w>
 16. Li, H., Xu, X. L., Dai, D. W., Huang, Z. Y., Ma, Z., & Guan, Y. J. (2020). Air Pollution and temperature are associated with increased COVID-19 incidence: a time series study. *International journal of infectious diseases : IJID : official publication of the International Society*

- for Infectious Diseases, S1201-9712(20)30383-0. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.05.076>
17. Liu, Y., Ning, Z., Chen, Y., Guo, M., Liu, Y., Gali, N. K., Sun, L., Duan, Y., Cai, J., Westerdahl, D., Liu, X., Xu, K., Ho, K. F., Kan, H., Fu, Q., & Lan, K. (2020). Aerodynamic analysis of SARS-CoV-2 in two Wuhan hospitals. *Nature*, 10.1038/s41586-020-2271-3. Advance online publication. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2271-3>
 18. Malhotra V. (2020). A Low-cost Solution for Retro-fitment of HEPA Filter in Healthcare Facilities Providing Care to COVID-19 Patients. *Indian pediatrics*, 57(5), 477. <https://doi.org/10.1007/s13312-020-1830-x>
 19. Medical Advisory Secretariat (2005). Air cleaning technologies: an evidence-based analysis. *Ontario health technology assessment series*, 5(17), 1–52.
 20. Morawska, L., & Cao, J. (2020). Airborne transmission of SARS-CoV-2: The world should face the reality. *Environment international*, 139, 105730. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105730>
 21. Organización Panamericana de la Salud (PAHO). (2020). COVID-19 Recomendaciones técnicas para configuración de un Equipo Médico de Emergencia especializado de tratamiento de Infección Respiratoria Aguda Grave (IRAG) versión de 5 abril de 2020. Consultado el 22 de junio de 2020 en <https://www.paho.org/es/file/63941/download?token=stnbgYrP>
 22. Pandey, A. S., Ringer, A. J., Rai, A. T., Kan, P., Jabbour, P., Siddiqui, A. H., Levy, E. I., Snyder, K. V., Riina, H., Tanweer, O., Levitt, M. R., Kim, L. J., Veznedaroglu, E., Binning, M. J., Arthur, A. S., Mocco, J., Schirmer, C., Thompson, B. G., Langer, D., & Endovascular Neurosurgery Research Group (ENRG) (2020). Minimizing SARS-CoV-2 exposure when performing surgical interventions during the COVID-19 pandemic. *Journal of neurointerventional surgery*, 12(7), 643–647. <https://doi.org/10.1136/neurintsurg-2020-016161>
 23. Perry, J. L., Agui, J. H., Vijayakumar, R. (2016). Nasa Technical Report: Submicron and Nanoparticulate Matter Removal by HEPA-Rated Media Filters and Packed Beds of Granular Materials. Consultado el 23 de junio de 2020 en <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20170005166.pdf>
 24. Public Health England (2020). : Summary of disinfection technologies for microbial control. Consultado el 20 junio de 2020 en https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/888753/4a_EMG_-_Summary_disinfection_18052020_S0406.pdf
 25. Setti, L., Passarini, F., De Gennaro, G., Barbieri, P., Pallavicini, A., Ruscio, M., Piscitelli, P., Colao, A., & Miani, A. (2020). Searching for SARS-COV-2 on Particulate Matter: A Possible Early Indicator of COVID-19 Epidemic Recurrence. *International journal of environmental research and public health*, 17(9), 2986. <https://doi.org/10.3390/ijerph17092986>
 26. Sharma, A. K., & Balyan, P. (2020). Air pollution and COVID-19: Is the connect worth its weight?. *Indian journal of public health*, 64(Supplement), S132–S134. https://doi.org/10.4103/ijph.IJPH_466_20
 27. Sürücüoğlu S. (2018). Seyahat ile ilişkili tüberküloz riski [Risk of travel associated tuberculosis]. *Mikrobiyoloji bulteni*, 52(1), 96–107. <https://doi.org/10.5578/mb.66237> Consultado el 23 de junio de 2020 en <http://www.mikrobiyolbul.org/fulltext?207?21607>
 28. Van Doremalen, N., Bushmaker, T., Morris, D. H., Holbrook, M. G., Gamble, A., Williamson, B. N., Tamin, A., Harcourt, J. L., Thornburg, N. J., Gerber, S. I., Lloyd-Smith, J. O., de Wit, E., & Munster, V. J. (2020). Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *The New England journal of medicine*, 382(16), 1564–1567. <https://doi.org/10.1056/NEJMc2004973>
 29. World Health Organization. (2020). Cleaning and disinfection of environmental surfaces in the context of COVID-19: Interim guidance, May 15 2020. Consultado el 19 de junio de 2020 en <https://www.paho.org/es/file/65290/download?token=h-0IBuVZ>

30. Wu, X., Nethery, R. C., Sabath, B. M., Braun, D., & Dominici, F. (2020). Exposure to air pollution and COVID-19 mortality in the United States: A nationwide cross-sectional study. medRxiv : the preprint server for health sciences, 2020.04.05.20054502. <https://doi.org/10.1101/2020.04.05.20054502>
31. Yao, M., Zhang, L., Ma, J., & Zhou, L. (2020). On airborne transmission and control of SARS-Cov-2. The Science of the total environment, 731, 139178. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139178>
32. Zhao, B., An, N., & Chen, C. (2020). Using air purifier as a supplementary protective measure in dental clinics during the COVID-19 pandemic. Infection control and hospital epidemiology, 1–4. Advance online publication. <https://doi.org/10.1017/ice.2020.292>