



HEALTHIER WORKPLACES | A HEALTHIER WORLD

# Reducción del riesgo de COVID-19 a través del uso de controles técnicos

Documento de orientación

---

[aiha.org](https://www.aiha.org)

Sponsored by the AIHA® Indoor Environmental Quality Committee

Los recientes informes de casos y estudios epidemiológicos de grupos en los que el SARS-CoV-2 había desencadenado brotes de COVID-19 indican que el principal medio de transmisión de la enfermedad es la propagación de gotas aerosolizadas despedidas durante la exhalación en lugares cerrados. Teniendo este conocimiento, es posible que los profesionales de la higiene industrial reduzcan la transmisión del SARS-CoV-2 mediante la jerarquía de controles. Los controles técnicos que puedan mantener muy bajos los niveles de gotas aerosolizadas infecciosas en lugares cerrados ofrecen las mayores posibilidades de proteger a los trabajadores no dedicados al cuidado de la salud y a otros grupos vulnerables, a medida que nuestras tiendas y lugares de trabajo comiencen a abrir.

A la hora de prevenir la propagación de la COVID-19, no es suficiente confiar en que las personas mantendrán distancia social, se lavarán las manos permanentemente y, cuando sea posible, utilizarán los equipos de protección personal (EPP) más simples del mercado.

Además, debido al hecho de que las personas infectadas que transmiten la enfermedad pueden ser asintomáticas o presintomáticas, es poco probable que se puedan “eliminar” todas las fuentes de contagio. Sabiendo esto, la profesión de higiene industrial ha reconocido desde hace mucho tiempo que las soluciones técnicas para reducir la exposición a agentes peligrosos ofrece mucha más protección que los equipos de protección personal (EPP) o los controles administrativos en la mayoría de los lugares de trabajo. (NIOSH) (Ver Figura 1)

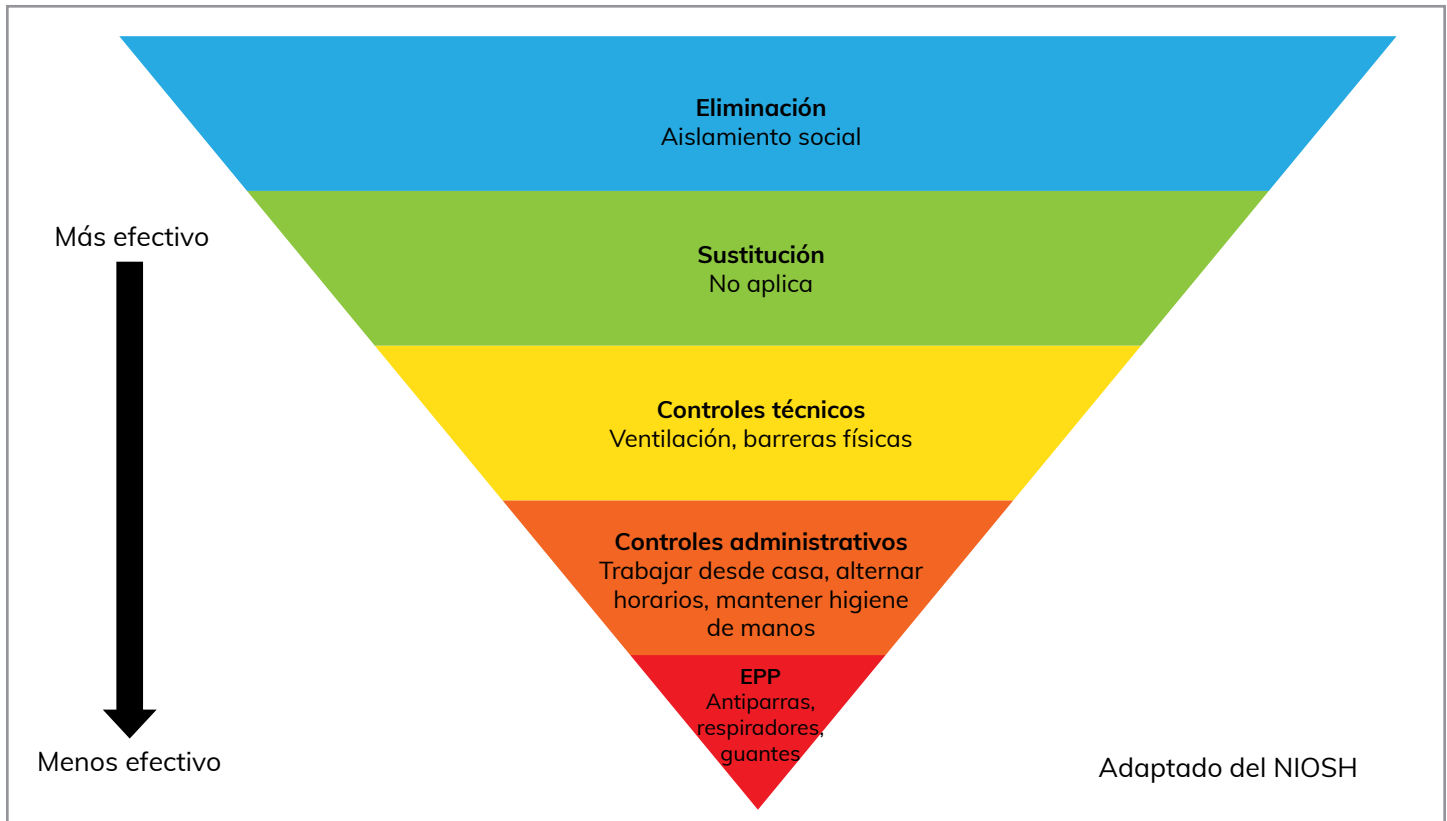


Figura 1: aplicación de la jerarquía de controles para la COVID-19



HEALTHIER WORKPLACES | A HEALTHIER WORLD

Muchos empleadores y gente del público asumen incorrectamente que utilizar protectores faciales o un respirador es la única forma de reducir el riesgo de exposición. Pero esto no es así: la realidad es que usar un respirador de forma apropiada todos los días, todo el día, es incómodo y casi nunca se hace de la forma correcta. Los controles técnicos siempre han demostrado ser más seguros, ya que están menos expuestos al error humano.

Como consecuencia, mientras que los planes federales y estatales de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) solicitan que los empleadores les garanticen a los trabajadores que puedan utilizar un respirador determinado, esta organización también requiere que los empleadores consideren opciones administrativas y técnicas factibles antes de acudir al uso de respiradores o de cualquier otro EPP. Los empleadores deben elegir controles técnicos efectivos, seguros y existentes a fin de reducir el riesgo de propagación de la enfermedad en el lugar de trabajo.

Además, el costo de los EPP es mucho más alto que lo que la mayoría de los empleadores cree. Debido al hecho de que la OSHA requiere una evaluación médica, una prueba de ajuste y capacitación, no se recomiendan los EPP para las vías respiratorias como solución a largo plazo para prevenir la transmisión de la enfermedad fuera de los establecimientos de salud. Los EPP se utilizan mejor como protección a corto plazo hasta que se puedan realizar los controles técnicos. Los costos de implementación de soluciones técnicas en un lugar de trabajo pueden variar según el tamaño de la instalación y la cantidad de ocupantes, incluidos los empleados y los clientes pasajeros. Una vez que se hayan instalado los controles técnicos, el desabastecimiento y las interrupciones del suministro de los dispositivos de EPP dejarán de ser una preocupación.

La Asociación Americana de Higiene Industrial (AIHA) y sus comités de higienistas industriales

voluntarios recomiendan la aplicación de controles técnicos en todo lugar de trabajo cerrado, incluso aquellos fuera de la industria del cuidado de la salud, a fin de reducir la propagación de la COVID-19. La amplia categoría de controles técnicos que puedan ser efectivos contra el virus SARS-CoV-2 incluye lo siguiente:

- barreras físicas, cabinas y guardias;
- sensores y puertas automáticas;
- ventilación local por extracción;
- filtración mejorada para atrapar gotas aerosolizadas infecciosas;
- dispositivos que desactiven o “eliminen” los organismos infecciosos;
- ventilación por dilución y emisión de aire externo aumentada.

### Ventilación por dilución y COVID-19

Como ejemplo de un control técnico, la Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE), una asociación de ingenieros profesionales, ha expresado su opinión y ha mencionado que los cambios en las operaciones de climatización y en las instalaciones pueden reducir la concentración del SARS-CoV-2 en el aire y el riesgo de que este se propague a través del aire interno.

El aumento de la cantidad de las renovaciones de aire efectivas por hora (básicamente, el aumento de la cantidad de aire “limpio” o externo que ingresa a la habitación), disminuye el nivel de exposición al virus del aire que los ocupantes puedan sufrir y, en consecuencia, sus riesgos de contraer la enfermedad. La dilución de las concentraciones del virus en el aire interno puede reducir el riesgo de contagio por la misma razón por la que los ambientes abier-



HEALTHIER WORKPLACES | A HEALTHIER WORLD

tos representan menor riesgo de propagación de la enfermedad.

Esto sugiere que se puede disminuir significativamente el riesgo de contraer COVID-19 al aumentar los índices de ventilación interna por dilución y mejorar la renovación de aire interno (un principio recomendado por el Centro para el Control de Enfermedades [CDC] y los organismos de autorización del cuidado de la salud para hospitales y pabellones para enfermedades infecciosas). Los ambientes cerrados representan un riesgo mucho más alto de exposición y de propagación de enfermedades que los ambientes abiertos. Los ambientes abiertos ofrecen una “dilución infinita” de las gotas aerosolizadas infecciosas, lo que sugiere que se puede disminuir significativamente el riesgo de contraer COVID-19 al aumentar los índices de ventilación por dilución y mejorar la renovación de aire interno. A fin de reducir el riesgo de transmisión de la enfermedad, se debe

mantener la concentración de gotas aerosolizadas y la densidad de ocupación en niveles muy bajos y conservar la distancia social. Por lo tanto, se pueden aplicar principios y equipos fundamentales para atrapar y diluir las gotas aerosolizadas en lugares de trabajo que no sean industriales, a fin de alcanzar un control más efectivo y seguro del SARS-CoV-2 que los protectores faciales y el distanciamiento social.

Se puede incrementar la cantidad de renovaciones de aire en una habitación o en un edificio al seguir uno o más de los siguientes enfoques. El uso de los filtros de aire HEPA independientes y existentes, la instalación de filtros mejorados en sistemas centrales de climatización y el aumento del ingreso del volumen de aire externo son medidas prácticas e inmediatas que los operadores de construcciones y los empleadores pueden implementar.

Las unidades de filtración HEPA independientes para un solo ambiente (que se instalan en el techo o



Figura 2\*

\*Para conocer cómo se calculó la reducción del riesgo relativo para la Figura 2, descargar el [SUPLEMENTO de Reducción del riesgo de COVID-19 a través del uso de controles técnicos](#).



HEALTHIER WORKPLACES | A HEALTHIER WORLD

portátiles), seleccionadas e instaladas de forma apropiada, pueden reducir efectivamente las concentraciones de gotas aerosolizadas infecciosas en un espacio como un aula, un elevador, un vestíbulo o una oficina. Si bien las unidades de filtrado internas no pueden eliminar todos los riesgos de transmisión de enfermedades, ya que existen muchos otros factores que contribuyen a la cuestión aparte de la concentración del virus aerosolizado, la reducción de la concentración y el tiempo de permanencia de las gotas aerosolizadas infecciosas puede disminuir las posibilidades de inhalación de una dosis contagiosa. (Opinión respecto a las gotas aerosolizadas infecciosas de la ASHRAE, 2020)

## Elección e implementación de controles técnicos

En comparación con las soluciones que se basan en los EPP en su mayoría o su totalidad, las soluciones técnicas eliminan la carga en los individuos y en sus hábitos personales o su atención. Las máquinas no se cansan, no se descuidan ni se distraen.

Sin embargo, al seleccionar controles técnicos, como el aumento de la cantidad de renovaciones de aire por hora (R/H), el nivel mínimo de protección que ofrece el control nuevo debe exceder el que ofrece el EPP por sí solo. En la Figura 2, la reducción del riesgo relativo esperado que ofrece un respirador N95 es de un 90 %; por lo tanto, solo se deberán considerar los controles técnicos que superen ese porcentaje. En el ejemplo, los controles técnicos que ofrecen menos de 4.5 renovaciones efectivas de aire por hora no son mejores que la protección para las vías respiratorias que se encuentra disponible en el mercado.

En hospitales y otros ambientes cerrados donde haya presencia de personas potencialmente infectadas, entre 6 y 12 renovaciones de aire externo o limpio por hora reducirán significativamente la propagación de enfermedades infecciosas que se

transmitan por el aire. (Ver Figura 3) En instalaciones que no sean de atención de la salud, donde la densidad de ocupación no pueda limitarse a menos de 1 persona cada 2.78 m<sup>2</sup> (es decir, un radio de 1.82 metros), o donde exista la posibilidad de que haya gente infectada, es posible que se necesite una frecuencia de renovación del aire más alta que 6 R/H.

Se deben considerar otros factores para los controles técnicos específicos del sitio, como la renovación de mezcla de aire interno, la cantidad de ocupantes por metro cuadrado de oficina y la dinámica del flujo del aire que ya exista en el lugar. Al seleccionar, instalar y evaluar los controles técnicos para un lugar de trabajo, se debe consultar a un ingeniero mecánico o a un higienista industrial experto que esté familiarizado con los controles de ventilación y la prevención de contagios.

En la mayoría de los edificios de oficinas y de los negocios pequeños, no es necesario utilizar un modelo de dinámica de fluidos computacional (CFD) para alcanzar los resultados deseados. Sin embargo, en edificios complejos con sistemas mecánicos y de ventilación, es posible que el modelo de CFD sea necesario para diseñar e implementar un sistema seguro y sólido.

Los dispositivos de filtrado de aire (AFD) de los filtros HEPA independientes pueden utilizarse para complementar la ventilación de aire externo con sistemas de climatización, a fin de alcanzar la frecuencia de renovación del aire (AER) capaz de reducir de manera significativa las concentraciones de gotas aerosolizadas infecciosas en los lugares de trabajo y en las oficinas. La Guía para el control de contagios ambientales en instalaciones del cuidado de la salud, publicada en 2003 por el CDC, recomienda que los filtros HEPA de recirculación se utilicen para “aumentar las renovaciones de aire de una habitación”. Esta guía también sugiere que “es posible que los dispositivos de recirculación con filtros HEPA se utilicen en instalaciones existentes como controles am-



HEALTHIER WORKPLACES | A HEALTHIER WORLD

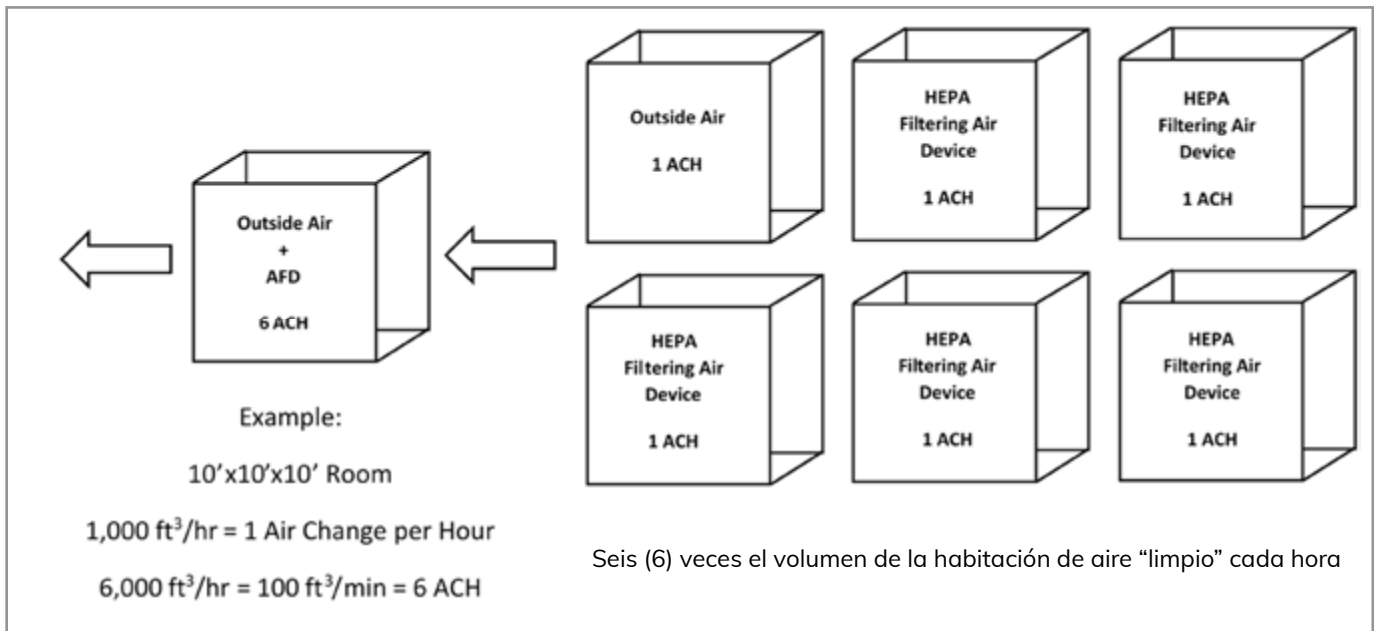


Figura 3

bientales suplementarios provisionales para cumplir con los requisitos para el control de agentes infecciosos que se transmiten por aire". (<https://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/environmental/appendix/air.html#tableb1>)

Sin embargo, no se necesitan filtros HEPA para lograr reducciones significativas en las concentraciones en el aire. También se pueden utilizar filtros mejorados con un valor de reporte de eficiencia mínima (MERV) entre 13 y 15, pero es posible que se necesiten frecuencias de flujo más altas para lograr efectos similares. La instalación de filtros mejorados (con un índice MERV de 13 o más) en sistemas centrales de climatización puede servir para complementar la frecuencia de renovación del aire, lo que disminuye aún más las concentraciones de gotas aerosolizadas infecciosas en el aire de recirculación. Un ingeniero mecánico debe evaluar el aumento de filtración para un sistema de climatización a fin de garantizar que el ventilador pueda soportar el aumento de la carga de presión y que el aire pase por los filtros. Es

posible que se necesite un mayor mantenimiento y más cambios de filtro.

Aunque sea posible que la irradiación germicida ultravioleta (UVGI) y otras tecnologías que desactivan, pero no atrapan, virus puedan reducir las concentraciones de gotas aerosolizadas infecciosas en el aire, muchos factores pueden disminuir su efectividad sin que los usuarios los noten fácilmente. Es posible que estas tecnologías y estos equipos requieran modificaciones significativas en los equipos mecánicos existentes o en el servicio actual.

### Precauciones técnicas

Al aumentar el suministro de aire externo a través de sistemas de climatización, los ingenieros deben tomar precauciones para evitar sobrepasar el diseño y las capacidades operacionales del sistema mecánico. Demasiado aire externo puede elevar los niveles de humedad y causar moho y la proliferación de bacterias dentro del sistema de climatización, sus conduc-



HEALTHIER WORKPLACES | A HEALTHIER WORLD

tos y las áreas ocupadas del edificio. Es posible que se tengan que cerrar de forma temporaria los reguladores de aire externo cuando el área se vea amenazada por contaminación atmosférica por incendios, excavaciones cercanas o actividades de demolición.

Cuando se instalen los AFD, es importante que se evite que los flujos de aire interfieran con los sistemas de climatización actuales o que dirijan el aire potencialmente contaminado dentro de una zona limpia. Generalmente, se necesita la experiencia de un ingeniero, un higienista industrial o un empresario experimentado para ubicar cada dispositivo de forma apropiada.

A fin de garantizar un trabajo efectivo, es necesario que se realice mantenimiento y limpieza constante de los AFD, que incluye el cambio de los prefiltros y los filtros HEPA. Se deben tomar ciertas precauciones para prevenir la exposición de los trabajadores a los virus infecciosos acumulados en los filtros o en el exterior del dispositivo mientras se realiza el mantenimiento o la limpieza de los mismos. Los EPP recomendados para las actividades de mantenimiento, como los cambios de filtro y la limpieza periódica incluyen antiparras, guantes, delantal y respirador N95. Este proceso se debe llevar a cabo cuando no haya personas desprotegidas cerca.

Un ingeniero mecánico debe especificar y revisar cualquier modificación que se les realice a los sistemas de climatización central, ya sea para agregar un nuevo uso del espacio, para cambiar la densidad de ocupación o para mejorar la filtración.

## Conclusiones

A medida que el país se moviliza para reactivar la economía y la educación presencial, debemos considerar seriamente y adoptar controles técnicos efectivos en espacios públicos a fin de proteger la salud de los empleados y de los ocupantes. El uso de tecnologías, equipos y métodos probados que ya existen para controlar las gotas aerosolizadas infecciosas es la forma más segura de reducir el riesgo de propagación de enfermedades. Dependiendo únicamente de las medidas de control que solo ofrecen una protección superficial contra el contagio de enfermedades puede extender esta pandemia hasta que se desarrolle, se produzca y se distribuya una vacuna. Los métodos probados científicamente para controlar la transmisión de enfermedades por aire, como la ventilación mejorada con aire externo y los filtros de alta eficiencia, aún no han sido implementados ampliamente fuera de los establecimientos para el cuidado de la salud.

Los higienistas industriales y los ingenieros mecánicos pueden diseñar, instalar y evaluar controles técnicos que sean capaces de mantener muy bajos los niveles de gotas aerosolizadas infecciosas en espacios cerrados y de ofrecer una protección más segura.

Al trabajar en conjunto, podemos reducir el riesgo de transmisión de enfermedades entre trabajadores y miembros de la comunidad que se encuentren en establecimientos diseñados y mantenidos apropiadamente a través del uso de controles técnicos.



HEALTHIER WORKPLACES | A HEALTHIER WORLD

Apéndice



Derivación de la reducción del riesgo relativo estimado ofrecida por distintas medidas de control descritas en la Figura 2.

Se brindó este suplemento a fin de explicar la forma en la que se derivaron los cálculos de la reducción del riesgo relativo para los protectores faciales y los controles técnicos en la Figura 2 del documento de orientación de la AIHA llamado *Reducción del riesgo de COVID-19 a través del uso de controles técnicos*, Versión 1, 11 de agosto de 2020. Las citas de los estudios publicados y las guías del Centro de Control de Enfermedades (CDC) disponibles se mencionan por referencia, y se analizan las consideraciones de los autores y los colaboradores de la guía.

Rengasamy et al. informaron que es posible que los materiales de tela que se usan comúnmente para elaborar protectores faciales solo ofrezcan una protección superficial contra partículas en el rango de tamaño de las partículas que contengan virus en el aire exhalado. Los niveles de penetración promedio

para los tres tipos de mascarillas de tela fueron de entre un 74 % y un 90 % (lo que significa que atrapan entre un 10 % y un 26 % de las gotas aerosolizadas), mientras que los controles de los medios filtrantes N95 mostraron una penetración de solo 0.12 % en 5.5 cm/seg de velocidad frontal.<sup>(1)</sup>

Los niveles de penetración para tres distintos modelos de toallas y bufandas oscilaban entre 60-66 % y 73-89 % respectivamente. “Los resultados obtenidos en el estudio demostraron que las mascarillas y otros materiales de tela tuvieron niveles entre 40-90 % de penetración instantánea al ser expuestas a gotas aerosolizadas NaCl polidispersas. Del mismo modo, se obtuvieron distintos niveles de penetración (9-98 %) para partículas aerosolizadas NaCl monodispersas de diferentes tamaños en un rango de 20-1000 nm. Dos de cinco mascarillas quirúrgicas



HEALTHIER WORKPLACES | A HEALTHIER WORLD



que fueron evaluadas demostraron niveles de penetración de entre 51-89 % contra partículas aerosolizadas polidispersas.<sup>(1)</sup>

A pesar de no haber sido evaluada en este estudio, la filtración en el sello de la máscara es conocida como una causa de la disminución de la protección respiratoria que ofrezcan los materiales de tela. La penetración de partículas aerosolizadas ocurre en dos direcciones (inhalación y exhalación) en las mascarillas de tela elaboradas con materiales de tela sueltos. Debido a que son holgadas y que tienen filtraciones incluso cuando son utilizadas de la forma correcta, se aplicó un factor de modificación de un 25 %.

Finalmente, que la gente respete el uso apropiado de los protectores faciales cuando se genere la mayor cantidad de gotas aerosolizadas (es decir, al hablar, al ejercitarse, etc.) impacta significativamente en la reducción del riesgo anticipado que estos elementos puedan ofrecer. Debido a errores observados en el uso apropiado de los protectores faciales de tela (es decir, cubrir solo la boca, usarlos por debajo de la pera, o bajárselos al hablar con alguien) se agregó un factor de modificación de un 50 %. Si se utiliza un protector facial solo durante la mitad del tiempo o cubriendo solo la boca, se obtiene una menor reducción del riesgo.

MacIntyre et al. informaron que pruebas de laboratorio demostraron que la penetración de las partículas a través de las telas era muy alto (97 %) en comparación con las mascarillas médicas (44 %), y con las N95 modelo 3M 9320 (<0.01 %) y las N95 3M Vflex 9105 (0.1 %). En otras palabras, las mascarillas de tela probadas en este estudio solo atraparon un 3 % de las partículas aerosolizadas exhaladas.<sup>(2)</sup>

También se evaluó si los trabajadores de la salud cumplían con el uso de las mascarillas médicas y de tela. Se descubrió que solo usaban las mascarillas de tela un 56.5 % del tiempo y un 56.8 %, las mascarillas médicas.<sup>(2)</sup>

Los niveles elevados de penetración inicial que se informaron en los estudios mencionados anteriormente, que van de 40 % a 97 % tienen una eficacia de atrape de 3-60 %. El impacto de las típicas filtraciones y de la frecuente falta de cumplimiento del uso correcto es la base para un cálculo generoso de una reducción del riesgo relativo de un 5-10 % para mascarillas y cobertores faciales de tela. Los estudios sugieren que las mascarillas médicas y quirúrgicas, cuando se usan de forma apropiada y con el pleno cumplimiento, pueden ofrecer más protección, tanto para el que las use como para aquellas personas que se encuentren cerca. Sin embargo, actualmente, no se exige su disponibilidad ni su uso apropiado, ni se consideraron estas cuestiones como la base para la reducción del riesgo relativo estimado para mascarillas y cobertores faciales reutilizables.

Este suplemento no tiene la intención de sugerir que no se utilicen los protectores faciales ni las mascarillas, sino de analizar y reconocer de forma objetiva su aporte a la reducción del riesgo. Teniendo en cuenta el nivel limitado de reducción del riesgo relativo que estos ofrecen, la AIHA ha recomendado la aplicación de controles técnicos para reducir el riesgo a exposición en ambientes cerrados, lo que se prevé que disminuirá la propagación de la enfermedad, incluso en establecimientos no dedicados al cuidado de la salud.

Los cálculos de la reducción del riesgo relativo presentados en la figura anterior que la ventilación con aire externo o la filtración mejorada (es decir, HEPA o MERV 17) puedan ofrecer provienen del modelo que se presenta a continuación. Las concentraciones iniciales y finales de partículas aerosolizadas inhalables fueron configuradas en distintas frecuencias de renovación de aire en una habitación durante un periodo de casi 30 minutos. Del mismo modo, utilizando este modelo también se puede calcular la concentración estable de partículas aerosolizadas con la misma intensidad de la fuente (es decir, gotas



HEALTHIER WORKPLACES | A HEALTHIER WORLD

aerosolizadas que contengan virus y sean exhalados por una persona). La fórmula y su utilidad para el control de enfermedades infecciosas se describen en detalle en la Guía para el control de la infección del ambiente en establecimientos para el cuidado de la salud (2003) del CDC.<sup>(3)</sup>

**t2 – t1 =**

**– [ln (C2 / C1) / (Q / V)] x 60, con t1 = 0 donde:**

t1 = horario inicial en minutos

t2 = horario final en minutos

C1 = concentración inicial del contaminante

C2 = concentración final del contaminante

C1/C2 = 1 – (eficiencia de eliminación/100)

Q = índice del caudal de aire en pies cúbicos/hora

V = volúmen de la habitación en pies cúbicos

Q/V = ACH

1. Rengasamy, S.; Eimer, B.; y Shaffer, R. E.; Simple Respiratory Protection—Evaluation of the Filtration Performance of Cloth Masks and Common Fabric Materials Against 20–1000 nm Size Particles (Protección simple de las vías respiratorias: evaluación del desempeño de filtración de las mascarillas y los materiales comunes de tela contra partículas de un tamaño de 20-1000 nm); Anales de higiene laboral, vol. 54, n.º 7, págs. 789-798, 2010.
2. MacIntyre CR, Seale, H., Dung, , TC, et al.; un grupo de ensayos aleatorios de mascarillas de tela comparadas con las mascarillas médicas en los trabajadores del cuidado de la salud. BMJ Open 2015;5:e006577. doi:10.1136/bmjop-2014-006577
3. Guía para el control de la infección del ambiente en establecimientos para el cuidado de la salud (2003) <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/environmental/appendix/air.html#tableb1>

La AIHA es la asociación de científicos y profesionales dedicados a preservar y a garantizar la salud y la seguridad laboral y ambiental (OEHS) en el lugar de trabajo y en la comunidad. Fue fundada en 1939 y asiste a sus miembros con experiencia, redes, programas de educación integral y otros productos y servicios que los ayudan a mantener los estándares profesionales y de competencia más altos. Más de la mitad de los casi 8500 miembros de la AIHA son higienistas industriales certificados y muchos cuentan con otras profesiones. La AIHA sirve de recurso para aquellos empleados de los sectores públicos y privados, así como también para las comunidades en donde trabajan.



HEALTHIER WORKPLACES | A HEALTHIER WORLD