

# RECINTOS PARA OPERARIO Y COVID-19

La filtración de nanopartículas es esencial para reducir la exposición aérea al COVID-19 en recintos para operarios



Jeffrey L Moredock, Int. Project Lead ISO 23875

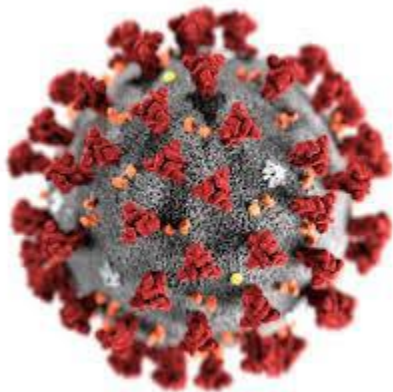
[www.iseee.net](http://www.iseee.net)

### *Una Introducción a ISEEE*

*La Sociedad Internacional de Ingenieros de recintos ambientales (ISEEE), una organización sin fines de lucro, fue establecida en 2012. Desde su fundación, los miembros de ISEEE se han centrado en el desarrollo de la investigación, buenas prácticas y material educativo entorno a la ingeniería de calidad de aire del recinto ambiental. El Taller de Teoría de Cabina Avanzada ISEEE sigue siendo el único curso en el mundo específicamente enfocado en diseño, pruebas de rendimiento y certificación de recintos de operarios en funcionamiento en sus entornos del mundo real. ISEEE proporciona educación, experiencia para el desarrollo de estándares y consulta sobre ingeniería de calidad del aire en recintos ambientales.*



La nueva pandemia de coronavirus ha despertado un interés renovado en comprender cómo se coordinan los medios de filtración y los medios de filtración de prueba para ofrecer protección contra el virus COVID-19 (SARS-CoV-2). Según un artículo reciente publicado en el *New England Journal of Medicine* (febrero de 2020), el tamaño físico del virus COVID-19 varía de 60 nanómetros (nm) a 140 nm. Para comprender la eficacia del filtro de aire en la eliminación del virus en el aire, el método de prueba debe poder evaluar la eficacia del filtro en tamaños de partículas cercanos y dentro del rango de 60 nm a 140 nm.



El estudio de la física y la toxicología de los aerosoles condujo a muchos descubrimientos que han cambiado nuestra comprensión de cómo se comportan y afectan a la salud pública las partículas de menos de 100 nm. Las investigaciones sobre cómo las nanopartículas interactúan con el sistema respiratorio humano destacan que las partículas pequeñas tienen una mayor superficie específica y pueden actuar como un vehículo para transportar compuestos biológicamente activos al pulmón.

El inicio del desarrollo y la fabricación de placas de circuitos impresos y microchips dio lugar a problemas de salud por la exposición a nanopartículas. Durante las últimas décadas, se han desarrollado esfuerzos para abordar las pruebas de filtración que permitan el desarrollo de medios filtrantes capaces de eliminar nanopartículas. En 2009, la Norma Europea (EN) publicó EN 1822 Filtros de aire de alta eficiencia (EPA, HEPA y ULPA) partes 1-5 (EN 1822). Este modelo abordó las pruebas de filtros, la clasificación y el control de calidad para los medios filtrantes de alta eficiencia, proporcionando un criterio para su desarrollo y fabricación.

En 2011, la Organización Internacional de Normalización (ISO) adoptó y homologó la norma EN 1822 en la norma ISO 29463, Filtros de alta eficiencia y medios filtrantes para eliminar partículas de las partes 1 a 5 del aire (ISO 29463). La norma ISO 29463 se mantuvo firme con la EN 1822, excepto para eliminar la clasificación más baja de eficiencia del filtro.

El criterio ISO 29463 aplica una comprensión fundamental de la mecánica de aerosoles para determinar la clasificación de la eficiencia del filtro basada en el tamaño de partícula más penetrante (MPPS). Este es el tamaño de partícula que el filtro es menos eficiente a la eliminación del aire. En otras palabras, es el tamaño de partícula que puede pasar a través del filtro, en el rango más alto.

La Figura 1 proporciona un ejemplo de cómo se determina la MPPS y la eficiencia del filtro. Las concentraciones de nanopartículas se miden antes (fase previa) y después (fase final) de que el aire haya pasado a través de un medio filtrante. El tamaño de partícula con el mayor porcentaje de penetración es el MPPS. La eficiencia del filtro se determina restando el porcentaje de penetración de 100.

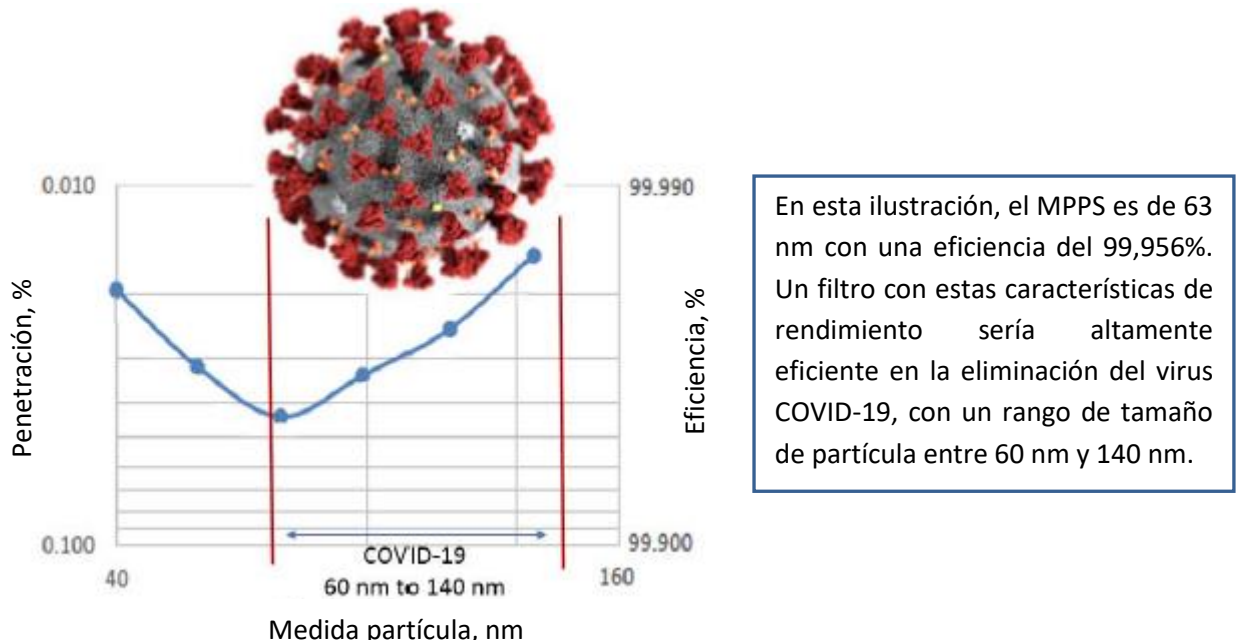
Figura 1 - MPPS y eficiencia del filtro

Puerto	MPPS					
	Partículas a: (en nanómetros)					
	40	50	63	79	100	126
Fase previa	1002553	1004613	1008577	1006247	10012146	1028185
Fase final	302	394	468	404	349	228
Penetración %	0,030	0,039	0,046	0,04	0,034	0,022
Eficiencia %	99,970	99,961	99,954	99,960	99,966	99,978

Por lo tanto, las eficiencias del filtro de los diversos tamaños de partículas se indican en la Figura 1. La eficiencia del filtro en MPPS (63 nm) en la Figura 1, es de 99.954%. A medida que el tamaño de las partículas aumenta o disminuye a partir de 63 nm, la eficiencia del filtro aumenta.

La información proporcionada en la Figura 1 puede aplicarse, en principio, a la gama de tamaños de partículas del virus COVID-19, de 60 nm y 140 nm, de la recientemente publicada en el New England Journal of Medicine (febrero de 2020). En el tamaño de partícula más pequeño de 60 nm, la eficiencia del filtro sería ligeramente superior al 99,954 % y en el tamaño de partícula más grande de 140 nm, la eficiencia del filtro sería >99,978%, ya que el tamaño de partícula es >126 nm. Un filtro con las características de rendimiento demostradas en la Figura 1, sería altamente eficiente en la eliminación del virus COVID-19. La Figura 2 compara las eficiencia y penetración del filtro del ensayo (ejemplo de la Figura 1) con el rango de partículas de 60 nm - 100 nm del Virus COVID-19.

Figura 2 - Eficiencia del filtro en comparación con el tamaño del virus COVID-19



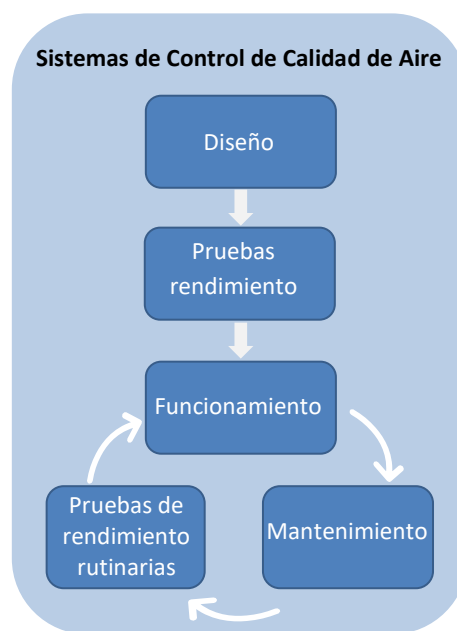
El método de ensayo de la eficiencia del filtro ISO 29463 es adecuado para determinar el MPPS de los filtros de alta eficiencia, que tienen MPPS por debajo de 100 nm.

### CONCLUSIÓN:

Los filtros de alta eficiencia que se someten a ensayo y se clasifican en las normas EN 1822 o ISO 29463 son aplicables a la eliminación del virus COVID-19 a través de medios de filtración por aire. Aunque no existe un estándar o regulación que exija un nivel de eficiencia del filtro para la eliminación del virus COVID-19, se entiende que cuanto mayor sea la clasificación de eficiencia bajo ISO 29463 y EN 1822, más efectivo será el filtro para eliminar el COVID-19 virus del aire.

## APLICACIÓN DE LOS REQUISITOS DE FILTRACIÓN CON ARREGLO A LA NORMA ISO 23875 (UNA NORMA EN FASE DE DESARROLLO) EN RECINTOS DEL OPERARIO PARA LA PROTECCIÓN CONTRA LA COVID-19

Figura 3 - Enfoque del ciclo de vida de la norma ISO 23875 - Minería - Recintos del operario - Sistemas de control de calidad del aire y pruebas de rendimiento de la calidad del aire



*La norma ISO 23875 proporciona requisitos, mejores prácticas e información para lograr una calidad sostenida en el diseño, fabricación, pruebas de rendimiento, uso y mantenimiento del sistema de control de calidad del aire del recinto del operario.*

Los requisitos de la norma ISO 23875 tienen por objeto evitar la exposición a partículas respirables nocivas en el recinto del operario. Como el virus COVID-19 es una partícula, estos aspectos del estándar también se pueden aplicar al evaluar el control efectivo de la exposición del virus COVID-19 aerotransportado a través de la filtración de aire para el operario del equipo/máquina.

En relación a la filtración de aire, la norma ISO 23875 especifica que los filtros de aire de admisión externa y recirculación están presentes y tienen una clasificación mínima de eficiencia de filtro de ISO 15 E, que es 95% eficiente en sus MPPS. Un nivel más alto de clasificación de eficiencia del filtro, ISO 35 H, es recomendado por la norma, por su 99.95% de eficiencia en MPPS. Como se ilustra en la figura 2, un filtro ISO 35 H puede eliminar el virus COVID-19 del aire a una eficiencia mínima de 99,95% a 60 nm, y a una mayor eficiencia en partículas > 60 nm y 60 nm.

El virus COVID-19 puede propagarse por el aire cuando una persona infectada habla, tose, estornuda o se ríe. En cada uno de estos casos, gotas de agua que contienen el virus del tamaño de 60 nm a 140 nm, se emiten desde la boca y/ o la nariz. Cuando esto sucede dentro del recinto del operario o una estación de operario, las gotitas aerotransportadas pueden seguir el flujo de aire y eventualmente entrar en el sistema de recirculación de aire, o las gotitas aerotransportadas pueden asentarse en superficies dentro del recinto del operario.

Si el sistema de recirculación de aire no tiene un filtro de recirculación, las gotitas pasarán al núcleo del evaporador/calentador donde pueden quedar atascadas en el condensador o evaporarse. Estas gotitas cargadas de virus pueden permanecer en el conducto de ventilación o posiblemente volver a entrar a través del sistema de ventilación en el recinto del operario. Si la ventilación se dirige hacia el operario, el virus puede entrar en la zona de respiración del operario. Si un operario infectado con COVID-19 contamina el sistema de ventilación, existe la posibilidad de exponer al siguiente operario al COVID-19 cuando el sistema de ventilación está encendido.

Para proporcionar el mayor nivel de protección contra el virus COVID-19 potencialmente transportado por el aire, el diseño técnico del recinto del operario deberá incluir la filtración del flujo de aire de admisión exterior y recirculación a una eficiencia mínima de ISO 15 E, o mayor eficiencia de ISO 35 H. Estos filtros deben aplicarse a través de un dispositivo o configuración que garantice que no habrá fugas de sellado en la carcasa del filtro. La posibilidad de que el aire contaminado por COVID-19 retorne y contamine el recinto del operario se reduce significativamente cuando se utilizan filtros de admisión y recirculación externos para evitar que el virus entre en el sistema de calefacción, ventilación, compartimiento del aire acondicionado (HVAC) y conductos de ventilación conectados. La eficiencia de la filtración de aire es crítica, sin embargo, debe realizarse junto a un sistema de entrega eficaz, libre de fugas.

Como se ha señalado anteriormente, las gotas de agua cargadas con virus pueden depositarse en superficies dentro del recinto del operario. Por lo tanto, también es importante que se tomen medidas para evitar la transmisión del virus COVID-19 al tocar superficies contaminadas. Estas medidas pueden incluir, entre otras, las siguientes:

- 1) Trabajar en las máquinas con todas las ventanas y puertas cerradas.
- 2) Utilizar buenas prácticas de higiene de manos y buenas prácticas de higiene respiratoria (estornudos o tos en el brazo) para evitar superficies contaminantes en el recinto del operario.
- 3) Limpiar y desinfectar todas las superficies que se tocan fácilmente o con frecuencia al entrar por primera vez (comienzo del turno), volver a entrar o salir (final del turno) del recinto del operario.
- 4) Limpiar y desinfectar todas las superficies que se tocan fácilmente o con frecuencia entre diferentes operarios, ya que esto puede ocurrir con más frecuencia que una vez por turno.
- 5) Usar equipos de protección personal (EPI) al cambiar los filtros de aire de admisión y recirculación externos del recinto del operario, para evitar la exposición del personal de mantenimiento al virus COVID-19.

Es necesario implementar medidas de prevención para evitar la transmisión por contacto, sin embargo, el sistema de ventilación no se puede limpiar y desinfectar fácilmente entre turnos, o por diferentes operarios. Esto magnifica la importancia de la filtración de aire de recirculación como componente clave de la eficacia del recinto del operario para reducir el riesgo de exposición al virus COVID-19.

## Conclusión

La aplicación adecuada de la filtración de alta eficiencia es esencial para reducir el riesgo de exposición aérea al virus COVID-19. En la norma ISO 23875, se abordan los requisitos de diseño técnico y mantenimiento para garantizar la reducción del riesgo de exposición a cualquier partícula aérea. Si se aplican de conformidad con la norma ISO 23875, los filtros clasificados en la norma ISO 29463 pueden ser eficaces para reducir los riesgos de exposición aérea a virus como COVID-19 dentro del recinto del operario.

## Referencias

**ISO. 2020.** *ISO/CD 23875 – Mining - Operator enclosures - Air quality control systems and air quality performance testing.* s.l. : International Organization for Standardization, 2020. Committee Draft. ISO 23875.

**Jing Wang, Paolo Tronville. 2014.** *Toward standardized test methods to determine the effectiveness of filtration media against airborne nanoparticles.* Springer: Journal of Nanoparticulate Research, 2014.

**Moredock, J.L. 2018.** *Best Practices Guide for Developing Highly Effective Environmental Enclosures a/k/a Advanced Cab Theory Workbook.* Jacksonville, FL: International Society of Environmental Enclosure Engineers, 2018.

**Na Zhu, Ph.D., Dingyu Zhang, M.D., Wenling Wang, Ph.D., Xingwang Li, M.D., Bo Yang, M.S.,. 2020.** *A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China.* s.l. : The New England Journal of Medicine, 2020.

**S.A. Kunkel, P. Azimi, H. Zhao, B.C. Stark, B. Stephens. 2017.** *Quantifying the size-resolved dynamics of indoor bioaerosol transport and control.* s.l.: John Wiley and Sons A/S, 2017.

**Vijayakumar, R. 2014.** *Aerosol Mechanics for the Rest of Us.* Liverpool, NY: R. Vijayakumar, 2014.