

Proporciona recursos, información y herramientas para asesorar y ayudar a los trabajadores en general, los trabajadores de la salud y la gerencia para proteger a los trabajadores. en el caso de una pandemia.

El Rol del Higienista Ocupacional en una Pandemia

2da edición, Versión 2

Roger D. Lewis y Robert Strode, editores sénior

Una publicación del Comité de Bioseguridad y Microbiología Ambiental de la AIHA



HEALTHIER WORKPLACES | A HEALTHIER WORLD

El Rol del Higienista Ocupacional en una Pandemia

2da Edición

Roger D. Lewis y Robert Strode, Editores Senior

Una publicación del Comité de Bioseguridad y Microbiología Ambiental de la AIHA



HEALTHIER WORKPLACES | A HEALTHIER WORLD

Publicado por AIHA
Falls Church, VA

Descargo de responsabilidad

Esta publicación fue desarrollada por expertos con conocimiento, entrenamiento y experiencia en varios aspectos de salud, seguridad ocupacional y ambiental, trabajando con información que estaba disponible al momento de la publicación. La Asociación Americana de Higiene Industrial (AIHA®), como editor y el(los) autor(es) han sido diligentes para garantizar que los materiales y métodos utilizados en este libro reflejan las prácticas predominantes en salud, seguridad ocupacional y ambiental. Sin embargo, es posible que ciertas políticas o procedimientos discutidos requieran modificaciones debido a cambios en las reglamentaciones federales, estatales, locales o internacionales.

AIHA® y el(los) autor(es) renuncian a cualquier responsabilidad, pérdida o riesgo que resulte directa o indirectamente del uso de las prácticas o teorías presentadas en esta publicación. Además, es responsabilidad del usuario el mantenerse informado de cualquier cambio en las reglamentaciones federales, estatales, locales o internacionales que puedan afectar el material aquí incluido, así como las políticas adoptadas específicamente en el lugar de trabajo del usuario.

La mención específica de fabricantes o productos en este libro no representa una aprobación por parte de AIHA® o del autor o autores.

Copyright © 2021 por AIHA®

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida en ninguna forma ni por ningún otro medio – gráfico, electrónico, o mecánico, incluyendo fotocopias, cintas o sistemas de almacenamiento o recuperación de información- sin permiso escrito del editor.

Diseño del libro por Jim Myers
Apoyo editorial de Lisa Lyubomirsky

Número de inventario: SEPG21-711
ISBN: 978-1-950286-01-0

AIHA
3141 Fairview Park Drive, Suite 777
Falls Church, VA 22042
Teléfono: (703) 849-8888
Fax: (703) 207-3561
Correo electrónico: infonet@aiha.org
aiha.org

Índice de Contenidos

Los editores, autores y revisores.....	v
Agradecimientos y Dedicatoria.....	vii
I.Introducción.....	1
A. La versión anterior (2006).....	1
B. Metas y objetivos de la revisión.....	1
C. Nuevas secciones añadidas a la versión revisada y por qué se añadieron.....	1
D. Principal destinatario.....	1
E. Cómo se elaboró el documento.....	2
F. Lecciones aprendidas.....	2
II.Roles y responsabilidades.....	2
A. El Higienista Ocupacional durante una pandemia.....	2
B. Lecciones aprendidas.....	4
III.Peligros transmisibles con potencial pandémico.....	5
A. Consideraciones generales.....	5
B. Glosario de definiciones y términos más recientes.....	5
1. Definiciones de peligros transmisibles.....	5
2. Terminología relacionada a las partículas y a la transmisión.....	6
C. Categorías de riesgo biológico desarrolladas para laboratorios.....	7
D. Lecciones aprendidas.....	7
IV. Evaluación de la exposición.....	9
A. Evaluación ocupacional y ambiental de peligros biológicos.....	9
B. Modos de transmisión.....	10
1. Principio de precaución.....	11
2. Transmisión aérea.....	11
3. Transmisión por contacto.....	14
C. Concepto de Salud en Exposición Total en una pandemia.....	15
D. Bandas de exposición ocupacional (OEB, por sus siglas en inglés).....	16
1. Definición.....	16
2. Usos conocidos.....	17
3. Uso de niveles para la asignación de OEB.....	17
4. Limitaciones de las OEB.....	17
5. Potencial de uso en el futuro: OEB para agentes infecciosos.....	17
E. Lecciones aprendidas.....	18
V. Controles recomendados.....	21
A. Consideraciones generales.....	21
B. Controles en la fuente.....	22
1. Controles en la fuente para la inhalación de partículas.....	22
2. Controles en la fuente para la transmisión por contacto.....	23
C. Controles en las vías.....	24
1. Controles en la vía para prevenir la inhalación de partículas infecciosas.....	24
2. Controles en la vía de transmisión por contacto.....	33
3. Verificación del control en la vía aérea y superficie.....	35
D. Controles en el receptor.....	37
1. Higiene de las manos.....	37
2. Equipo de protección respiratoria (EPR) y equipo de protección personal (EPP).....	38
E. Integración de múltiples modos de transmisión.....	40
F. Banda de control para las exposiciones de los trabajadores.....	41
1. Antecedentes.....	41
2. Bandas de control para organismos pandémicos.....	42
G. Lecciones aprendidas.....	46

VI. Comunicación y Coordinación	51
A. Planificación de las comunicaciones.....	51
B. Establecer políticas a seguir durante una pandemia.....	52
C. Comunicar y educar a los empleados y a las personas afectadas de las comunidades atendidas	52
D. Coordinar con organizaciones externas y asistencia pública/ayuda a la comunidad.....	53
E. Comunicación/coordinación con los trabajadores.....	54
F. Plan para el impacto de una pandemia en el personal.....	54
G. Mapeo de mensajes donde el idioma puede ser una barrera	55
H. Comunicación con el público.....	56
I. Especialistas médicos y de control de infecciones y prevención	56
1. Composición del Comité de Pandemia.....	56
2. Revisión del modo de transmisión.....	56
3. Experiencia en control de ingeniería y selección de EPP	56
4. Revisar el riesgo toxicológico del uso de desinfectantes.....	57
J. Personal de respuesta a emergencias/preparación para emergencias y agencias de salud pública.....	57
K. Lecciones aprendidas.....	58
VII. Sensores, análisis, seguimiento y gestión de datos	58
A. Tecnología de sensores.....	58
1. Detección próxima al tiempo real y dispositivos portátiles de campo.....	59
2. Pruebas portátiles de reacción en cadena de la polimerasa	59
3. Termómetros infrarrojos	60
4. Uso de tecnología portátil emergente para la detección.....	60
B. Análisis, seguimiento y gestión de datos	60
C. Gestión y análisis de datos.....	61
Apéndice 1: Plan para el impacto en una organización y su misión	63
Apéndice 2. Elaboración de un plan de continuidad del negocio.....	67
Apéndice 3. Cierre y reapertura	71
Apéndice 4. Consideración especial para trabajadores con condiciones médicas preexistentes.....	75
Apéndice 5. Industrias con desafíos únicos	76

Los editores, autores y revisores

Este documento está patrocinado y mantenido por el comité de Bioseguridad y Microbiología Ambiental de la Asociación Americana de Higiene Industrial (AIHA®). Este esfuerzo de colaboración incluyó a miembros del Comité de Bioseguridad y Microbiología Ambiental, el Comité de Calidad Ambiental en Interiores, el Grupo de Trabajo para el Cuidado de la Salud, el Comité de Preparación y Respuesta a Emergencias y el presidente del Grupo de Trabajo de Respuesta a la Pandemia de la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH, por sus siglas en inglés). Los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC, por sus siglas en inglés) proporcionaron una subvención para este trabajo a través de la Oficina Nacional de la Asociación Americana de Higiene Industrial, Fairfax, VA, Subvención # CDC-RFA-CK20-2003. Los miembros del comité de la AIHA y otros voluntarios no recibieron ninguna compensación por la redacción o edición de este documento.

Esta iniciativa educativa fue financiada por un acuerdo con el CDC (Subvención # 1 NU50CK000583-01-00) y AIHA®. EL CDC es una agencia dentro del Departamento de Salud y Servicios Humanos en los Estados Unidos de América (HHS, por sus siglas en inglés). El contenido de este centro de recursos no representa necesariamente las políticas o los puntos de vista del CDC o del HHS y no debe considerarse como un respaldo del gobierno federal.

Autores participantes y afiliaciones

Sidney Siu, MD, CIH, FRCPC, ABPM, FAIHA, FACOEM (Canadá)
Lisa M. Brosseau, ScD, CIH: Docente (retirado): Consultor de Investigación, Universidad de Minnesota, Centro de Investigación y política sobre enfermedades infecciosas
Pablo Sanchez Soria, PhD, CIH: Toxicólogo Senior, CTEH, LLC
Dana Stahl, CIH: Gerente de Seguridad y Salud, Biblioteca Pública de Seattle
Donald M. Weekes, CIH, CSP, FAIHA: Retirado
Roger D. Lewis, PhD, CIH, FAIHA: Docente emérito de Salud Ambiental y Ocupacional, Escuela de Salud Pública y Justicia Social, Universidad de Saint Louis
Christopher Kuhlman, PhD, CIH, DABT: Toxicólogo Senior, CTEH, LLC
Steven Welty, CIE, CAFS, LEED AP, Miembro titular de ASHRAE: Green Clean Air, Reston, VA
Stephen Derman, CIH, FAIHA: Centro de Investigación de Palo Alto, Servicios de Seguridad y Salud Ambiental de Medishare
Kee-Hean Ong, PhD, MPH, CIH, CSP
K. A. N. Aithinne, PhD, CIH, GSP, CPH: Científica en aerosoles, JHU/APL
LT John A. Engel, MS CIH
Rob Strode, MS, CIH, FAIHA: Chemistry & Industrial Hygiene, Inc.

Traducción

Erick Febres Mostacero, Ing, MBA, Junta Directiva de APEHO
Jenny Carolina Valdivia Valentín, Ing, Comité de Traducciones Técnicas APEHO
Renzo A. Velapatiño Salvatierra, Ing, Junta Directiva de APEHO
Raúl Grau Sánchez, Ing, Comité de Traducciones Técnicas APEHO
Lucinette Alvarado, CIH, Junta de Directores, AIHA

Contribuciones de los autores en orden de aparición

I. Introducción: Roger Lewis

II. Funciones y responsabilidades: Roger Lewis

III. Peligros transmisibles con potencial pandémico: Rob Strode y Lisa Brosseau

IV. Evaluación de la exposición: Roger Lewis, Kae Aithinne, Steven Welty, Lisa Brosseau y Rob Strode

V. Controles recomendados: Donald Weekes, Lisa Brosseau, Steven Welty, Steven Derman, Rob Strode y Roger Lewis

VI. Comunicación y coordinación: Pablo Sanchez-Soria, Christopher Kuhlman y Sidney Siu

VII. Sensores, análisis, seguimiento y gestión de datos: John Engel y Kee-Hean Ong

Lecciones aprendidas: Sidney Siu, Roger Lewis y Rob Strode

Apéndice 1. Plan para el impacto en una organización y su misión: Dana Stahl

Apéndice 2. Desarrollando un plan de continuidad del negocio: Dana Stahl

Apéndice 3. Cierre y reapertura: Dana Stahl

Apéndice 4. Consideración especial para trabajadores con condiciones médicas preexistentes: Sidney Siu

Apéndice 5. Industrias con desafíos únicos: Estudiantes de la Universidad de Saint Louis, período académico de primavera, clase 2021 PUBH-2300, "Cuestiones contemporáneas en salud global."

Editores

Roger D. Lewis y Robert Strode son los editores senior de la edición revisada (2021) de *El Rol del Higienista Industrial en una pandemia*. Editores por apartado en el orden en que aparecen:

I. Introducción – Roger Lewis

II. Funciones y responsabilidades – Roger Lewis

III. Peligros transmisibles con potencial pandémico – Lisa Brosseau

IV. Evaluación de la exposición – Roger Lewis

V. Controles recomendados – Donald Weekes

VI. Comunicación y coordinación – Pablo Sanchez-Soria

VII. Sensores, análisis, seguimiento y gestión de datos – John Engel

Apéndices – Sidney Siu

Agradecimientos

Los autores de este documento reconocen la ardua labor y las excelentes habilidades de organización de Tara Laptew, Alla Orlova y Lisa Lyubomirsky del staff de AIHA. Este documento no se habría logrado sin su apoyo. Agradecemos al Coordinador de la Junta del Comité de Bioseguridad y Microbiología Ambiental de AIHA, Bernard L. Fontaine. Agradecemos al Comité de Bioseguridad y Microbiología Ambiental, cuyo liderazgo nos guió a través de este proceso: Presidente: Kee-Hean Ong; Vicepresidente: Kae Aithinne; Secretaria: Ashley Augspurger; Presidente saliente: Joshua Schaeffer; Secretario electo: John Engel.

Estudiantes de Roger Lewis en la Universidad de Saint Louis, período académico primavera, 2021, cuestiones contemporáneas en salud global, investigaron y escribieron el Apéndice 5 sobre los desafíos únicos en las industrias que enfrentan pandemias. Los estudiantes autores incluidos: Diva Agarwal, Dana Alsheklee, Deema Alyami, Emma Anderson, Nicole Balmaceda, Andy Banda, Kristin Beduhn, Daniel Blunt, Ed Chau, Nupur Chowdhury, Syreille Clement, Elena Dixon, Dalia Dzekic, Cayla Guarnizo, Kaylee Gutzke, Lacy Hance, Muneeb Hasan, Claire Jenness, Viashali Lingutla, Christa Lolley, Grace Maliborksi, Abigail Maloney, Julieth Masirori, Kathryn Mueller, Paula Naharros, David Olander, Amber Ray, Alayna Roderique, Amela Sijecic, Megan Spasenoski, Rachel Van de Riet, Pooja Velury y Delaney Walker.

La revisión por expertos fue realizada por:

- Revisores internos: Thomas Fuller, ScD, CIH, CSP, MSPH, MBA, FAIHA; Stephen Larson, MS, CSP, CIH; Kenneth F. Martinez, CIH, CEO, IBEC; Coreen Robbins, MHS, PhD, CIH; y William Bahnfleth, PhD, PE, FASHRAE, FASME, FISIAQ
- Revisores externos: Kendra Broadwater, MPH, CIH, CSP; Scott E. Brueck, MS, CIH; Alberto Garcia, MS; Kevin L. Dunn, MS, CIH; Weston DuBose, MPH; Melissa Edmondson, MS, CIH, CPH; Eric Glassford, MS, CIH; Laura E. Reynolds, MPH, BSN, RN; Jess Rinsky, PhD, MPH; John E. Snawder, PhD; y Christine Niemeier-Walsh, PhD
- Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) y el CDC

Dedicatoria

La contribución de Roger Lewis a esta publicación está dedicada a la memoria de David A. Sterling, PhD, CIH, ROH, FAIHA, miembro y funcionario del Comité de Publicaciones de AIHA desde 1990–2003.

I. Introducción

A. La Versión Anterior (2006)

Mientras se finalizaba este documento en la primavera del 2021, la pandemia por la enfermedad del coronavirus 2019 (COVID-19) había provocado casi 600 000 muertes (hasta el 10 de junio de 2021)¹ solo en los Estados Unidos apareció inesperadamente y sin preparación para muchas personas, incluyendo el gobierno y el área médica. Sin embargo, los autores de la primera versión de “The Role of the Industrial Hygienist in a Pandemic”, publicado en 2006 por el Comité de Bioseguridad y Microbiología Ambiental (BEM, por sus siglas en inglés) de la AIHA®, habían anticipado que tal pandemia no solo era posible sino probable.²⁻⁴

El documento del 2006 pedía el distanciamiento social como primera línea de protección contra la influenza pandémica (gripe). El documento también promovió planes para realizar videoconferencias con los empleados y evitar entornos con poca ventilación. Estas, junto con muchas otras prácticas recomendadas en 2006, se implementaron 14 años después durante la pandemia del COVID-19.

La principal preocupación de los autores de esta primera versión y de la comunidad de la salud en general era la posible aparición de una gripe aviar, como el subtipo H5N1. El temor de que el H5N1 pueda convertirse en una pandemia masiva aún no se ha materializado. El potencial de los virus de la influenza como el H5N1, los coronavirus como el SARS-CoV-2 y otros virus para mutar y volverse más patógenos o desarrollar la capacidad de infectar a los humanos y volverse eficientes en la transmisión de persona a persona seguirá siendo un desafío en el futuro para los higienistas industriales.⁵

B. Metas y Objetivos de la Revisión

El propósito de esta guía es mejorar y expandir los recursos, la información y las herramientas que el higienista industrial necesita para proteger al público trabajador de los riesgos de una pandemia. La urgencia de la actual pandemia del COVID-19 ha reunido nuevamente al Comité BEM de la AIHA®, junto con miembros de otros comités de esta asociación, para actualizar la versión de 2006. El comité usó la versión original como punto de partida para esta actualización y luego editó las secciones existentes y agregó nuevas

secciones para actualizar la información más reciente del COVID-19. La intención es que este documento sirva para preparar a los higienistas ocupacionales y a los profesionales de la salud y seguridad ocupacional en futuras pandemias.

C. Nuevas Secciones añadidas a la versión revisada y por qué se añadieron

La versión de 2006 abordó varias áreas consideradas cruciales para abordar las preocupaciones de higiene ocupacional de las pandemias.² Estas incluyeron las funciones y responsabilidades de los higienistas ocupacionales, una discusión general sobre los peligros biológicos y cómo se transmiten, controles recomendados utilizando la jerarquía tradicional de controles y selección de equipo de protección personal (EPP), especialmente en relación con el uso de respiradores. Estas secciones se han editado y ampliado para incluir un glosario, o “léxico”, para discutir los términos a menudo confusos y controversiales para los peligros transmisibles. Se ha agregado una sección sobre evaluación de la exposición, que considera la salud de la exposición total y la evaluación de la exposición de agentes biológicos e infecciosos. Una sección sobre controles explora el concepto de fuente, transmisión y receptores como una alternativa para comprender el cómo abordar la propagación de agentes infecciosos en el lugar de trabajo. La sección de controles proporciona una discusión sólida sobre las bandas de control junto con vistas detalladas de las tecnologías de control actuales y futuras.

Las guías del 2006 reflejaron la importancia de la comunicación y la coordinación de los desafíos pandémicos con los profesionales del control de infecciones y los servicios de emergencia. Se abordaron los pasos para las políticas y planes de protección del lugar de trabajo y la coordinación con los empleados, la gerencia y el público. Estas secciones se han ampliado mucho y reconocen, entre otras cosas, la importancia de la cultura y el idioma en la comunicación con un lugar de trabajo diverso. Para abordar estas y otras “lecciones aprendidas”, hemos agregado nuevas secciones sobre lecciones aprendidas a secciones individuales de este documento.

D. Principal destinatario

Este documento fue escrito orientado al higienista ocupacional de carrera. Esperamos que tanto los higienistas ocupacionales como

los arquitectos, ingenieros y profesionales de la seguridad, la atención médica y la salud pública se beneficien de la lectura o a la revisión de las secciones pertinentes.

E. Cómo se elaboró el documento

Como gran parte del trabajo de oficina en 2020, este documento se creó a través de llamadas de teleconferencia, múltiples correos electrónicos y llamadas telefónicas. Las secciones se integraron rápidamente durante el otoño del 2020 y en los primeros meses del 2021.

F. Lecciones aprendidas

- Las guías deberían ser actualizadas con mayor frecuencia a medida que nueva información significativa se vuelva disponible o al menos cada 5 años.
- El contenido de las guías debe reflejar los últimos avances de la ciencia, las enfermedades infecciosas emergentes con potencial pandémico y el papel cambiante del higienista industrial en la anticipación, el reconocimiento, la evaluación y el control de una pandemia.

Sección I. Referencias

1. **Allen J, Almukhtar S, Aufrichtig A, et al.** Coronavirus in the U.S.: Latest Map and Case Count. www.nytimes.com/interactive/2021/us/covid-cases.html. Accessed July 27, 2021.
2. **AIHA Biosafety and Environmental Microbiology Committee.** *The Role of the Industrial Hygienist in a Pandemic*. Fairfax, VA: American Industrial Hygiene Association, 2006.
3. **Walter L.** Industrial Hygienists Urge Businesses to Prepare for a Pandemic Now. May 4, 2009. <https://www.ehstoday.com/industrial-hygiene/article/21909294/industrial-hygienists-urge-businesses-to-prepare-for-a-pandemic-now>.
4. **Branswell H.** What happened to bird flu? How a major threat to human health faded from view. STAT News. February 3, 2019. www.statnews.com/2019/02/13/bird-flu-mutations-outlook.
5. **Fennelly KP.** Particle sizes of infectious aerosols: implications for infection control. *Lancet Respir Med* 8(9): 914-924, 2020. doi: 10.1016/S2213-2600(20)30323-4.

II. Roles y responsabilidades

A. EL Higienista Ocupacional durante una pandemia

La primera versión de este documento describía las funciones y responsabilidades del higienista industrial en una pandemia de la siguiente manera: “brindar asesoría y recomendaciones sobre medidas de control para el lugar de trabajo y la comunidad... en coordinación con el especialista en prevención y control de infecciones, en base a las mejores fuentes de información disponibles.”¹ Esta fue una importante recomendación, pero la pandemia de la COVID-19 ha ampliado y quizás profundizado estos roles y responsabilidades y puede orientar los esfuerzos de prevención y control de los higienistas industriales en futuras pandemias. A partir de las experiencias recopiladas en 2020-2021, es evidente que los higienistas industriales deben comunicar claramente las pautas de salud y seguridad. Esto incluye la siguiente información:

- Entendimiento de la ciencia de los aerosoles y de los patógenos respirables (es decir, no existe una línea clara entre la transmisión de virus por gotitas respiratorias y por el aire);²
- Las fuentes de infección se pueden controlar mediante coberturas apropiadas para la nariz y la boca (“cobertores faciales”);
- Los cobertores faciales son distintos a los respiradores (equipos de protección respiratoria), lo que podría reducir notablemente la necesidad de políticas gubernamentales que protejan a los trabajadores altamente expuestos y vulnerables y a aquellos con quienes trabajan;
- Necesidad de investigación innovadora en el muestreo y control de patógenos aéreos en los centros de trabajo;
- Necesidad de investigación y desarrollo en el área de límites ocupacionales de agentes biológicos en los centros de trabajo.

Esta última necesidad es una tarea difícil, pero posiblemente será superada en el futuro a medida que evolucionen los métodos analíticos y la comprensión de la transmisión de infecciones y la infectividad.³

Es responsabilidad del higienista industrial llamar la atención sobre el impacto que tendrá una pandemia en los trabajadores. Esto es fundamental para el centro de trabajo del higienista industrial y, en un aspecto más

amplio, para todos los trabajadores. Los socorristas y los trabajadores esenciales en campos como la atención médica, el almacenamiento, el transporte por carretera, las tiendas de comestibles y el procesamiento de alimentos nos permiten al resto de nosotros un mínimo de vida normal durante una pandemia y mantienen la economía en movimiento cuando las empresas cierran.

Tras revisar el brote de síndrome respiratorio agudo severo (SARS) de 2003 en Canadá, la Comisión SARS de Ontario indicó que los profesionales industriales (ocupacionales) eran miembros esenciales de un equipo de respuesta a una pandemia.⁴ El informe final de la Comisión SARS señaló que cuando se implementaron enfoques basados en higiene en las primeras etapas para ayudar a planificar y contener el brote en Columbia Británica, las infecciones se contuvieron mucho mejor que en Ontario, donde no se incluyeron enfoques similares. La respuesta de Ontario se basó en gran medida en el sector de la salud para las prácticas y los controles, mientras que la respuesta de Columbia Británica se basó principalmente en los aportes de la Junta de Compensación para Trabajadores, que incluyeron la implementación de prácticas y controles típicos de higiene industrial e inspecciones por parte de higienistas ocupacionales.⁴

Los higienistas industriales tienen experiencia previa con el SARS y conocimiento y experiencia en la ciencia de la exposición y otros aspectos importantes de la protección de los trabajadores, incluida la protección de los trabajadores esenciales que regresaban al trabajo. A pesar de esta experiencia, la Agencia de Seguridad de Infraestructura y Ciberseguridad de los Estados Unidos (CISA) no identificó a los higienistas industriales como trabajadores esenciales durante las fases iniciales de la pandemia de la COVID-19. Afortunadamente, AIHA (con el apoyo de varias otras organizaciones de salud y seguridad ocupacional y ambiental) solicitó el estatus de trabajador esencial, y en abril de 2020, los higienistas industriales se incluyeron en la lista consultiva de CISA “Personal Esencial de Infraestructuras Críticas”.⁵ Es demasiado pronto para conocer el impacto que tuvieron los higienistas industriales en la respuesta a la COVID-19, ya que la historia de la pandemia aún sigue desarrollándose. Sin embargo, el papel “esencial” que tienen los higienistas

industriales en la protección de los trabajadores de todos y cada uno de los riesgos para la salud en el trabajo ya no está en duda.

La preparación para una respuesta a una pandemia requiere que los higienistas industriales tengan un papel importante en su organización y su misión (Apéndice 1). Esto incluirá muchas consideraciones, como el desarrollo de un plan de continuidad del negocio (Apéndice 2), la redacción de un plan de cierre y reapertura (Apéndice 3), la inclusión de consideraciones especiales para los trabajadores con condiciones médicas preexistentes (Apéndice 4) y la comprensión de los desafíos únicos que enfrentan las industrias durante una pandemia (Apéndice 5).

Los higienistas industriales deben estar al tanto de las últimas investigaciones que demuestran cómo se originan los agentes biológicos, cómo se amplifican y cómo se transmiten a los seres humanos, utilizando una comprensión de “Una Salud”.⁶ La globalización del mundo actual no terminará con la pandemia de COVID-19, y los higienistas industriales deben estar al lado de la comunidad de salud pública en general para prevenir y, si es necesario, ayudar a controlar la próxima pandemia.

Por último, el higienista industrial debe recordar que, en una pandemia, “lo perfecto no debería ser enemigo de lo bueno”. Esto puede ilustrarse con la necesidad de encontrar una métrica para el aumento de la ventilación para reducir la exposición al SARS-CoV-2 más allá de simplemente “más aire de dilución es mejor que ninguno”. Los higienistas industriales pueden encontrar recursos sobre cómo abordar la ventilación para los agentes infecciosos en los lugares de trabajo, las escuelas y los lugares de culto.⁷⁻⁹ Otro ejemplo de una solución beneficiosa pero imperfecta fue el énfasis que pusieron las autoridades de salud pública en el uso de cobertores faciales de tela o papel por parte del público en general. Aunque las cubiertas faciales tienen limitaciones significativas (por ejemplo, permiten la transmisión viral y no son el equivalente de un respirador aprobado por el NIOSH), se consideraron útiles para la reducción de la fuente y, en menor medida, para la protección del receptor cuando son utilizadas por el público en general.¹⁰ Basándose en la experiencia de la COVID-19, es posible que nunca haya un suministro de N-95 suficiente para que toda la población lo utilice en una pandemia prolongada. Sin embargo, el higienista

industrial debe enfatizar la necesidad de que los empleados tengan los respiradores y otros equipos de protección personal (EPP) adecuados, independientemente de lo que las autoridades de salud pública sugieran que debe usar el público en general. Cuando el equipo de protección respiratoria (EPR) es necesario durante una pandemia, el higienista industrial debe comunicar claramente las limitaciones y cómo debe usarse.

Los desacuerdos entre los académicos y los profesionales sobre las tecnologías de control más apropiadas para aplicar en una pandemia deben considerarse como una parte saludable del debate científico. Dicho esto, los higienistas industriales no deben esperar al margen mientras otras profesiones y organizaciones redactan documentos de posición que describen los mejores métodos para proteger la salud de los trabajadores.

B. Lecciones aprendidas

- Los higienistas industriales deben ser más visibles y participar en la toma de decisiones sobre salud y seguridad antes, durante y después de la pandemia.
- Los higienistas industriales pueden desempeñar un papel importante colaborando y educando a los ingenieros y el personal de salud pública y de asistencia sanitaria. Los higienistas industriales pueden mejorar la comprensión de las exposiciones y los riesgos asociados a los agentes pandémicos, así como explicar cómo controlar esas exposiciones y riesgos.
- Aunque hubiera sido ventajoso haber actualizado este documento antes de la actual pandemia, el retraso fue algo fortuito. Durante la pandemia de SARS-CoV-2, se generó una gran cantidad de información científica nueva y otra relacionada con la pandemia, que vale la pena incluir en esta guía. Además, los conocimientos adquiridos sobre el papel del higienista industrial son valiosos para las respuestas actuales y futuras a la pandemia. Sin embargo, la información proporcionada en este documento se limita, necesariamente, a la información disponible en el momento de la edición (mayo de 2021), y es probable que haya nueva información disponible antes de su publicación.

Sección II. Referencias

1. **AIHA Biosafety and Environmental Microbiology Committee.** *The Role of the Industrial Hygienist in a Pandemic.* Fairfax, VA: American Industrial Hygiene Association, 2006.
2. **Górny RL.** Microbial aerosols: sources, properties, health effects, exposure assessment—a review. *KONA* 37: 64-84, 2020. doi: 10.14356/kona.2020005.
3. **Wolfe ND, Daszak P, Kilpatrick AM, Burke DS.** Bushmeat hunting, deforestation, and prediction of zoonotic disease. *Emerg Infect Dis* 11(12): 1822-1827, 2005. doi: 10.3201/eid1112.040789.
4. **Commission to Investigate the Introduction and Spread of SARS in Ontario; Campbell A.** *Spring of Fear: Final Report of the SARS Commission,* Honorable Justice Archie Campbell, Commissioner. 2006. http://www.archives.gov.on.ca/en/e_records/sars/report.
5. **Cybersecurity & Infrastructure Security Agency (CISA).** *Guidance on the Essential Critical Infrastructure Workforce: Ensuring Community and National Resilience in COVID-19 Response Version 4.0.* Washington, D.C.: U.S. Department of Homeland Security, 2020. <https://www.cisa.gov/publication/guidance-essential-critical-infrastructure-workforce>.
6. **Evans BR, Leighton FA.** A history of One Health. *Rev Sci Tech* 33(2): 413-420, 2014. doi: 10.20506/rst.33.2.2298.
7. **Allen J, Spengler J, Jones E, Cedeno-Laurent J.** *5-Step Guide to Measuring Ventilation Rates in Classrooms.* Harvard T.H. Chan School of Public Health, 2020. <https://schools.forhealth.org/wp-content/uploads/sites/19/2020/08/Harvard-Healthy-Buildings-program-How-to-assess-classroom-ventilation-08-28-2020.pdf>.
8. **ASHRAE Epidemic Task Force.** *Core Recommendations for Reducing Airborne Infectious Aerosol Exposure.* Published January 6, 2021. <https://www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/covid-19/core-recommendations-for-reducing-airborne-infectious-aerosol-exposure.pdf>.
9. **ASHRAE Epidemic Task Force.** *Communities of Faith Buildings 2020.* Updated December 15, 2020. <https://www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/covid-19/ashrae-communities-of-faith-c19-guidance.pdf>.
10. **O'Dowd K, Nair KM, Forouzandeh P, et al.** Face masks and respirators in the fight against the COVID-19 pandemic: a review of current materials, advances and future perspectives. *Materials (Basel)* 13(15): 3363, 2020. doi: 10.3390/ma13153363.

III. Peligros transmisibles con potencial pandémico

A. Consideraciones generales

Aunque esta directriz se centra en los peligros biológicos transmisibles, el higienista industrial debe reconocer que los peligros asociados a las pandemias no se limitan al organismo responsable. Por ejemplo, hay múltiples peligros asociados con el uso y la manipulación de desinfectantes aplicados en superficies y equipos. El higienista industrial también debe reconocer que la identificación de los peligros y la evaluación de los riesgos difieren cuando se evalúan los agentes biológicos frente a los agentes químicos y físicos. Los agentes químicos y físicos se evalúan normalmente sobre una base cuantitativa (por ejemplo, concentraciones medidas que se comparan con los límites de exposición ocupacional o ambiental y los criterios basados en el riesgo). Los riesgos asociados a la exposición a los agentes biológicos suelen determinarse de forma cualitativa, con variaciones significativas basadas en factores como la susceptibilidad del huésped, la patogenicidad del agente, la estabilidad del agente en el medio ambiente, el modo de transmisión y la disponibilidad de intervenciones terapéuticas (por ejemplo, tratamiento o vacunas).

B. Glosario de definiciones y términos más recientes

El lenguaje, las definiciones y los términos asociados con las enfermedades transmisibles pueden ser nuevos para muchos higienistas industriales. El siguiente glosario se proporciona para ayudar al higienista industrial a comunicarse de manera efectiva con otros profesionales con los que probablemente interactúe durante una pandemia, incluyendo el control de infecciones, la salud pública y el personal de atención médica. Lamentablemente, estos profesionales no siempre utilizan las mismas definiciones que los higienistas industriales. Por lo tanto, los términos que se mencionan a continuación pueden no ser definidos como lo harían los higienistas industriales o las profesiones aliadas. Los términos relacionados con las enfermedades transmisibles y la transmisión de enfermedades se definen aquí en un lenguaje relativamente sencillo en un intento de proporcionar definiciones de trabajo que

salven las diferencias entre las profesiones. Mientras que algunas de estas definiciones están parafraseadas de diccionarios estándar o médicos, otras representan una definición combinada que los autores tomaron de múltiples fuentes, incluyendo diccionarios estándar y médicos y los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC). Cuando las definiciones no se han parafraseado, se ha facilitado la fuente y/o la cita.

1. Definiciones de peligros transmisibles

Transmisible - se refiere a la capacidad de un agente infeccioso (o toxina biológica) de transmitirse de un individuo infectado a un huésped susceptible mediante la transmisión directa o indirecta del agente infeccioso o sus productos. La transmisión de agentes transmisibles también puede producirse a través del contacto del huésped con fluidos contaminados (por ejemplo, sangre), otro animal, un vector o un objeto inanimado del entorno (es decir, un fómite).

Transmisión directa - se refiere a la transmisión de un agente infeccioso que ocurre directamente entre individuos infectados y no infectados. En general, se refiere a la transmisión por contacto directo y a la transmisión que se produce a través de gotitas, o aerosoles, expulsados por la persona infectada y absorbidos, o inhalados, respectivamente, por el receptor cercano no infectado.

Endémica - se refiere a una enfermedad que se encuentra típicamente sólo en un pueblo, región o país en particular [por ejemplo, Coccidioidomicosis (Fiebre del Valle)].

Epidemia - se refiere a un aumento, a menudo repentino, del número de casos de una enfermedad por encima de lo que normalmente se espera en la población de una zona.¹

Fómite - se refiere a un material inanimado (por ejemplo, las superficies de las encimeras y los pomos de las puertas, la ropa y otros materiales que se tocan) que puede ser contaminado por un agente biológico de manera que el agente puede transmitirse desde el material a la persona que lo toca.

Anfitrión - se refiere a un organismo grande (por ejemplo, una persona) capaz de albergar un organismo más pequeño (por ejemplo, un agente biológico infeccioso) responsable de una enfermedad. No todos los huéspedes albergan o transmiten el agente. Un huésped **susceptible**

es una persona que no es inmune o tiene poca resistencia al agente biológico responsable de la enfermedad y que, si se expone al organismo, es probable que contraiga una infección.²

Transmisión indirecta - se refiere a la transmisión de un agente infeccioso cuando no hay contacto directo de individuo a individuo. Por lo general, se refiere a la transmisión por contacto indirecto (es decir, contacto con superficies inanimadas contaminadas o contacto con terceros) y también puede referirse a los aerosoles expulsados por la persona infectada e inhalados por un receptor no infectado en un lugar más distante o diferente.

Infección - se refiere a la invasión y al crecimiento de un organismo en el cuerpo. Una infección puede dar lugar a una afección en la salud o enfermedad si las células del cuerpo se dañan como resultado de la infección.

Infeccioso - se refiere a un agente que produce o es capaz de producir una infección.

Modo de transmisión - se refiere al método por el que un agente (por ejemplo, un agente infeccioso) puede transmitirse desde su reservorio a un huésped susceptible (CDC).¹ Los modos de transmisión pueden definirse además como transmisión directa e indirecta, con subcategorías que incluyen el contacto directo o la propagación por gotitas (transmisión directa), o la transmisión por aire, por vehículos o por vectores (transmisión indirecta).

Brote - se refiere a una enfermedad endémica que se propaga más allá del número previsto de casos endémicos o a la presencia de una enfermedad endémica descubierta en un nuevo lugar. Un brote es similar a una epidemia por definición, pero suele utilizarse para un área geográfica más limitada.¹

Pandemia - se refiere a una epidemia que se ha extendido más allá de una comunidad, población o región en particular, como por ejemplo en varios países o continentes. Algunas definiciones exigen que la enfermedad atraviese "fronteras internacionales", mientras que otras indican que una pandemia debe ser una "enfermedad nueva" (por ejemplo, Organización Mundial de la Salud, 2010).³

Patogenicidad - suele confundirse con la virulencia; sin embargo, la patogenicidad se refiere a la capacidad básica de un agente de ser patógeno (es decir, la capacidad de producir la enfermedad), mientras que la virulencia describe el grado de patogenicidad de un agente.

Reservorio - se refiere al hábitat en el que el agente normalmente vive, crece y se multiplica

(CDC).² Los reservorios pueden ser los seres humanos, los animales y el medio ambiente, siendo los seres humanos el reservorio de las enfermedades infecciosas más comunes.

Transmisibilidad - se refiere a la capacidad relativa de un organismo para ser transmitido de la fuente al huésped susceptible. Los agentes infecciosos transmitidos a huéspedes susceptibles pueden o no dar lugar a una infección o enfermedad.

Vector - se refiere a un organismo que lleva y transmite un patógeno infeccioso a otro organismo vivo sin infectarse por el patógeno (por ejemplo, una garrapata que lleva la bacteria responsable de la enfermedad de Lyme).

Vehículo - se refiere a las sustancias u objetos que pueden transmitir indirectamente un agente infeccioso a un huésped susceptible. Los vehículos pueden incluir alimentos, agua, productos biológicos (sangre) y fómites. Un patógeno puede o no multiplicarse en un vehículo.

Virulencia - se refiere a la capacidad relativa de un agente infeccioso (patógeno) para derrotar los mecanismos de defensa inmunológicos o de otro tipo del huésped, lo que da lugar a una enfermedad o a un daño.

2. Terminología relacionada a las partículas y a la transmisión

Aerosoles - son finas partículas sólidas o líquidas que pueden permanecer suspendidas en el aire. Según Hinds, un aerosol es "una suspensión de partículas sólidas o líquidas en un gas. Los aerosoles suelen ser estables durante al menos unos segundos y, en algunos casos, pueden durar un año o más".⁴

Transmisión aérea - es un término con definiciones variadas, dependiendo del contexto y del campo científico y técnico en el que se utilice el término. La transmisión aérea se denomina a veces transmisión por aerosol, con la distinción común de que la transmisión por aerosol se produce a distancias más cortas que la transmisión por aire, y la transmisión por aire requiere una mayor estabilidad del organismo en el medio ambiente. En lo que respecta a la transmisión de enfermedades infecciosas, la transmisión aérea se define generalmente como la transmisión a través de partículas inhalables que permanecen suspendidas en el aire durante periodos prolongados, de manera que pueden diseminarse o viajar a largas distancias mientras conservan su viabilidad biológica

(por ejemplo, las bacterias) y/o siguen siendo capaces de replicarse (es decir, los virus). Estas partículas suelen tener un tamaño micrométrico (por ejemplo, las esporas de bacterias y hongos) o submicrométrico (por ejemplo, los virus).

Transmisión por contacto - se produce por la transferencia de una fuente a un receptor a través del contacto con el individuo infectado o con una superficie contaminada (también conocida como transmisión por fómites).

Núcleos de gotitas - son partículas derivadas de gotitas más grandes a través de la desecación u otras fuerzas que dan lugar a una partícula más pequeña y ligera. Los núcleos de gotitas se definen generalmente como partículas que tienen un tamaño inferior a 5 µm.^{5,6}

Gotitas - son partículas líquidas que son lo suficientemente grandes como para permanecer en el aire sólo brevemente antes de asentarse debido a la gravedad. Las gotitas se definen generalmente como partículas de 5 micras (5 µm) o más.⁶⁻⁸ La transmisión por gotitas suele producirse cuando las gotitas son expulsadas por una persona o fuente infectada a la fuerza (a veces denominadas gotitas balísticas) y son impulsadas hacia las membranas mucosas.

Partículas inhalables - son las que tienen un diámetro aerodinámico medio de 100 µm o menos. Se trata de partículas que pueden respirarse por la nariz y la boca y depositarse en las vías respiratorias.

Partículas - incluye todos los tipos y formas de materia particulada, independientemente de su dimensión (tamaño), masa y forma. Las partículas pueden ser sólidas o líquidas y pueden comprender cualquier forma, o combinación, de materia (por ejemplo, mineral, biológica, etc.).

C. Categorías de riesgo biológico desarrolladas para Laboratorios

Los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) y los Institutos Nacionales de la Salud (NIH) proporcionan orientación en materia de bioseguridad para los laboratorios que manejan peligros transmisibles. Los CDC han publicado *Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories* (Bioseguridad en laboratorios microbiológicos y biomédicos), 6ª edición⁹ (véase https://www.cdc.gov/labs/pdf/SF_19_308133-A_BMBL6_00-BOOK-WEB-final-3.pdf), y los NIH han publicado *NIH Guidelines for Research Involving Recombinant or Synthetic Nucleic Acid Molecules* (Directrices para la investigación con

moléculas de ácido nucleico recombinantes o sintéticas), revisadas en abril de 2019¹⁰ (véase https://osp.od.nih.gov/wp-content/uploads/NIH_Guidelines.pdf). El documento de bioseguridad de los CDC se centra en la práctica de la bioseguridad y proporciona orientación sobre cómo los higienistas industriales pueden protegerse a sí mismos y a otros de los agentes infecciosos. Las directrices de los NIH clasifican los agentes de enfermedades humanas según un criterio de riesgo estándar que puede ayudar al higienista industrial a entender cómo clasificar el riesgo de un agente infeccioso para sí mismo y para los demás. Estos documentos proporcionan un marco para que el higienista industrial comprenda la virulencia y la transmisibilidad de un agente biológico. La tabla 3.1 ofrece un resumen de los cuatro Grupos de Riesgo (GR) definidos por los NIH.

Una revisión de estas categorías indica que la mayoría de los agentes virales asociados a las pandemias recientes (por ejemplo, el SARS, el MERS, etc.) que han adquirido capacidad de transmisión de persona a persona entran en el RG3.

Como cuestión práctica, el aislamiento, la contención y los controles administrativos utilizados de forma rutinaria en entornos de laboratorio con agentes RG3 y RG4 no pueden aplicarse generalmente durante una pandemia en la que miles de personas pueden estar potencialmente infectadas. Los profesionales de la prevención y el control de infecciones han desarrollado directrices prácticas para minimizar la transmisión y la propagación de la enfermedad en los centros de atención sanitaria. Se enumeran en el Suplemento 4 del "Plan de Influenza Pandémica" de los Servicios de Salud y Humanos (HHS)¹¹ (véase <https://www.cdc.gov/flu/pdf/professionals/hhspandemicinfluenzaplan.pdf>).

D. Lecciones aprendidas

- La transmisión por gotitas y la transmisión por aire (aerosol) no son mutuamente excluyentes. Las necesidades apremiantes de la salud pública exigen que el higienista industrial tenga en cuenta consideraciones prácticas, basadas en la ciencia, para su orientación recomendada sobre las pandemias.
- Aunque generalmente no se dispone de límites de exposición ocupacional (LEO) reglamentarios y otros aplicables para los agentes pandémicos, se puede utilizar una orientación basada en el Grupo de

Tabla 3.1: Clasificación de los NIH de los agentes biopeligrosos por grupo de riesgo (GR)

Agrupación cualitativa	Ejemplos de agentes con potencial importancia en el lugar de trabajo	Definición
Grupo de riesgo 1 (GR1)		Agentes que no están asociados a la enfermedad en humanos adultos sanos
Grupo de riesgo 2 (GR2)	<ul style="list-style-type: none"> • Virus de la gripe <i>Orthomyxoviridae</i> (gripe estacional) • <i>Bordetella pertussis</i> (tos ferina) • Coronaviridae coronavirus humano (coronavirus humano estacional) • <i>Aspergillus</i> spp. (Aspergilosis) • <i>Caliciviridae</i> norovirus (Norovirus) 	Agentes asociados a enfermedades humanas que rara vez son graves y para las que <i>a menudo</i> se dispone de intervenciones preventivas o terapéuticas
Grupo de riesgo 3 (GR3)	<ul style="list-style-type: none"> • Virus de la gripe <i>Orthomyxoviridae</i> (gripe pandémica) • Coronaviridae SARS, MERS, SARS-CoV-2 • (<i>Mycobacterium tuberculosis</i>) Tuberculosis • Virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) 	Agentes asociados a enfermedades humanas graves o mortales para las que <i>puede haber</i> intervenciones preventivas o terapéuticas (alto riesgo individual, pero bajo riesgo comunitario)
Grupo de riesgo 4 (GR4)	<ul style="list-style-type: none"> • Virus del Ébola • Virus de Marburgo • Virus de Lassa 	Agentes que pueden causar enfermedades humanas graves o mortales para las que <i>no suelen</i> existir intervenciones preventivas o terapéuticas (alto riesgo individual y alto riesgo comunitario)

Nota: De la “Tabla 1: Agentes biológicos por grupo de riesgo (GR)”, El rol del higienista industrial en una pandemia, por el Comité de Bioseguridad y Microbiología Ambiental de la AIHA, Fairfax, VA: AIHA, 2006. Adaptado con permiso.

Riesgo para categorizar cualitativamente la naturaleza peligrosa del agente pandémico.

- Las pandemias pueden provocar que las personas trabajen en entornos nuevos o modificados; sin embargo, las mismas consideraciones de política de salud y seguridad utilizadas en el lugar de trabajo original deben aplicarse a estos nuevos espacios de trabajo.

Sección III. Referencias

1. **Centers for Disease Control and Prevention.** Lesson 1: Introduction to Epidemiology. Section 11: Epidemic Disease Occurrence. In: *Principles of Epidemiology in Public Health Practice, Third Edition: An Introduction to Applied Epidemiology and Biostatistics*. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, 2006. Updated November 2011. <https://www.cdc.gov/csels/dsepd/ss1978/lesson1/section11.html>.
2. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC).** Lesson 1: Introduction to Epidemiology. Section 10: Chain of Infection. In: *Principles of Epidemiology in Public Health Practice, Third Edition An Introduction to Applied Epidemiology and Biostatistics*. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, 2006. Updated November 2011. <https://www.cdc.gov/csels/dsepd/ss1978/lesson1/section10.html>.
3. **Singer BJ, Thompson RN, Bonsall MB.** The effect of the definition of ‘pandemic’ on quantitative assessments of infectious disease outbreak risk. *Sci Rep* 11(2547), 2021. doi: 10.1038/s41598-021-81814-3.
4. **Hinds WC.** *Aerosol Technology: Properties, Behavior, and Measurement of Airborne Particles*, 2nd Edition. New York: John Wiley & Sons, 1999.
5. **Stetzenbach LD, Buttner MP, Cruz P.** Detection and enumeration of airborne biocontaminants. *Curr Opin Biotechnol* 15(3): 170-174, 2004. doi: 10.1016/j.copbio.2004.04.009.
6. **World Health Organization (WHO).** Annex C: Respiratory droplets. Edited by Atkinson J, Chartier Y, Pessoa-Silva CL, Jensen P, Li Y, Seto W-H. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2009.
7. **Zhou J, Wei J, Choy K-T, et al.** Defining the sizes of airborne particles that mediate influenza transmission in ferrets. *Proc Natl Acad Sci USA* 115(10): E2386-E2392, 2018. doi: 10.1073/pnas.1716771115.
8. **Milton DK.** A Rosetta Stone for understanding infectious drops and aerosols. *Pediatr Infect Dis J* 9(4): 413-415, 2020. doi: 10.1093/jpids/piaa079.
9. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC).** *Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories*, 6th Edition. Edited

by Meehan PJ, Potts J. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, 2020.

10. **National Institutes of Health (NIH).** *NIH Guidelines for Research Involving Recombinant or Synthetic Nucleic Acid Molecule (NIH Guidelines).* Bethesda, MD: U.S. Department of Health and Human Services National Institutes of Health, 2019. https://osp.od.nih.gov/wp-content/uploads/NIH_Guidelines.pdf.
11. **U.S. Department of Health and Human Services.** *HHS Pandemic Influenza Plan.* Washington, D.C., 2005. <https://www.cdc.gov/flu/pdf/professionals/hhspandemicinfluenzaplan.pdf?web=1&wdLOR=cE2A6A2CE-CD61-4A35-A4C2-AB7F7AA08B82>.

IV. Evaluación de la exposición

A. Evaluación ocupacional y ambiental de peligros biológicos

La evaluación de la exposición humana puede describirse como una serie de pasos hacia una evaluación cuantitativa o cualitativa del contacto de un agente con el cuerpo humano. Este contacto puede medirse a través de la intensidad, la frecuencia y la duración del mismo. También es necesario evaluar la velocidad a la que un agente entra en el cuerpo (absorción) y la ruta que sigue (es decir, inyección, inhalación, dérmica y oral).^{1,2} Si el agente entra con éxito en el cuerpo, la cantidad recibida se considera una dosis y la cantidad realmente absorbida es la dosis interna.² La información sobre algunos tipos de agentes biológicos puede utilizarse para evaluar el riesgo cuando va acompañada de una estrategia adecuada de evaluación de la exposición. El riesgo puede evaluarse utilizando un límite de exposición profesional (OEL) o, en ausencia de un OEL, los peligros y riesgos de agentes similares pueden utilizarse para formular otras evaluaciones de riesgo cuantitativas o cualitativas.³

Los patógenos emergentes responsables de una pandemia pueden estar mal definidos en cuanto a la vía de exposición y la estabilidad y viabilidad en el medio ambiente. Para determinar el potencial de exposición a una serie de agentes biológicos pueden utilizarse muestras de organismos enteros, virus enteros, proteínas, nucleótidos u otros componentes celulares tomados del aire o de superficies.⁴ Estos métodos pueden dividirse generalmente

en enfoques cultivables y no cultivables.⁴ Sin embargo, los patógenos también pueden clasificarse como viables pero no cultivables, lo que requiere métodos sofisticados de muestreo y análisis para su diferenciación.³

Dependiendo de los peligros biológicos presentes, el higienista industrial puede disponer de una multitud de métodos de muestreo y análisis. Sin embargo, el higienista industrial debe ser consciente de las limitaciones de estos métodos y de la información que pueden proporcionar o no. Por ejemplo, los métodos de reacción en cadena de la polimerasa (PCR) podrían utilizarse para determinar la presencia de ADN o ARN de un patógeno en el aire o en las superficies. Sin embargo, aunque los marcadores genéticos pueden identificar dónde está/estaba presente el ácido nucleico, no pueden distinguir entre un organismo viable y uno no viable.³

Un agente que causa una enfermedad grave pero que requiere un gran número de organismos invasores para iniciar una infección puede considerarse menos patógeno que otro que tiene una dosis infecciosa menor.⁵ La determinación del número de organismos necesarios para invadir, superar las defensas del huésped e infectar a un huésped vivo requiere determinar lo que se considera la patogenicidad del organismo. Se han desarrollado ensayos para determinar la dosis que provoca la infección en el 50% de una población: la ID₅₀ (dosis infectiva del 50%) o una dosis viral (dosis infectiva del 50% en cultivos de tejidos, TCID₅₀).⁵

Aparte del VIH/SIDA, la mayoría de las epidemias y pandemias actuales surgen de la transmisión de virus por vía aérea⁶, especialmente en el caso de los agentes infecciosos respiratorios. Sin embargo, las grandes epidemias pueden propagarse de otras formas, como el virus del Ébola a través del contacto con las membranas mucosas de fluidos corporales y superficies contaminadas, el cólera a través de material fecal o agua contaminada, y el virus del Zika a través de un vector transmitido por mosquitos.⁷ Estas diferencias en la transmisión requieren que el higienista industrial comprenda la historia natural de estas enfermedades y sus fuentes, modos de transmisión y receptores.

Un higienista industrial debe ser consciente de que, en el caos de una pandemia creciente, las suposiciones sobre los principales modos de transmisión pueden resultar erróneas. Este

fue el caso del SARS-CoV-2 cuando estudios de laboratorio bien controlados indicaron la estabilidad a largo plazo del virus en superficies duras y resistentes.⁸ Sin embargo, los estudios epidemiológicos han demostrado que la transmisión por fómites del SRAS-CoV-2 no era una vía de exposición crítica para la infección humana.^{9,10} La desinfección innecesaria y excesiva de las superficies en las primeras fases de la pandemia de COVID-19 dio lugar a un aumento de los riesgos laborales de los desinfectantes, al desperdicio de suministros y a la contaminación del medio ambiente.^{10,11} Además, el uso excesivo de desinfectantes puede haber contribuido a aumentar la resistencia microbiana.^{12,13}

El muestreo de superficie puede utilizarse para realizar una vigilancia ambiental en una comunidad que rodea los lugares de trabajo del higienista industrial. Esto puede ayudar a determinar lo extendida que está la contaminación del agente infeccioso en el entorno, en contraposición al número de personas infectadas en una población. Por ejemplo, en un estudio longitudinal en el que se utilizaron hisopos para la recogida de ARN del SARS-CoV-2 en cubos de basura de la comunidad, almohadillas táctiles de cajeros automáticos, manillas de puertas y manillas de bombas de gasolineras, se descubrió que el porcentaje semanal de muestras positivas (de $n = 33$ superficies únicas por semana) era el que mejor predecía la variación de los casos de COVID-19 a nivel de ciudad con un plazo de 7 días.¹¹

La modelización de la exposición con agentes biológicos es un proceso complejo que está limitado en comparación con los gases o vapores. A diferencia de los gases o vapores, en los que se pueden utilizar las leyes de los gases ideales para estimar las concentraciones de exposición en modelos de ventilación cero o incluso de caja bien mezclada, las partículas de aerosol de más de $0,5 \mu\text{m}$ (diámetro aerodinámico) no se comportan como los gases (es decir, se difunden). Sin embargo, la aerosolización de patógenos humanos puede modelarse utilizando algunos de los principios básicos de la ciencia de los aerosoles. Por ejemplo, en una habitación con aire relativamente tranquilo, las partículas de virus en el aliento exhalado de una persona infectada se asentarán en el aire después de que la partícula alcance su velocidad terminal. El tiempo de esta sedimentación depende

principalmente del diámetro aerodinámico de la partícula infecciosa.

Al principio de la pandemia de COVID-19, algunos científicos pensaban que el SARS-CoV-2 sólo se transmitía por gotas grandes que no permanecerían en el aire después de ser proyectadas a través de un estornudo, una tos o un procedimiento de intubación clínica. A medida que se realizaron más estudios, se hizo evidente que el SARS-CoV-2 podía transmitirse por vía aérea, y un estudio demostró que las partículas infecciosas inhalables pueden transportarse a través del aliento exhalado hasta^{4,8} metros de un paciente infectado en una habitación de hospital que tiene seis cambios de aire por hora.¹⁴ En mayo de 2021, los Centros para el Control de Enfermedades (CDC) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) publicaron declaraciones en las que indicaban que la transmisión aérea del SRAS-CoV-2 era una fuente importante de exposición.^{15,16}

Actualmente no existen límites de exposición ocupacional para los agentes biológicos.³ Hasta la fecha, existe un número limitado de métodos validados para medir la contaminación de agentes infecciosos en el aire o en la superficie. Los datos de vigilancia de enfermedades infecciosas en el trabajo también son limitados. Sin embargo, la literatura sobre nuevos métodos de muestreo y análisis está creciendo considerablemente.³ Los datos sobre las vías de transmisión también pueden ser controvertidos, y puede llevar un tiempo considerable comprender estos datos. La virulencia del agente infeccioso también puede ser difícil de determinar.

B. Modos de transmisión

Tanto las epidemias como las pandemias son brotes de enfermedades que difieren en su cobertura geográfica. Para que una epidemia se convierta en pandemia, deben darse múltiples factores que permitan al agente pandémico acceder a la propagación de la enfermedad entre países o a nivel mundial. Los viajes de individuos infectados dentro y fuera del país, la estabilidad del agente en el entorno y su transmisibilidad son factores clave que permiten la propagación pandémica. Como ya se ha comentado, los agentes infecciosos capaces de causar epidemias y pandemias pueden propagarse de diversas maneras. Sin embargo, los agentes pandémicos más comunes son los que se transmiten de persona a persona sin vector o a través de un medio contaminado. Las

siguientes secciones discuten los factores que el higienista industrial debe considerar en relación con la evaluación potencial y la identificación de modos viables de transmisión.

1. Principio de precaución

En el pasado, los científicos especializados en enfermedades transmitidas por el aire, los profesionales de la medicina, los ingenieros profesionales y los profesionales de la salud y la seguridad han debatido sobre las rutas de transmisión y los riesgos potenciales de que estas rutas causen infecciones y enfermedades en los seres humanos. El debate sobre la transmisión aérea de algunos agentes infecciosos, en particular los virus y otros patógenos, es polémico, especialmente cuando las rutas de infección fácilmente verificables, como el contacto de gotas y fómites, desempeñan un papel en la transmisión de la infección. Aunque la normativa de la OSHA no lo exige, el uso de un principio de precaución es un enfoque prudente para abordar la transmisión de enfermedades pandémicas, especialmente en las primeras etapas, cuando un agente o una vía de transmisión tiene una confirmación limitada. La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) utiliza con frecuencia el principio de precaución como filosofía de gestión. Sin embargo, la EPA de EE.UU. reconoce que el principio de precaución no sustituye a la evaluación cuantitativa del riesgo porque asume el riesgo en lugar de cuantificarlo.¹⁷ Por lo tanto, la aplicación del principio de precaución como política general puede ser útil en situaciones en las que existe incertidumbre sobre lo que constituye un riesgo (por ejemplo, cómo y a qué concentración o dosis puede causar daño un agente).

Para los higienistas industriales en activo que trabajan en una pandemia, surgirán situaciones en las que puede que no se sepa en las primeras fases de la pandemia cómo se transmite un patógeno, qué vías de transmisión son verificables y qué vías causan más o menos enfermedad. En estas situaciones, debe aplicarse un principio de precaución para controlar las exposiciones. A menos que haya datos que indiquen lo contrario, todas las vías de transmisión deben considerarse posibles a la hora de evaluar los riesgos para los trabajadores y otras personas que estén, o puedan estar, expuestas al patógeno pandémico. No se debe ignorar o minimizar el potencial de las vías de transmisión aérea o de

otras vías potencialmente menos tradicionales simplemente porque el patógeno sospechoso no tenga todavía una(s) vía(s) de transmisión alternativa(s) verificable(s).

2. Transmisión aérea

En un acontecimiento sin precedentes en 2020, 36 científicos de todo el mundo afirmaron unánimemente que el virus del SRAS-CoV-2 se transmitía por el aire.¹⁸ Su carta impulsó a la OMS a anunciar que la vía de transmisión aérea del virus SARS-CoV-2 era plausible. Debido a que tanto los virus de la gripe con envoltura como los coronavirus han sido las fuentes de pandemias mundiales y eventos de superdifusión, la vía aérea y sus controles son el foco de esta sección. En mayo de 2021, los CDC y la OMS estuvieron de acuerdo con estos científicos y publicaron declaraciones que indicaban que el SARS-CoV-2 se transmitía por la vía inhalatoria.^{15,16}

Históricamente, muchos profesionales de la salud pública y de la atención sanitaria creían que la mayor parte de la transmisión y exposición a los virus se producía por dos vías principales: las gotitas balísticas y el contacto superficial con las partículas asentadas que contenían el patógeno. En consecuencia, ha habido desacuerdo entre varios profesionales respecto a si los patógenos aerosolizados, como la gripe y los coronavirus, seguían siendo transportados por el aire. Además, se debatió si estos aerosoles podían aumentar significativamente el número de individuos infectados por estos y otros patógenos.

Está bien establecido que los seres humanos pueden crear patógenos aerosolizados mediante estas acciones de exhalación o emisión, incluyendo los siguientes modos:

- Respiración
- Tos
- Estornudos
- Cantar
- Hablar
- Vómitos

En un hospital con pacientes COVID-19 positivos, los científicos descubrieron que: “Los niveles de SARS-CoV-2 en el aliento exhalado podrían alcanzar 10^5 - 10^7 copias/ m^3 si se supone una frecuencia respiratoria media de 12 L/min”.¹⁹ La tasa de emisión del SARS-CoV-2 o el nivel de concentración en el aire se estimó basándose en una supuesta eficiencia de amplificación del 75%

y un límite de detección de la reacción en cadena de la polimerasa de transcripción inversa de 100 copias/μL. La tasa de emisión de partículas de SARS-CoV-2 se ve afectada por muchos factores, como el estadio de la enfermedad, la actividad del paciente y posiblemente la edad. Los investigadores descubrieron que la tasa de emisión de partículas de SARS-CoV-2 en el aire era la más alta, hasta 105 virus/min, durante las primeras etapas de COVID-19. En 2020, la Academia Nacional de Ciencias (NAS) acogió a los principales científicos del mundo especializados en enfermedades transmitidas por el aire en un taller sobre la transmisión de COVID-19 en el aire.²⁰ Bourouiba señaló que “los aerosoles son transportados por los flujos de gas de exhalación emitidos por una persona, que luego pueden ser transportados a grandes distancias rápidamente. Cuando la nube exhalada que los transporta se ralentiza, el flujo de aire de ventilación de fondo toma el relevo para dispersar las partículas restantes en el aire del espacio interior”.²⁰ Marr describió las exposiciones a partículas inhalables más pequeñas que superan con creces las de las gotas más grandes y explicó que la gran mayoría de las partículas observadas en el aliento humano son <10 μm.²⁰ Marr también indicó que “respirar, hablar y cantar produce entre 100 y 1.000 veces más partículas de aerosol (<100 μm) que gotas (>100 μm)”.

En el mismo taller de la NAS, Prather señaló que “los aerosoles representan una importante vía de transmisión del SARS-CoV-2... la transmisión en entornos exteriores ha sido mucho menos común que en interiores”, lo que se ve respaldado por varias líneas de evidencia:

- “Los aerosoles pueden contener el SARS-CoV-2 infeccioso, permanecer suspendidos en el aire durante horas y ser transportados a muchos metros de la fuente.
- Los individuos asintomáticos emiten sobre todo aerosoles con tamaños en su mayoría inferiores a <10 μm y producen muy pocas gotitas.
- Los eventos de superdifusión se explican más fácilmente por la transmisión de aerosoles.
- Los aerosoles están más concentrados a corta distancia y pueden extenderse y acumularse en una habitación, lo que provoca una exposición a corta y larga distancia.
- La transmisión en entornos exteriores ha sido mucho menos frecuente que en interiores.²⁰

Los patógenos del SARS-CoV-2 también pueden depositarse en las superficies. Como se discute en las actas, “la resuspensión de partículas de polvo o aerosol que contienen virus y que se han depositado en el suelo, la ropa u otras superficies, así como la aerosolización de fómites, podría ser otra vía de transmisión” y “hasta la mitad de los aerosoles de una habitación pueden atribuirse a la resuspensión al caminar por el suelo”.²⁰ El estudio de Phan et al. apoyó la resuspensión de virus al demostrar que las personas que visitan a pacientes hospitalizados y positivos a la gripe pueden estar recubiertas de viriones de la gripe que luego pueden ser resuspendidos.²¹ El estudio de Khare y Marr demostró que las fuerzas generadas al caminar pueden resuspender partículas del suelo y que estas partículas pueden incluir patógenos, como el virus de la gripe.²²

Los procedimientos dentales, incluida la limpieza y el tallado de los dientes, también pueden generar patógenos en el aire, y Harrel afirma que “los aerosoles y las salpicaduras generados durante los procedimientos dentales tienen el potencial de propagar la infección al personal dental y a otras personas en el consultorio”.²³ Un estudio de modelado de dinámica de fluidos computacional (CFD) descubrió que “el uso de un limpiador de aire en una clínica dental puede ser un método eficaz para reducir la exposición de los trabajadores de la salud dental (DHCW) a las gotas y partículas de aerosol en el aire”.²⁴

Los procedimientos médicos también pueden generar patógenos en el aire. La OMS considera que los siguientes procedimientos hospitalarios generadores de aerosoles (PGA) pueden aerosolizar patógenos:

- Intubación endotraqueal
- broncoscopia
- Succión abierta
- Ventilación manual antes de la intubación
- Traqueotomía
- Reanimación cardiopulmonar²⁵

Tres eventos de superdifusión bien documentados demuestran claramente cómo una o más personas infectadas pueden perpetrar un brote de enfermedad por coronavirus en el aire. Esto se evidencia por la velocidad, el número de personas infectadas, las víctimas mortales y la distancia asociada a estos eventos:

1. El brote de SARS de 2003 en los Jardines de Amoy infectó a 434 personas, causó 42 muertes y se extendió a 600 pies.^{26,27}
2. El brote del Hospital Príncipe de Gales de 2003 infectó a 128 personas, causó 23 muertes y se extendió a 15 metros.²⁸
3. El brote de MERS del Hospital de Corea de 2015 infectó a 166 personas, causó 12 muertes y se extendió por todo el hospital.²⁹

Un cuarto evento de superdifusión tuvo lugar a principios de la pandemia de SARS-CoV-2 en 2020:

4. El brote de Skagit Choir de 2020 infectó a 52 de los 61 asistentes en una noche, causando 2 víctimas mortales.³⁰

En Toronto, durante la epidemia de SARS de 2003, los científicos identificaron ARN de SARS en el aire en las habitaciones de pacientes sintomáticos de SARS.³¹ En 2020, los investigadores de Tulane aerosolizaron y tomaron muestras de SARS-CoV-2 e informaron de que el aerosol conservaba “la infectividad y la integridad del virión hasta 16 horas en aerosoles de tamaño respirable” en condiciones de laboratorio.⁸

El muestreo del aire realizado en un hospital de Florida identificó el ARN del SARS-CoV-2 en el aire en las habitaciones de los pacientes positivos de COVID-19, y los investigadores pudieron cultivar el SARS-CoV-2 y relacionar el virus con los pacientes.¹⁴ Los investigadores de Nebraska tomaron muestras del aire y de las superficies de las habitaciones de los pacientes con COVID que habían llegado del brote del crucero Diamond Princess, que los científicos determinaron posteriormente que era resultado de eventos de transmisión por aerosol.³² El muestreo realizado en la Unidad de Biocontención de Nebraska y en las Unidades Nacionales de Cuarentena identificó ARN de SARS-CoV-2 en el aire de las habitaciones de los pacientes, los baños, las rejillas de las rejillas de escape y los pasillos fuera de las habitaciones de los pacientes.³³

La aerosolización de la descarga del inodoro es una fuente probada de patógenos en el aire,³⁴ y el SARS-CoV-2 se ha detectado en muestras de heces; sin embargo, este estudio no intentó cultivar el SARS-CoV-2 de las muestras.³⁵ Un estudio de 2021 descubrió que “los aseos dominan la detección ambiental

de SARS-CoV-2 en un hospital” y “el ARN en las superficies de los baños y en la rejilla de la rejilla de escape..... la detección del virus en el aire del pasillo..... y también en las superficies de las rejillas de escape de los baños sugiere la posible existencia de partículas de virus en el aire”.³⁶ En los hospitales de Wuhan se detectaron múltiples superficies con ARN de SARS-CoV-2 en las habitaciones, y el muestreo del aire identificó ARN viral (19 copias/m³) en las habitaciones de los aseos de los pacientes.³⁷

Los científicos aerosolizaron bacterias a través de la cisterna del inodoro, demostrando que las bacterias transportadas por el aire podían salir del baño de un hospital y entrar en la habitación del paciente y potencialmente infectar a los individuos en cualquiera de las dos habitaciones.³⁸ El retrete como una importante vía de exposición aérea se entiende mejor por un estudio de 2014 de Yu et al.²⁷ Este estudio documentó cómo, en 2003, el virus del SARS se aerosolizó desde los sistemas de fontanería del baño por una persona infectada por el SARS que vivía en los apartamentos de Amoy Gardens en Hong Kong. La mejor explicación del brote fue que los ventiladores de los cuartos de baño diseminaron el virus hasta 600 pies en el exterior, infectando a las personas situadas a favor del viento y en otros edificios. En lo que ahora se entiende como el mayor evento conocido de enfermedad viral transmitida por el aire jamás registrado, se cree que hasta 434 personas fueron infectadas por aerosoles atribuidos a un solo paciente índice.^{26,27} Un estudio de modelización de 2021 confirmó que el evento de SARS de Amoy Gardens se debió en parte a una transmisión aérea por la vía exterior. El estudio señaló que “el mensaje de salud pública de aumentar la ventilación abriendo las ventanas podría no ser universalmente útil, si aumenta la exposición a los virus transmitidos por el aire. No podemos asumir que el aire exterior es seguro”.³⁹ Aunque esto indica la necesidad potencial de filtrar o tratar de alguna manera el aire exterior, la transmisión de agentes pandémicos en el exterior es generalmente mucho menos preocupante que la transmisión en el interior.³⁹

Dos estudios respaldan el hecho de que los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) pueden transportar el SARS-CoV-2. En Oregón, se encontró ARN viral en los conductos, en los filtros de aire y en la penetración de los filtros de aire de valor mínimo de notificación (MERV) 15.⁴⁰ En Suecia,

un estudio encontró ARN viral en los conductos de calefacción, ventilación y aire acondicionado a 180 pies de distancia de las habitaciones de los pacientes infectados por COVID-19.⁴¹ La Federación de Asociaciones Europeas de Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado (REHVA) afirma que los sistemas de HVAC pueden transportar el SARS-CoV-2: "Los aerosoles de COVID-19 (pequeñas gotas y núcleos de gotas) pueden propagarse a través de los sistemas de HVAC dentro de un edificio o vehículo y de las unidades de aire acondicionado independientes si el aire se recircula".⁴² Un estudio clásico descubrió que el sarampión podía propagarse a través del sistema de HVAC del edificio en una escuela, provocando un brote en toda la escuela.⁴³

3. Transmisión de contactos

La transmisión por contacto es el resultado del contacto con patógenos presentes en el huésped infectado o expulsados por él. Por lo general, el patógeno debe llegar a las vías respiratorias o a la membrana mucosa del receptor para causar una infección. Por lo tanto, el control del contacto con un individuo infectado o la superficie contaminada se convierte en un ejercicio de eliminación o limitación de la interacción entre el individuo no infectado y el huésped infectado y/o cualquier superficie contaminada. La siguiente discusión se centra en la vía de transmisión por contacto desde la superficie hasta el receptor y los controles que pueden utilizarse para limitar o eliminar esta vía.

Dependiendo del agente infeccioso, la vía de transmisión por contacto superficial puede desempeñar un papel más o menos importante en la transmisión de la enfermedad. Inicialmente, se consideró incorrectamente que el SARS-CoV-2 tenía un alto potencial de transmisión por contacto, pero posteriormente se determinó que esta vía era mucho menos probable que la transmisión por inhalación (es decir, la transmisión por gotas o aerosoles).⁴⁴ La capacidad de la vía de transmisión por contacto superficial para transmitir eficazmente la enfermedad variará en función de una serie de factores, como la viabilidad y accesibilidad del organismo y el número de organismos presentes en la superficie.

Además de estas variables de superficie, hay varios factores biológicos que afectan a la vía de transmisión por contacto que son inherentes al agente infeccioso, como las estructuras

protectoras (biopelículas, revestimientos, cápsulas, otros organismos huéspedes, etc.) y la virulencia del agente infeccioso. También hay otras dinámicas que influyen en el desarrollo de la enfermedad, como el estado inmunitario del receptor y la dosis necesaria para provocar la enfermedad. Todos estos factores deben tenerse en cuenta a la hora de considerar el potencial de la transmisión por contacto para causar la enfermedad y a la hora de considerar los métodos de control de la vía de transmisión por contacto.

La transmisión por contacto es, en general, más fácil de controlar que la aérea, porque la primera depende de agentes que generalmente se fijan en el lugar y pueden ser eliminados mediante la desinfección de la superficie. Sin embargo, se ha demostrado que es posible el reentrenamiento de los agentes asentados, lo que indica el potencial tanto de aerosolización como de reasentamiento de la contaminación superficial.²⁰

La importancia potencial de la vía de transmisión por contacto para el SRAS se identificó durante la epidemia de SRAS-CoV-1 en 2003. Geller et al.⁴⁵ descubrieron que los coronavirus no son frágiles y tienen el potencial de contaminación cruzada.

Weber et al.⁴⁶ señalan que la inactivación en las manos puede limitar la transmisión por contacto. Mukherjee et al.⁴⁷ investigaron la contaminación in vivo de las manos de personas solas con infección de gripe aguda. Este estudio descubrió que con la cantidad de virus depositada en las manos a través de la tos y los estornudos realistas, no se podía recuperar ningún virus después de cinco minutos y concluyó que "el H1N1 no sobrevive mucho tiempo en la piel contaminada de forma natural".⁴⁷ De forma similar, Xiao et al.⁴⁸ concluyeron que la mayoría de los virus de la gripe que se transmiten de las manos de los pacientes al personal sanitario pueden ser inactivados antes de que el personal sanitario pueda transmitirlos posteriormente a los pacientes ingresados y/o antes de que éstos puedan tocar sus propias membranas mucosas.

En un estudio realizado por Jones⁴⁹ en el que se modeló la transmisión de COVID-19 por contacto, por gotas y por vía aérea para el personal sanitario, los resultados indicaron que la contribución media porcentual de las vías de transmisión por contacto, por gotas y por inhalación (es decir, por vía aérea) a la probabilidad de infección fue del 6,9%, el 32%

y el 61%, respectivamente. Sin embargo, la probabilidad de transmisión en la asistencia sanitaria puede ser diferente a la de otros lugares de trabajo.

C. Concepto de Salud en Exposición Total (TEH) en una pandemia

Durante los últimos años de la década de 1970 y hasta la década de 1980, los científicos de la EPA de EE.UU. llevaron a cabo investigaciones en lo que se denominó la Metodología de Evaluación de la Exposición Total (TEAM).⁵⁰ El enfoque TEAM se basaba en un muestreo probabilístico en todo el país que se apoyaba en gran medida en dispositivos de muestreo personal para averiguar a qué estaban expuestas las personas durante sus actividades diarias, laborales y no laborales. Estos datos se consideraron cruciales para fundamentar la evaluación de riesgos de las sustancias químicas orgánicas volátiles (COV) que se consideraban parte de la vida cotidiana. Los datos de estos primeros estudios de la EPA de EE.UU., y de muchos otros que se han llevado a cabo en los últimos 30-50 años, han demostrado que las mediciones y los modelos procedentes de fuentes fijas y móviles en el exterior no tenían en cuenta las exposiciones (y los riesgos) a menudo mayores de los COV que se producen en el interior, especialmente en los hogares.⁵⁰ El trabajo de la EPA de EE.UU. para abogar por enfoques de exposición total utilizando muestreadores individualizados se fusionó con lo que los higienistas industriales ya estaban haciendo al evaluar las exposiciones de los trabajadores.

El concepto de Salud en Exposición Total

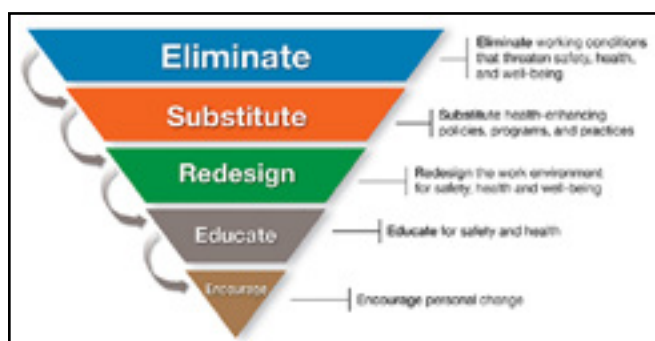


Figura 4.1: Pirámide invertida sobre la salud total del trabajador de NIOSH®

Nota: Reimpreso de Lee MP et al., 2016 (Referencia 53). En el dominio público. Fuente: CDC. Este material está disponible en el sitio web de la agencia de forma gratuita.

(Total Exposure Health - TEH) y Salud Total del Trabajador (Total Worker Health® - TWH), apoyado por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (National Institute for Occupational Safety and Health - NIOSH) y múltiples organizaciones profesionales, considera las exposiciones y la salud laboral, respectivamente, como condiciones que se ven afectadas a lo largo de la jornada de un trabajador dentro y fuera del trabajo. Esta conclusión es similar a la de los propios estudios de la EPA de EE.UU. de una época anterior.⁵¹ La TEH y la TWH se basan en las vulnerabilidades de clase.⁵² La TEH tiene en cuenta las exposiciones que se producen a lo largo del día y las que afectan a la salud de un individuo, independientemente del lugar en el que se produzca la exposición. La TWH se centra en las formas de mejorar la salud y el bienestar de los trabajadores a través de programas y prácticas que integran la protección contra los riesgos de seguridad y salud relacionados con el trabajo con la prevención de lesiones y enfermedades. El concepto de la TWH se ilustra como una pirámide invertida de Eliminar, Sustituir, Rediseñar, Educar y Fomentar (Figura 4.1).⁵³

Los modelos de la TEH y la TWH fueron precedentes para los higienistas industriales durante la pandemia de COVID-19. El SARS-CoV-2 infectó y se extendió por los hogares, las comunidades y los lugares de trabajo. Los hogares se convirtieron en lugares de trabajo para muchos gracias al trabajo a distancia a través de ordenadores y otras tecnologías. Al mismo tiempo, los lugares de trabajo se convirtieron en lugares de propagación asintomática, lo que obligó a reconsiderar cómo debe diseñarse un lugar de trabajo saludable. Los métodos simples de detección de síntomas para la temperatura corporal y la evaluación del contacto con individuos infectados eran necesarios pero no suficientes para sofocar los brotes.

La tabla 4.1 ilustra cómo el modelo de la TWH fue relevante para la pandemia de COVID-19 y cómo es relevante para la planificación de una futura pandemia.⁵² Por ejemplo, las políticas de uso de respiradores mientras se está en el trabajo podrían ser un medio importante de reducción de la fuente de emisión viral. El reconocimiento de que las órdenes de permanencia en el hogar y las cuarentenas en la comunidad pueden conducir al agotamiento mental debería reflejarse en las políticas del lugar de trabajo que requieren

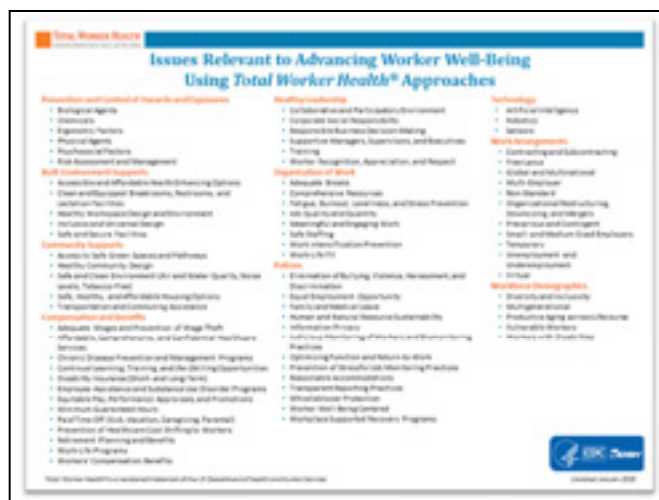


Tabla 4.1: Salud total de los trabajadores

Nota: Reimpreso de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC), 2020 (Referencia 52). De dominio público.
Fuente: CDC. Este material está disponible en el sitio web de la agencia de forma gratuita.

el aislamiento durante las cuarentenas.⁵⁴ En el caso de una pandemia, la demografía puede desempeñar un papel importante a la hora de determinar las evaluaciones de riesgo y los controles, especialmente para los trabajadores vulnerables.^{55,56} Se anima a los higienistas industriales a que estudien, discutan y debatan qué cuestiones relacionadas con la TWH son válidas para sus respectivos lugares de trabajo y trabajadores, ahora y en la planificación de futuras pandemias.

La campaña de vacunación masiva de la pandemia COVID-19, y sus monumentales retos públicos, han dejado clara la importancia de la Salud Total del Trabajador. A lo largo de la pandemia de COVID-19 y para los brotes que puedan ocurrir en el futuro, el higienista industrial necesita “estar en la mesa” durante las discusiones sobre qué trabajadores u otras poblaciones deben recibir prioridad para las vacunas (una vez que se produzcan). El higienista industrial puede ser un experto en la comprensión de las configuraciones que pueden aumentar o disminuir la exposición a una serie de agentes y factores de estrés, incluidos los

agentes pandémicos. Por lo tanto, el higienista industrial debe trabajar con los empleadores, los empleados y sus representantes, los departamentos de salud locales y estatales, y las agencias federales para ayudarlos a comprender quiénes corren más riesgo de adquirir una infección por patógenos que pueden afectar a los lugares de trabajo.

Incluso cuando los trabajadores comienzan a vacunarse, el higienista industrial debe reevaluar la necesidad de algunos de estos controles. Incluso cuando algunos trabajadores se vacunen, puede seguir siendo necesario realizar controles en la fuente, las vías de transmisión y el receptor/receptor. Muchos profesionales diferentes tomarán decisiones sobre la salud y la seguridad de los trabajadores, especialmente después de que la vacunación masiva permita a muchos individuos bajar la guardia sobre la transmisibilidad de patógenos en el lugar de trabajo. El higienista industrial, junto con otros miembros del equipo sanitario, debe seguir utilizando enfoques basados en la evidencia para garantizar que no se permita que los patógenos pandémicos vuelvan a afianzarse en la sociedad una vez introducidas las vacunas.

D. Bandas de exposición ocupacional (OEB)

1. Definición

Las bandas de exposición ocupacional, a veces también llamada bandas de exposición (EB) o bandas de peligro, es un proceso único de evaluación de sustancias químicas desarrollado por NIOSH. En este proceso, las sustancias químicas se asignan a “bandas” basadas en la concentración (por ejemplo, categorías) según sus efectos toxicológicos y los resultados adversos para la salud que se derivan de la exposición. No se debe confundir con la banda de control, la banda de exposición ocupacional se basa en datos basados en el peligro para identificar el potencial de peligro y establecer un rango de concentración en el aire para las sustancias químicas llamado banda de exposición ocupacional (OEB). Las OEB no se utilizan directamente para asignar controles.

	A	B	C	D	E
Partículas/Polvo	>10 mg/m ³	>1.0 – 10 mg/m ³	>0.1 – 1 mg/m ³	>0.01 – 0.1 mg/m ³	≤0.0101 mg/m ³
Gas/Vapor	>100 ppm	>10 – 100 ppm	>1.0 – 10 ppm	>0.1 – 1 ppm	≤0.1 ppm

Nota: Reimpreso de McKernan LT et al., 2016 (Referencia 58) con permiso y Lentz TJ et al., 2019 (Referencia 57) [dominio público].
Fuente: CDC. Este material está disponible en el sitio web de la agencia de forma gratuita.

2. Usos conocidos

La Jerarquía de Límites de Exposición Profesional (OEL) utiliza estrategias de bandas de peligro en la parte inferior (base) de la pirámide jerárquica, ya que son las que menos datos requieren. Estos estudios son normalmente limitados, y como tal, un OEB determina un rango potencial de niveles de exposición para una sustancia química en particular. Si una sustancia química tiene un OEL, debe utilizarse el OEL en lugar del OEB. Sin embargo, muchas sustancias químicas no tienen un OEL, especialmente los nuevos desinfectantes biocidas. En ausencia de un OEL, y si existen datos toxicológicos, el producto químico puede colocarse en una de las cinco bandas (de la A a la E), que van desde las concentraciones más altas a las más bajas que se espera que protejan la salud de los trabajadores.^{57,58}

3. Uso de niveles para la asignación de OEB

a. Nivel 1: El nivel cualitativo

El nivel 1 se basa en datos cualitativos extraídos del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (GHS). El OEB se asigna sobre la base de los códigos de peligro del SGA, y NIOSH ha desarrollado una herramienta electrónica de uso gratuito que permite a un trabajador de Higiene Industrial/Seguridad y Salud Ambiental (IH/EHS) completar la evaluación en cuestión de minutos. El objetivo de este nivel es proporcionar datos resumidos de los efectos más importantes para la salud y permitir la eliminación o sustitución de las sustancias químicas más tóxicas. En el momento de esta publicación, la herramienta electrónica se encuentra aquí: <https://wwwn.cdc.gov/Niosh-oeb>.⁵⁹

b. Nivel 2: El nivel semicuantitativo

El nivel 2 utiliza fuentes secundarias, tanto cualitativas como cuantitativas, de la literatura científica con uno de los nueve puntos finales toxicológicos (por ejemplo, carcinogenicidad; efectos reproductivos y teratogenicidad; toxicidad en órganos diana por exposición repetida; genotoxicidad; sensibilización respiratoria y cutánea; toxicidad aguda; irritación y corrosión de la piel; irritación y corrosión ocular).

Una evaluación realizada para este nivel requiere cierta formación especializada más allá de la formación general en materia de salud y seguridad en el trabajo. La asignación resultante del OEB se considera más sólida debido a su dependencia de las pruebas científicas publicadas.

c. Nivel 3: El nivel de juicio de expertos

El nivel 3 depende del juicio de los expertos. Debido a este requisito, sólo las personas con un nivel superior de conocimientos especializados, como un toxicólogo o un higienista industrial veterano, pueden utilizar este nivel. Esta tarea de la OEB requiere el uso del juicio profesional en la evaluación de los resultados toxicológicos (datos dosis-respuesta) en la evaluación, así como el trabajo con datos primarios extraídos de la literatura científica.

4. Limitaciones de los OEB

Como ocurre con toda la ciencia basada en la evidencia, el adagio de “basura que entra = basura que sale” puede aplicarse a los OEB. La asignación de OEB es tan buena como el GHS y la literatura científica publicada actualmente, y los niveles más altos (niveles 2 y 3) requieren una formación cada vez más especializada para dar lugar a OEB fiables. Cuando se carece de pruebas toxicológicas publicadas, no se debe intentar realizar un OEB. El higienista industrial debe seguir otras estrategias de gestión de riesgos, incluida la fijación de bandas de control, en lugar de intentar obtener un OEB.

5. Potencial de uso en el futuro: OEB para agentes infecciosos

Es posible que en el futuro se utilicen los OEB para clasificar las enfermedades infecciosas en bandas de exposición, a medida que se vayan publicando más conocimientos sobre las características infecciosas de los agentes y datos toxicológicos más completos sobre estas enfermedades. Las enfermedades infecciosas son condiciones notificables bajo vigilancia a través de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA), y las empresas e industrias podrían, en el futuro, estar obligadas a evaluar y mitigar la posible exposición ocupacional a concentraciones de aerosoles infecciosos que conduzcan a la infección.

Por lo general, no se han publicado OEL para los peligros biológicos, ya que existen

cuestiones complejas para determinar un OEL apropiado. Algunas de estas cuestiones son la falta de métodos de muestreo adecuados, la falta de información sobre la relación dosis-respuesta en los seres humanos, el impacto de la susceptibilidad individual, el modo de transmisión, la identificación de la fuente/reservorio y la falta de datos viables sobre la concentración de agentes biológicos en el medio ambiente o en aerosol. El uso de un OEB con una modificación de la concentración de la categoría para las concentraciones de la superficie ambiental y del aerosol infeccioso podría abordar algunos de estos problemas. Esto podría lograrse permitiendo el uso de estudios toxicológicos para colocar los agentes causales en categorías más o menos estrictas de acuerdo con el potencial infeccioso, la virulencia y la distribución del tamaño de las partículas. Tales categorías de bandas están todavía en fase de desarrollo en el momento de esta publicación.

E. Lecciones aprendidas

- Aunque hay muchas similitudes entre las evaluaciones de la exposición química, física y biológica, los agentes pandémicos difieren en que 1) pueden estar mal definidos en términos de la ruta de exposición y su estabilidad y viabilidad en el medio ambiente; 2) la dosis requerida para causar la infección puede ser consistente, pero los efectos sobre la salud provocados pueden ser muy variables dependiendo de factores del receptor como la edad, el género, las comorbilidades, etc.; y 3) carecen de OELs para guiar al higienista industrial, incluso cuando se dispone de métodos cuantitativos de muestreo y análisis.
- El modo de transmisión predominante de una enfermedad puede no ser el que se postuló originalmente. En la mayoría de las pandemias, la transmisión aérea no debe descartarse simplemente porque se sepa que existe la transmisión por gotitas y/o por contacto y/o porque la transmisión aérea sea difícil de verificar.
- Los conceptos de TEH y TWH pueden ser muy aplicables durante una pandemia porque es probable que el peligro esté presente en el lugar de trabajo, en el hogar y en los entornos sociales.
- El uso de bandas de exposición ocupacional para los riesgos biológicos está en sus etapas de desarrollo; sin embargo, este proceso puede conducir a métricas de exposición cualitativas y semicuantitativas en el futuro.

Sección IV. Referencias

1. **Sample S.** Assessing occupational and environmental exposure. *Occup Med (Lond)* 55(6): 419-424, 2005. doi: 10.1093/occmed/kqi135.
2. **U.S. Environmental Protection Agency (EPA).** *Guidelines for Exposure Assessment* (EPA/100/B-19/001). 1992.
3. **Górny RL.** Microbial aerosols: sources, properties, health effects, exposure assessment—a review. *KONA* 37: 64-84, 2020. doi: 10.14356/kona.2020005.
4. **Douwes J, Thorne P, Pearce N, Heederik D.** Bioaerosol health effects and exposure assessment: progress and prospects. *Ann Occup Hyg* 47(3): 187-200, 2003. doi: 10.1093/annhyg/meg032.
5. **Keene J.** Exposure assessment involving occupational exposures to biological agents. In: *A Strategy for Assessing and Managing Occupational Exposures*, 4th edition. Edited by Jahn S, Bullock W, Ignacio J. Fairfax, VA: American Industrial Hygiene Association, 2015.
6. **Drouet E, Grillot R, Morand S.** Viral pandemics of the modern era, *Encyclopedia of the Environment*. July 22, 2020. <https://www.encycopedie-environnement.org/en/health/viral-pandemics-of-the-modern-era/>.
7. **American Public Health Association (APHA).** *Control of Communicable Diseases Manual*, 20th Edition. Edited by Heymann DL. Washington, D.C.: APHA Press, 2016.
8. **Fears AC, Klimstra WB, Duprex P, et al.** Persistence of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 in aerosol suspensions. *Emerg Infect Dis* 26(9): 2168-2171, 2020. doi: 10.3201/eid2609.201806.
9. **Kampf G, Brüggemann Y, Kaba HEJ, et al.** Potential sources, modes of transmission and effectiveness of prevention measures against SARS-CoV-2. *J Hosp Infect* 106(4): 678-697, 2020. doi: 10.1016/j.jhin.2020.09.022.
10. **Ardusso M, Forero-López AD, Buzzi NS, Spetter CV, Fernández-Severini MD.** COVID-19 pandemic repercussions on plastic and antiviral polymeric textile causing pollution on beaches and coasts of South America. *Sci Total Environ* 763: 144365, 2021. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.144365.
11. **Harvey AP, Fuhrmeister ER, Cantrell ME, et al.** Longitudinal monitoring of SARS-CoV-2 RNA on high-touch surfaces in a community setting. *Environ Sci Technol Lett* 8(2): 168-175, 2021. doi: 10.1021/acs.estlett.0c00875.

12. **Ajit S.** Covid-19: disinfectants and sanitisers are changing microbiomes. *BMJ* 370: m2795, 2020. doi: 10.1136/bmj.m2795.
13. **Dhama K, Patel SK, Kumar R, et al.** The role of disinfectants and sanitizers during COVID-19 pandemic: advantages and deleterious effects on humans and the environment. *Environ Sci Pollut Res* 28(26): 34211-34228, 2021. doi: 10.1007/s11356-021-14429-w.
14. **Lednicky JA, Lauzardo M, Fan ZH, et al.** Viable SARS-CoV-2 in the air of a hospital room with COVID-19 patients. *Int J Infect Dis* 100: 476-482, 2020. doi: 10.1016/j.ijid.2020.09.025.
15. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC).** Scientific Brief: SARS-CoV-2 Transmission. Updated May 7, 2021. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/science/science-briefs/sars-cov-2-transmission.html>.
16. **World Health Organization.** Coronavirus disease (COVID-19): How is it transmitted? December 13, 2020. <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19-how-is-it-transmitted>.
17. **Fairbrother A, Bennett RS.** Ecological risk assessment and the precautionary principle. *Hum and Ecol Risk Assess* 5(5): 943-949, 1999.
18. **Morawska L, Tang JW, Bahnfleth W, et al.** How can airborne transmission of COVID-19 indoors be minimised? *Environ Int* 142: 105832, 2020. doi: 10.1016/j.envint.2020.105832.
19. **Ma J, Qi X, Chen H, et al.** Coronavirus disease 2019 patients in earlier stages exhaled millions of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 per hour. *Clin Infect Dis* 72(10): 652-654, 2021. doi: 10.1093/cid/ciaa1283.
20. **National Academies of Sciences E, and Medicine.** Airborne Transmission of SARS-CoV-2: Proceedings of a Workshop—in Brief. Washington, D.C.: The National Academies Press, 2020.
21. **Phan LT, Sweeney DM, Maita D, et al.** Respiratory viruses in the patient environment. *Infect Control Hosp Epidemiol* 41(3): 259-266, 2020. doi: 10.1017/ice.2019.299.
22. **Khare P, Marr LC.** Simulation of vertical concentration gradient of influenza viruses in dust resuspended by walking. *Indoor Air* 25(4): 428-440, 2015. doi: 10.1111/ina.12156.
23. **Harrel SK, Molinari J.** Aerosols and splatter in dentistry: a brief review of the literature and infection control implications. *J Am Dent Assoc* 135(4): 429-437, 2004. doi: 10.14219/jada.archive.2004.0207.
24. **Chen C, Zhao B, Cui W, Dong L, An N, Ouyang X.** The effectiveness of an air cleaner in controlling droplet/aerosol particle dispersion emitted from a patient's mouth in the indoor environment of dental clinics. *J R Soc Interface* 7(48): 1105-1118, 2010. doi: 10.1098/rsif.2009.0516.
25. **World Health Organization.** Roadmap to Improve and Ensure Good Indoor Ventilation in the Context of COVID-19. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2021. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240021280>.
26. **Yu IT, Li Y, Wong TW, et al.** Evidence of airborne transmission of the severe acute respiratory syndrome virus. *N Engl J Med* 350(17): 1731-1739, 2004. doi: 10.1056/NEJMoa032867.
27. **Yu IT, Qiu H, Tse LA, Wong TW.** Severe acute respiratory syndrome beyond Amoy Gardens: completing the incomplete legacy. *Clin Infect Dis* 58(5): 683-686, 2014. doi: 10.1093/cid/cit797.
28. **Li Y, Huang X, Yu IT, Wong TW, Qian H.** Role of air distribution in SARS transmission during the largest nosocomial outbreak in Hong Kong. *Indoor Air* 15(2): 83-95, 2005. doi: 10.1111/j.1600-0668.2004.00317.x.
29. **Cowling BJ, Park M, Fang VJ, Wu P, Leung GM, Wu JT.** Preliminary epidemiological assessment of MERS-CoV outbreak in South Korea, May to June 2015. *Euro Surveill* 20(25): 7-13, 2015. doi: 10.2807/1560-7917.es2015.20.25.21163.
30. **Miller SL, Nazaroff WW, Jimenez JL, et al.** Transmission of SARS-CoV-2 by inhalation of respiratory aerosol in the Skagit Valley Chorale superspreading event. *Indoor Air* 31(2): 314-323, 2021. doi: 10.1111/ina.12751.
31. **Booth TF, Kournikakis B, Bastien N, et al.** Detection of airborne severe acute respiratory syndrome (SARS) coronavirus and environmental contamination in SARS outbreak units. *J Infect Dis* 191(9): 1472-1477, 2005. doi: 10.1086/429634.
32. **Azimi P, Keshavarz Z, Cedeno Laurent JG, Stephens B, Allen JG.** Mechanistic transmission modeling of COVID-19 on the Diamond Princess cruise ship demonstrates the importance of aerosol transmission. *Proc Natl Acad Sci U S A* 118(8)2021. doi: 10.1073/pnas.2015482118.
33. **Santarpia JL, Rivera DN, Herrera VL, et al.** Aerosol and surface contamination of SARS-CoV-2 observed in quarantine and isolation care. *Sci Rep* 10(1): 12732, 2020. doi: 10.1038/s41598-020-69286-3.
34. **Johnson DL, Mead KR, Lynch RA, Hirst DVL.** Lifting the lid on toilet plume aerosol: a literature review with suggestions for future research. *Am J Infect Control* 41(3): 254-258, 2013. doi: 10.1016/j.ajic.2012.04.330.

35. **Zhang W, Du R-H, Li B, et al.** Molecular and serological investigation of 2019-nCoV infected patients: implication of multiple shedding routes. *Emerg Microbes Infect* 9(1): 386-389, 2020. doi: 10.1080/22221751.2020.1729071.
36. **Ding Z, Qian H, Xu B, et al.** Toilets dominate environmental detection of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 in a hospital. *Sci Total Environ* 753: 141710, 2021. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.141710.
37. **Liu Y, Ning Z, Chen Y, et al.** Aerodynamic characteristics and RNA concentration of SARS-CoV-2 aerosol in Wuhan hospitals during COVID-19 outbreak. *bioRxiv* (Preprint): 2020.2003.2008.982637, 2020. doi: 10.1101/2020.03.08.982637.
38. **Aithinne KAN, Cooper CW, Lynch RA, Johnson DL.** Toilet plume aerosol generation rate and environmental contamination following bowl water inoculation with *Clostridium difficile* spores. *Am J Infect Control* 47(5): 515-520, 2019. doi: 10.1016/j.ajic.2018.11.009.
39. **Jianxiang H, Phil J, Anqi Z, Shan Shan H, Jian H, Spengler JD.** Outdoor airborne transmission of Coronavirus among apartments in high-density cities. *Front Built Environ* 7: 2021. doi: 10.3389/fbuil.2021.666923.
40. **Horve PF, Dietz L, Fretz M, et al.** Identification of SARS-CoV-2 RNA in healthcare heating, ventilation, and air conditioning units. *medRxiv*: (Preprint), 2020. doi: 10.1101/2020.06.26.20141085.
41. **Nissen K, Krambrich J, Akaberi D, et al.** Long-distance airborne dispersal of SARS-CoV-2 in COVID-19 wards. *Sci Rep* 10(1): 19589, 2020. doi: 10.1038/s41598-020-76442-2.
42. **Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations.** REHVA COVID19 Guidance Version 4.0: How to Operate HVAC and Other Building Service Systems to Prevent the Spread of the Coronavirus (SARS-CoV-2) Disease (COVID-19) in Workplaces. Brussels, Belgium: REHVA, 2020. https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/REHVA_COVID-19_guidance_document_V4_23112020.pdf.
43. **Riley EC, Murphy G, Riley RL.** Airborne spread of measles in a suburban elementary school. *Am J Epidemiol* 107(5): 421-432, 1978. doi: 10.1093/oxfordjournals.aje.a112560.
44. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC).** Science Brief: SARS-CoV-2 and Surface (Fomite) Transmission for Indoor Community Environments. 2021. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/more/science-and-research/surface-transmission.html>.
45. **Geller C, Varbanov M, Duval R.** Human coronaviruses: Insights into environmental resistance and its influence on the development of new antiseptic strategies. *Viruses* 4(11): 3044-3068, 2012. doi: 10.3390/v4113044.
46. **Weber TP, Stilianakis NI.** Fomites, hands, and the transmission of respiratory viruses. *J Occup Environ Hyg* 18(1): 1-3, 2021. doi: 10.1080/15459624.2020.1845343.
47. **Mukherjee DV, Cohen B, Bovino ME, Desai S, Whittier S, Larson EL.** Survival of influenza virus on hands and fomites in community and laboratory settings. *Am J Infect Control* 40(7): 590-594, 2012. doi: 10.1016/j.ajic.2011.09.006.
48. **Xiao S, Tang JW, Hui DS, Lei H, Yu H, Li Y.** Probable transmission routes of the influenza virus in a nosocomial outbreak. *Epidemiol Infect* 146(9): 1114-1122, 2018. doi: 10.1017/S0950268818001012.
49. **Jones RM.** Relative contributions of transmission routes for COVID-19 among healthcare personnel providing patient care. *J Occup Environ Hyg* 17(9): 408-415, 2020. doi: 10.1080/15459624.2020.1784427.
50. **Wallace LA, Pellizzari ED, Hartwell TD, et al.** The TEAM Study: Personal exposures to toxic substances in air, drinking water, and breath of 400 residents of New Jersey, North Carolina, and North Dakota. *Environ Res* 43(2): 290-307, 1987. doi: 10.1016/S0013-9351(87)80030-0.
51. **Tamers SL, Chosewood LC, Childress A, Hudson H, Nigam J, Chang CC.** Total Worker Health® 2014-2018: The novel approach to worker safety, health, and well-being evolves. *Int J Environ Res Public Health* 16(3): 321, 2019. doi: 10.3390/ijerph16030321.
52. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC), National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), U.S. Department of Health and Human Services.** Issues Relevant to Advancing Worker Well Being Using Total Worker Health® Approaches. Updated January 2020. https://www.cdc.gov/niosh/twh/pdfs/Issues-Graphic-2020_508.pdf.
53. **Lee MP, Hudson H, Richards R, Chang CC, Chosewood LC, Schill AL** (on behalf of the NIOSH Office for Total Worker Health). *Fundamentals of Total Worker Health Approaches: Essential Elements for Advancing Worker Safety, Health, and Well-Being.* Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH), Publication No. 2017-112, 2016. <https://www.cdc.gov/niosh/>

[docs/2017-112/pdfs/2017_112.pdf](#).

54. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC).** Employees: How to Cope with Job Stress and Build Resilience During the COVID-19 Pandemic. 2020. Updated December 23, 2020. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/community/mental-health-non-healthcare.html>.
55. **He D, Zhao S, Li Y, et al.** Comparing COVID-19 and the 1918–19 influenza pandemics in the United Kingdom. *Int J Infect Dis* 98: 67–70, 2020. doi: 10.1016/j.ijid.2020.06.075.
56. **Krishnan L, Ogunwole SM, Cooper LA.** Historical insights on coronavirus disease 2019 (COVID-19), the 1918 influenza pandemic, and racial disparities: Illuminating a path forward. *Ann Intern Med* 173(6): 474–481, 2020. doi: 10.7326/M20-2223.
57. **Lentz TJ, Seaton M, Rane P, Gilbert SJ, McKernan LT, Whittaker C.** Technical report: the NIOSH occupational exposure banding process for chemical risk management. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH), Publication No. 2019-132, 2019. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2019-132/>.
58. **McKernan LT, Seaton M, Gilbert S.** The NIOSH Decision Logic for OEBs: Applying Occupational Exposure Bands. *The Synergist*. <https://synergist.aiha.org/201603-the-niosh-decision-logic-for-oeb/>. March 3, 2016.
59. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC).** NIOSH Occupational Exposure Banding e-Tool. 2019. <https://www.cdc.gov/Niosh-oeb/>.

V. Controles recomendados

A. Consideraciones Generales

Un elemento importante de los controles es comprender los posibles enfoques para controlar las exposiciones ambientales y en el lugar de trabajo. Como muchos otros contaminantes a los que están expuestos los trabajadores, la exposición a organismos pandémicos puede controlarse dentro de un marco que toma como referencia la clásica jerarquía de controles de la higiene industrial. Sin embargo, los controles pandémicos pueden entenderse mejor mediante un enfoque basado en la vía similar a los controles de ruido y radiación. Para establecer este paradigma, Sietsema et al.¹ reformuló la jerarquía de controles tradicional de la higiene industrial en

la forma de controlar la fuente, el medio y el receptor. Aunque el enfoque de Sietsema et al. estaba centrado en la transmisión de aerosoles por inhalación, el enfoque basado en la vía se puede utilizar para otras vías de transmisión y es la base de las siguientes secciones sobre controles de patógenos pandémicos.

El enfoque tradicional de jerarquía de controles y el enfoque de control basado en la vía tienen fortalezas y debilidades. Sin embargo, este documento utiliza el enfoque de control basado en la vía porque es más flexible cuando se consideran las diferencias significativas entre las exposiciones biológicas y no biológicas, y debido a las diferencias entre las respuestas humanas a las toxinas versus los patógenos.

Existe una gran cantidad de variables e incertidumbres asociadas con la exposición, riesgos y respuestas humanas a agentes biológicos. Por ejemplo, mezclar el aire y dispersar contaminantes generalmente no es considerada una estrategia de control aceptable cuando se consideran algunos contaminantes biológicos (por ejemplo esporas de moho) y la mayoría de los contaminantes no biológicos como humos, metales y otras partículas tóxicas. Esto se debe principalmente a la estabilidad ambiental de largo plazo de estos contaminantes, su acumulación en superficies y el aumento de la concentración de los contaminantes en el aire a través del tiempo, con o sin una fuente continua. Por el contrario, los agentes pandémicos generalmente solo tienen estabilidad ambiental de corto plazo en términos de su capacidad para seguir siendo infecciosos. Además, la viabilidad limitada (por ejemplo bacterias) o la actividad (virus) del agente pandémico fuera del hospedador va a significar que el agente pandémico probablemente muera o se vuelva inactivo en las superficies. Como resultado, las concentraciones en el aire y en las superficies se convierten rápidamente estacionarias o muy probablemente disminuyan su concentración durante períodos cortos de tiempo, debido a que la fuente rara vez es continua o constante.

Respecto de los tipos de controles y su categorización por vías, algunos controles son efectivos en múltiples vías. Esto puede ser visto en varios de los controles que encajan en la jerarquía de controles tradicional. Por ejemplo, el equipo de protección personal (EPP), como los respiradores y los guantes protegen al usuario (control en el receptor) y pueden reducir la transmisión del agente pandémico (control

en la fuente). Los controles administrativos, como el distanciamiento físico y la higiene de las manos, pueden ser controles en la fuente, el medio o el receptor, dependiendo del lugar donde se apliquen en la cadena de infección. Las siguientes secciones discuten cómo los controles son aplicables a fuentes, al medio y al receptor; cómo utilizar las bandas de control para evaluar la exposición y el riesgo; y cómo desarrollar recomendaciones de control.

Independientemente del método utilizado para establecer los controles pandémicos, es esencial que los higienistas industriales, el personal de salud pública y los especialistas en control y prevención de infecciones trabajen en conjunto para diseñar el mejor esquema de protección para la situación que se les presente. Aunque puede haber muchas diferencias en la terminología y en el enfoque entre estos profesionales, todos deben trabajar en el mismo objetivo de minimizar el impacto de la pandemia sobre la salud y el bienestar tanto de los trabajadores como del público en general.

B. Controles en la fuente

Para controlar efectivamente el brote de una enfermedad, el higienista industrial o el profesional de seguridad y salud ocupacional primero debe comprender la forma de transmisión de esa enfermedad. Las dos principales formas de transmisión de la mayoría de los agentes pandémicos son la inhalación de partículas y la transmisión por contacto. El control en la fuente es la manera más eficaz de mitigar la propagación de la enfermedad en la comunidad porque elimina o reduce la fuerza de la fuente de la enfermedad.

1. Controles en la fuente para la inhalación de partículas

a. Eliminación de la fuente

Las enfermedades pueden ser controladas por eliminación de la fuente de generación de aerosoles infecciosos, mediante el cambio de la manera en que trabajamos. La mejor manera de detener la inhalación de partículas es eliminar el contacto presencial porque eso elimina totalmente la propagación de la enfermedad de persona a persona. El teletrabajo o trabajo remoto elimina todas estas interacciones presenciales, y en consecuencia previene la transmisión de agentes infecciosos en el aire y en el entorno de trabajo.

Sin embargo, el teletrabajo no es la solución para todas las profesiones, y muchos trabajos requieren que los empleados estén presentes en el lugar de trabajo, como en el caso de las fábricas o trabajos con información sensible que requiere un entorno seguro. Para estas situaciones, el trabajo con turnos escalonados podría usarse para reducir el número de empleados presentes en el lugar de trabajo y, a su vez, reducir la probabilidad de que empleados infectados estén presentes en el lugar de trabajo.

Para el trabajador esencial, cuando no sea posible o práctico reducir el número de trabajadores, el análisis de síntomas y/o pruebas de detección de la enfermedad pueden utilizarse como medida de control de la fuente. Esto reducirá la probabilidad de que los trabajadores infectados sean la fuente en el entorno de trabajo. Sin embargo, las pruebas o el análisis de síntomas por sí solos pueden no ser suficientes si el trabajo implica la interacción con el público. El análisis de síntomas, en particular, puede no ser efectivo cuando las personas son infecciosas antes de desarrollar síntomas o sin ellos (asintomáticos).

b. Minimización de la fuente

Minimización de la fuente infecciosa es otra estrategia de control en la fuente. Cambiar el flujo de trabajo o la ubicación para limitar el tiempo y la distancia de contacto cercano podría ser una solución viable para minimizar la fuente. Al moverse de una exposición en un lugar cercano a un lugar lejano (el área de una esfera aumenta con el cubo de la distancia lineal), la carga viral decaerá exponencialmente (en condiciones ideales). Por ejemplo, en una oficina llena de cubículos, dejar algunos cubículos vacíos puede reducir la concentración del agente pandémico. El ejemplo paralelo en las fábricas es la adición de espacio entre los trabajadores.

Al igual que con la generación de químicos, la concentración de bioaerosoles se acumulará en un espacio con poco o ningún intercambio de aire. Para los agentes que no tienen un desplazamiento por vía aérea significativo, la distancia puede ser

suficiente para romper la cadena, mientras que para las enfermedades con transmisión por vía aérea requerirán controles adicionales para minimizar la propagación de partículas inhalables.

Los cobertores faciales y las máscaras quirúrgicas pueden limitar, en algún grado, la emisión de las gotitas más grandes de una fuente. La eficiencia del filtro es generalmente mucho menor que la de los respiradores, y no es esperado ni evaluado el ajuste, haciendo muy poco probable que los cobertores faciales o las máscaras quirúrgicas eviten la emisión de partículas infecciosas más pequeñas. Por lo tanto, los cobertores faciales y las máscaras no deberían ser considerados en la reducción del riesgo de exposición por inhalación para alguien que pase más de algunos minutos en un espacio compartido.

c. *Aislamiento de fuente*

En algunas situaciones, aislar la fuente tiene más sentido como medida de control que aumentar la distancia entre los trabajadores. Por ejemplo, una oficina individual con un solo ocupante y una puerta cerrada puede ser aislada del resto de la oficina, asumiendo que la ventilación de la oficina individual también esté aislada. Esto puede ser una medida de control de fuente efectiva porque separa a las personas potencialmente infecciosas del resto de trabajadores de la oficina. El establecimiento de barreras físicas o recintos también puede ser útil para el aislamiento de fuentes relacionadas con la transmisión de gotitas. Sin embargo, para las enfermedades infecciosas que pueden transmitirse por el aire, la presurización (generalmente negativa) para dirigir el flujo de aire lejos del trabajador es un complemento necesario, ya que es poco probable que las barreras por sí solas sean efectivas contra la transmisión aérea.

2. Controles en la fuente para la transmisión por contacto

Las estrategias de control de la fuente para transmisiones por contacto son similares a las aplicables a la transmisión por aerosol; sin embargo, los agentes transmitidos por contacto generalmente son más fáciles de controlar en la fuente que los agentes transmitidos por el aire.

a. *Eliminación de la fuente*

Para la propagación de enfermedades transmitidas por contrato, la estrategia más segura posible es garantizar que las personas enfermas no estén presentes en el lugar de trabajo para propagar los agentes infecciosos. El trabajo remoto eliminará la fuente de infección, pero puede que no sea factible en muchas situaciones. Cuando la eliminación de la fuente no es factible, la minimización de la fuente podría ser la siguiente mejor estrategia para controlar la fuente.

b. *Minimización de la fuente*

El EPP como guantes, respiradores y protectores faciales/gafas, generalmente son usados para proteger al usuario (es decir controles en el receptor). Sin embargo, estos EPP también pueden ser efectivos como controles de la fuente al minimizar el número de agentes infecciosos disponibles para el contacto con otras personas. También es importante ponerse y quitarse correctamente el EPP. El uso del EPP junto con la adecuada higiene de las manos puede ayudar a reducir la cantidad de gotitas infecciosas, de la membrana mucosa de una persona infectada, que pueden contaminar una superficie.² Las investigaciones han demostrado que la adecuada práctica de higiene de las manos, ya sea lavándose las manos con agua y jabón o usando alcohol gel, puede prevenir y/o controlar infecciones.³

Algunas publicaciones han indicado que los cobertores faciales (frecuentemente llamados “máscaras” o “máscaras de tela”) o máscaras quirúrgicas reducen la cantidad de gotitas infecciosas expulsadas de un individuo al ambiente.⁴⁻⁷ Sin embargo, las investigaciones y reseñas publicadas están generalmente enfocadas en estudios de laboratorio y pruebas de materiales para determinar la eficacia de los cobertores faciales como posible control de la fuente. Actualmente, no hay estudios rigurosos que respalden la efectividad de los cobertores faciales para reducir significativamente la transmisión de partículas inhalables de SARS-CoV-2, en parte porque

actualmente no existen estándares para las pruebas de cobertores faciales que no sean los de la Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (ASTM) F3502-21 *Especificación de estándar para barreras de cobertores faciales* (Standard Specification for Barrier Face Coverings), que se limita a las pruebas de eficiencia de filtración. Como se indica en Lindsley et al., “Hasta que se comprendan mejor los factores que controlan el rendimiento de los dispositivos de control de la fuente y se desarrollen mejores metodologías de prueba, los resultados de los métodos de prueba como la prueba de eficiencia de filtración, la prueba de resistencia al flujo de aire y las mediciones del factor de ajuste, deben interpretarse con precaución cuando se utilicen para evaluar dispositivos de control de la fuente para aerosoles respiratorios”.⁶

Un estudio sobre la obligación del uso de cobertores faciales indicó que las políticas que exigían el uso de cobertores faciales para el SARS-CoV-2 tuvieron una significativa reducción de infectados en algunos municipios. Los resultados destacaron la rapidez con la que una ordenanza sobre cobertores faciales puede impactar en la trayectoria de crecimiento de la tasa de infección.⁸ Otros estudios indicaron que el cumplimiento público en el uso de los cobertores faciales moderadamente protectores podría aplanar la curva durante la pandemia del COVID-19.⁹ Los resultados de estos estudios, tanto en el laboratorio como a través de diseños de estudios ecológicos, indican que usar un cobertor facial puede ser una parte importante del control de la fuente en una pandemia; sin embargo, solo los respiradores han demostrado efectividad contra partículas respirables, es decir, diámetros aerodinámicos $<5 \mu\text{m}$.⁹ A la luz de esta incertidumbre, se deben usar controles de ingeniería y respiradores aprobados por NIOSH en lugar de los cobertores faciales o máscaras quirúrgicas que protegen menos a los empleados en el trabajo durante una pandemia.

c. *Aislamiento de la fuente*

Aislar a las personas infectadas limitará las áreas y superficies que pueden ser contaminadas con agentes

infecciosos liberados por las personas infectadas. Aislar el área contaminada limitará la posibilidad de que las personas no infectadas toquen las superficies contaminadas y se expongan potencialmente a los agentes infecciosos. Aislar la fuente a un área definida también ayudará a enfocar las áreas que requieren limpieza y/o desinfección.

C. Controles en las vías

1. Controles en la vía para prevenir la inhalación de partículas infecciosas

Las siguientes secciones describen los diversos controles disponibles para eliminar o reducir las partículas inhalables infecciosas. Es mejor considerar estos controles como opciones, cualquiera de las cuales debe implementarse siempre que sea posible. Además, estos controles deben implementarse con el conocimiento de que es probable que los controles aditivos o estratificados produzcan la máxima efectividad.

a. *Ventilación*

En el libro de 1860 de Florence Nightingale¹⁰, el reconoció que el aire fresco del exterior era un componente importante para mantener seguros a los pacientes del hospital. Ella escribió: “Mantener el aire que respira el paciente tan puro como el aire exterior, sin que se enfríe”.¹⁰ A pesar que todos los ingenieros o científicos estarían de acuerdo en que eliminar los patógenos inhalables del interior es una buena idea, el desafío ha sido que hay poco consenso sobre la cantidad de aire exterior que se debe introducir junto con el aire recirculado. Muchos laboratorios de investigación usan el 100 % de aire exterior (que es costoso de acondicionar), ya que ventilan el 100 % de su aire contaminado y filtrado al exterior. Este método de ventilación no es práctico para otras instalaciones, como edificios de oficinas, debido a los costos excesivos de calefacción y/o refrigeración. Generalmente no es utilizado excepto en algunas situaciones, como en las salas de operaciones.

Diseñar, utilizar y mantener adecuadamente el sistema de ventilación mecánica de un edificio es un componente vital para controlar las ruta(s) de los

patógenos inhalables. Como mínimo, se recomienda que todo el personal de mantenimiento del edificio siga los estándares de ventilación de ASHRAE 62.1 para edificios y 62.2 para espacios residenciales.^{11,12} Los factores que pueden afectar el control de patógenos del sistema de ventilación del edificio incluyen lo siguiente:

1. Tasa de ventilación del aire exterior (equilibrado o presurizado con aire de escape del edificio)
2. Tasa de renovaciones de aire por hora (ACH), críticamente la ACH_e (donde 'e' es para la eficiencia de las renovaciones de aire)
3. Dirección del flujo de aire basada en la presurización de la habitación a las habitaciones adyacentes
4. Distribución del flujo de aire (flujo de aire desde los difusores de suministro hasta las ventilaciones de escape/ retorno)
5. Instalar el filtro adecuado según la calificación del valor informado de eficiencia mínima (MERV) para el tamaño del agente o partículas que transportan el agente, y asegurarse de que tengan el tamaño adecuado y que no tengan derivación alrededor del filtro.

Según el Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades de EE. UU. (CDC), los higienistas industriales tienen las siguientes opciones en relación con la mejora de la calidad del aire (reducción de la carga viral) mediante cambios relativamente sencillos en la calefacción, la ventilación y el aire acondicionado (HVAC):

1. Aumentar el suministro de flujo de aire limpio en los espacios ocupados cuando sea posible.
2. Apagar/desactivar cualquier control de ventilación controlada por demanda (demand-controlled ventilation, DCV) que reduzca el suministro de aire según la ocupación o la temperatura durante las horas ocupadas. En casas y edificios donde el funcionamiento del ventilador HVAC puede ser controlado con el termostato, configure

el ventilador en la posición “encendido” en lugar de “automático” porque la posición encendido hará funcionar el ventilador continuamente, incluso cuando no se requiera calefacción o aire acondicionado.

3. Si es posible, abra las compuertas de aire exterior más allá de los ajustes mínimos para reducir o eliminar la recirculación de aire HVAC. En clima templado, esto no afectará al confort térmico o la humedad. Sin embargo, debido al uso térmico, esto puede aumentar los costos en condiciones climáticas extremas de frío, calor o humedad.¹³

Para garantizar que los patógenos transportados por el aire se eliminen de la manera más eficiente posible, los higienistas industriales pueden trabajar con profesionales que tienen experiencia en el movimiento del aire dentro de los edificios. La adecuada distribución de la ventilación (por ejemplo la ubicación estratégica de las ventilaciones de suministro y escape) puede mejorar la dilución del aire de la habitación y reducir la acumulación y concentración de la contaminación viral en el aire.¹⁴ Además, el adecuado balance del aire de las ventilaciones de suministro y escape también puede aumentar la eficiencia de eliminación de los patógenos.

Muchos edificios tienen tasas de ventilación mínimas, y en estos “ambientes, con tasas de ventilación más bajas destinadas principalmente a controlar la calidad del aire interior [es decir los olores]... la probabilidad de que las personas infectadas compartan el aire con ocupantes susceptibles es alta, representando un riesgo de infección que contribuye a la propagación de la enfermedad infecciosa”.¹⁴

El documento del 2020 del Public Services and Procurement Canada (PSPC) recomienda las siguientes pautas de ventilación para una pandemia como la COVID-19:

- Operar los sistemas HVAC a una fracción más alta de aire exterior hasta la tasa máxima que puedan soportar los sistemas del edificio. Esto puede

requerir modificaciones a los sistemas de construcción, tales como:

- Ajustar la posición de la compuerta de aire exterior
- Instalar sistemas DCV (por ejemplo sensores de CO₂)
- Ajustar los extractores de aire para garantizar una presurización ligeramente positiva del edificio.
- Considere operar los sistemas HVAC que brindan servicio a las áreas ocupadas las 24 horas del día, los 7 días de la semana para mejorar el flujo de aire del edificio.¹⁵

Todas estas recomendaciones se refieren principalmente al funcionamiento de los sistemas de ventilación de edificios que se basan en la mezcla, y pueden o no pueden ser efectivos para limitar las concentraciones de partículas infecciosas en habitaciones o espacios, según el diseño y rendimiento del sistema. Por ejemplo, el simple aumento de la cantidad de aire quizá no elimine las áreas con mala mezcla, zonas muertas o los cortocircuitos causados por la inadecuada ubicación de las entradas y salidas en un espacio interior.

Independientemente de las operaciones del sistema existente o de las potenciales modificaciones, se debe consultar con un ingeniero de ventilación para asegurarse de que el sistema funcione correctamente y tenga un buen mantenimiento. También es necesario asegurar que el sistema puede adaptarse a la caída de presión adicional debido al uso de un filtro más eficiente.

b. *Salas presurizadas positivamente/negativamente*

Durante una pandemia, si se identifica a una persona como posiblemente contagiada con la enfermedad pandémica, debe aislarse en una habitación con presión negativa u otra área capaz de crear una barrera de presión negativa (por ejemplo un encapsulado alrededor de una cama o en la parte superior). En los casos en que no se pueda implementar la presión negativa, para la instalación se debe considerar alternativas como aislar a estas personas cerca de la ventilación de escape hasta que puedan ser retiradas del edificio.

El CDC recomienda idealmente que las habitaciones con presión negativa deban tener pasillos o habitaciones contiguas con una presión negativa superior a 2,5 Pa.¹⁶

Para reducir la aerosolización del inodoro como fuente de contaminación, mantenga la tapa del inodoro cerrada cuando descargue la cadena y agregue una cubierta en caso no tuviera. Para minimizar la transmisión de aerosoles desde el área del inodoro, es importante asegurarse de que todas las ventilaciones de escape de los baños tengan el tamaño adecuado y funcionen correctamente, que estén ventilando hacia el exterior y que los conductos de ventilación funcionen continuamente. Además, la ventilación de escape del inodoro debe ubicarse de manera que haya suficiente distancia entre la ventilación de escape y la ventilación de entrada de aire fresco. Esto ayudará a prevenir el reingreso al edificio de cualquier patógeno en forma de aerosol.¹⁷

c. *Humedad y temperatura*

Mantener una adecuada humedad interior es fundamental para controlar la supervivencia de los patógenos en el aire, especialmente los virus envueltos como la influenza y el coronavirus. Según Eames et al.:

La capacidad de supervivencia de los patógenos en el aire depende de muchos factores, incluye el tiempo de permanencia en el aire, el nivel de humedad (que en parte depende de la temperatura), los contaminantes atmosféricos y la luz ultravioleta... Tanto la temperatura como la humedad afectan la envoltura lipídica y la cubierta proteica, afectando el período de supervivencia. La temperatura y la humedad trabajarán juntas para destruir los organismos o estabilizarlos.¹⁸

Desde la década de 1940, los científicos han realizado pruebas de virus en el aire en diferentes niveles de humedad. En 1961, Harper descubrió que la influenza sobrevivía mucho más tiempo en aire más frío y seco, después de 23

horas a 7–8°C, el 61 % del virus en aerosol eran viables a una humedad relativa (HR) del 23–25% frente al 19% de viabilidad a 51% RH.¹⁹ En 2012, los científicos de NIOSH realizaron una prueba similar en la que los maniqués “tosieron” el virus de la gripe en diferentes niveles de humedad. Descubriendo que “el virus total recolectado durante 60 minutos retuvo entre un 70,6 y 77,3 % de infectividad a una humedad relativa ≤ 23 %, pero solo entre un 14,6 y 22,2 % de infectividad a una humedad relativa ≥ 43 %”.²⁰ Este estudio también indicó que “mantener una humedad relativa interior >40 % reducirá significativamente la infectividad del virus en aerosol”.²⁰

Yang y Marr afirman: “La humedad es una variable importante en la transmisión por aerosol de los IAV [virus de la influenza A] porque induce la transformación del tamaño de las gotitas y afecta las tasas de inactivación de IAV”.²¹ También mencionan, “...la ruta de transmisión del aerosol juega un papel importante en la propagación de la influenza en las regiones templadas” y “la eficiencia de esta ruta depende de la humedad”.²¹ Su recomendación es la siguiente: “Mantener una humedad relativa [HR] y una tasa de ventilación interior altas puede ayudar a reducir las posibilidades de infección por IAV”.²¹

Los estudios del virus SARS-CoV-2 han indicado resultados similares a los del virus de la influenza, Morris et al. declaró, “encontramos que el SARS-CoV-2 sobrevive más tiempo a bajas temperaturas y humedades relativas (HR) extremas; la mediana de la vida media estimada del virus es de más de 24 horas a 10°C y 40% de HR, pero de aproximadamente 1,5 horas a 27 °C y 65 % de HR”.²²

Un estudio de Shaman titulado “Humedad absoluta e influenza pandémica versus influenza epidémica” encontró que “las variaciones de la humedad absoluta brindan un marco que ayuda a explicar el desempeño en el tiempo de la influenza epidémica y pandémica en las regiones templadas. Como modulador clave de $R_0(t)$ [la medida asociada con la posible transmisión o disminución de una enfermedad], la

humedad absoluta facilita la transmisión de la influenza en caso de que el virus esté presente y se tenga susceptibilidad dentro de las subpoblaciones”.²³

La posición de ASHRAE en el documento del 2020 sobre Aerosoles Infecciosos respalda la relevancia de la HR en la transmisión de enfermedades y afirma que “los inmunobiólogos han aclarado los mecanismos a través de los cuales la HR ambiental por debajo del 40% afectan las barreras de la membrana mucosa y otros niveles de protección del sistema inmunitario”.^{24,25}

Estos hallazgos y recomendaciones se refieren al funcionamiento de los sistemas de humidificación de la ventilación. Sin embargo, los diferentes agentes pandémicos pueden estar más o menos influenciados por los cambios de la HR, y estas diferencias deben tenerse en cuenta al especificar, modificar o instalar equipos de humidificación o al predecir variaciones estacionales en la transmisión.

d. Filtración

La filtración es un método para reducir la concentración de los contaminantes en el aire fresco o recirculado. En relación con el control de la ruta de las partículas inhalables infecciosas, se supone que no hay concentraciones significativas de patógenos en el aire fresco, y el propósito de la filtración es reducir la cantidad de partículas inhalables infecciosas en el aire recirculado.

Un error común que se comete al dimensionar los filtros es juzgar la eficiencia de un filtro en función de los resultados de las pruebas del tamaño de partícula más penetrante. Por ejemplo, aunque los filtros de aire de partículas de alta eficiencia (HEPA) se enumeran con una eficiencia del 99,97 % con un tamaño de partícula de 0,3 μm (el tamaño aproximado de la partícula más penetrante), se ha demostrado que los filtros HEPA pueden tener una eficiencia del 99,99 % para detener partículas tanto mayores como menores de 0,3 μm . Los higienistas industriales e ingenieros que trabajan con la filtración de aire también entienden que con el tiempo, los filtros se cargarán con partículas ambientales, aumentando tanto su resistencia como su eficiencia.

Debido a que es probable que los viriones sean encapsulados en una gota de esputo o núcleos de gotitas que pueden variar de 0,8 a 2,0 μm , un filtro MERV 13 puede ser muy eficaz para eliminar estos aerosoles. Un estudio del 2013 encontró que la captura de partículas en el rango de tamaño relevante alcanzó su punto máximo y, posteriormente se estabilizó para los filtros clasificados en o por encima de MERV 13 respectivamente.²⁶ Según ese estudio, ASHRAE recomienda que se instalen filtros con clasificación MERV 13 en todos los sistemas HVAC que suministren aire a las áreas ocupadas, si es factible. Para obtener la mejor eficiencia de los filtros MERV 13, se debe instalar empaquetaduras, verificar que los filtros estén bien ajustados en sus bastidores y verificar que no haya un “fugas” de aire alrededor de los filtros. Se han reportado resultados similares para filtros HVAC residenciales.²⁷ Para garantizar el funcionamiento adecuado del sistema, se debe consultar con un ingeniero de ventilación para asegurarse que el sistema pueda adaptarse a la caída de presión adicional causada por un filtro MERV 13 o superior.²⁷

e. *Purificadores de aires basados en filtros para habitaciones*

Además de mejorar la filtración en todo el sistema, el grupo de trabajo sobre Epidemias de ASHRAE recomienda que se usen purificadores de aire con filtros HEPA portátiles en las habitaciones para aumentar la captura de viriones en el aire del entorno local, así como aumentar la cantidad de ACH.²⁸ En la guía de ASHRAE titulada “Guía de purificadores de aire para reducir el COVID-19 en el aire de tu espacio/habitación”, ASHRAE describe siete grupos de información necesarios para calcular el tamaño del dispositivo para tu habitación en la subsección titulada ¿Qué necesita saber para elegir un purificador de aire para habitaciones?²⁹ AIHA y la Organización Mundial de la Salud (OMS) también recomiendan purificadores de aire para habitaciones con filtros de alta eficiencia.^{30,31} La OMS manifiesta: “Si no se puede adoptar otra estrategia,

considere usar un purificador de aire independiente con filtros MERV 14/ISO ePM1 70-80 % (anteriormente MERV 14/F8). El purificador de aire debe colocarse en las áreas utilizadas por las personas y cerca de las personas. La capacidad del purificador de aire debe cubrir al menos la brecha entre el mínimo requerido y la tasa de ventilación medida”.³¹ Esto se puede verificar comparando la tasa de suministro de aire limpio (clean air delivery rate, CADR) del dispositivo en metros cúbicos por hora (m^3/h) con la tasa de ventilación del área.³¹ Además del CADR, se debe considerar el área de influencia y las condiciones de mezcla del espacio para asegurar la máxima eficiencia del dispositivo portátil.”^{32,33}

Un estudio del 2020 que usó purificadores de aire con filtros HEPA en habitaciones encontró que “cuando las clases se llevaron a cabo con las ventanas y la puerta cerradas, la concentración de aerosol [$>3 \text{ nm}$] se redujo en más del 90 % en menos de 30 minutos cuando los purificadores estaban en funcionamiento (tasa de intercambio de aire 5,5 h^{-1} .”³⁴ AIHA recomienda purificadores de aire con filtro HEPA independientes y manifiesta: “Los dispositivos con filtros HEPA para un solo espacio, que son montados en el techo o portátiles, cuando son seleccionadas e instaladas correctamente pueden reducir eficientemente las concentraciones de aerosoles infecciosos en una zona o lugar específico, como un salón de clases, un ascensor, vestíbulo o una oficina”.³⁰

f. *Luz ultravioleta*

La Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción y Aire Acondicionado (ASHRAE), las Academias Nacionales de Ciencias, Ingeniería y Medicina (NASEM) y la CDC recomiendan el uso de luces ultravioleta (UV) para inactivar virus como el SARS COVID-19. La CDC también recomienda la irradiación ultravioleta germicida (UVGI) en la parte superior de un ambiente para el control de infecciones.³⁵ La longitud de onda de la luz ultravioleta comúnmente usada [banda C a aproximadamente 254 nanómetros (nm)] está asociada con daños en la piel y los ojos, por lo

que es necesario tomar precauciones de seguridad para proteger tanto a los ocupantes como al personal de mantenimiento. Las luces ultravioleta se pueden instalar dentro de espacios ocupados en la parte superior de las paredes y consecutivos uno después de otro dentro de los equipos HVAC. En ambos casos, el tiempo que el agente está expuesto a la fuente de UV y la distancia del agente a la fuente UV determinan la efectividad in situ.

El ultravioleta lejano C (UVC) (en el rango de 207 a 222 nm) puede tener potencial como una fuente de UVC más segura y podría convertirse en un complemento comercialmente viable para la longitud de onda de 254 nm.³⁶ Los estudios actuales indican que la exposición a la radiación UVC lejana tiene un efecto mínimo, si es que tiene alguno, en las células de los mamíferos, pero puede inactivar virus y células procariotas (por ejemplo bacterias). Sin embargo, el tiempo necesario para que la radiación UVC de 222 nm mate o inactive el organismo es mucho más largo que el requerido para la radiación UVC de 254 nm con una potencia equivalente.^{37,38}

Los sistemas ultravioleta incluyen lámparas que utilizan tanto mercurio como diodos emisores de luz (LED). Las lámparas varían en potencia y estilo, con salidas según el tipo y la configuración. Varios programas informáticos comerciales y no comerciales están disponibles para determinar qué tipo y cuántas luces ultravioleta son necesarias para cumplir con la potencia de salida, establecida en microjoules (mJ), necesaria para inactivar el 99% de los patógenos transportados por el aire. La determinación de la potencia y el tiempo apropiado para matar o inactivar nuevos agentes pandémicos probablemente requerirá investigación y pruebas.

1) Sistemas UV en la parte superior

Se ha demostrado que los sistemas UV de la parte superior de las paredes son efectivos para inactivar de manera segura las bacterias y los virus en el aire dentro de los espacios ocupados en los edificios. NIOSH tiene una excelente guía

para la radiación ultravioleta en parte superior de la pared para usar en el control de la tuberculosis.³⁹ Dos estudios de Harvard han demostrado que el aumento del aire mezclado también aumentó la efectividad de la inactivación en el aire mediante el uso de ventiladores de techo u otros en conjunto con el sistema UV en la parte superior.^{40,41} Para los sistemas UV en la parte superior, se deben considerar la altura del techo, la ubicación de la luz, la direccionalidad, la penetración de la luz ultravioleta, la estabilidad de los materiales irradiados durante la operación, el apagado remoto, los sensores de movimiento, los enclavamientos de seguridad y otros factores para garantizar una operación adecuada y para proteger a los ocupantes y al personal de mantenimiento de la exposición a la luz ultravioleta.

2) Sistemas UV en conducto

En el 2021 el Grupo de trabajo sobre epidemias de ASHRAE recomendó sistemas UV en conductos, que proporcionan 1500 mJ por centímetro cuadrado (mJ/cm²) de irradiación UV en 24 pulgadas, viajando a 500 pies por minuto (o más lento), eso inactiva el 99% de viriones de SARS COVID-19 en el aire que viajan a través de la zona irradiada.²⁸ Para aplicaciones en conductos, se debe lograr un equilibrio entre el tamaño del conducto, el caudal de ventilación y el tiempo de permanencia en la zona con luz ultravioleta para permitir que la luz ultravioleta tenga suficiente tiempo para la inactivación y al mismo tiempo, permita un suficiente suministro de volumen para cumplir con los requisitos de la ACH. Para los sistemas UV en conducto, se aplican consideraciones de seguridad para la operación, incluyendo los enclavamientos de seguridad en las puertas de acceso y componentes aprobados por UL. Además, los

sistemas deben sellarse para evitar cualquier fuga de luz ultravioleta según el código UL de 1995.

g. *Mezcla de aire mediante ventiladores*

Como se señaló anteriormente, el flujo turbulento generado con ventiladores de techo u otros ventiladores circulantes puede mejorar la eficiencia de los sistemas de irradiación germicida ultravioleta (UVGI) al mover de manera más eficiente los patógenos hacia la ruta de la fuente UVGI. Sin embargo, el uso de ventiladores para mezclar el aire general de un área durante una pandemia puede ser controversial y se debe evitar el desplazamiento del aire de una persona infectada hacia los receptores no infectados. En general, la ventilación por desplazamiento, en la que el aire se aleja de las personas infectadas, ya sea hacia un dispositivo con filtración HEPA o hacia un conducto de retorno en el techo, es el método preferido para ventilar espacios donde personas infectadas puedan estar presentes. Mezclar uniformemente el aire de un área cuando existe una adecuada ventilación por dilución general, puede diluir el patógeno transportado por el aire en una zona de esa área. La mezcla también podría distribuir algunos contaminantes más lejos de la fuente, potenciando la exposición de los receptores más lejanos. Sin embargo, la mezcla uniforme del aire de un área puede diluir al patógeno lo suficiente como para evitar que el área alcance la concentración (dosis) necesaria para la infección. Además, podría remover las bolsas de aire estancado, donde el patógeno podría estar concentrado.

En ciertas situaciones también se pueden utilizar los ventiladores circulantes como complemento del sistema HVAC, para aumentar la cantidad de aire mezclado. Además, una ventana operable y/o un ventilador que puede ser colocado en la ubicación de una ventana operable, pueden aumentar la cantidad de aire exterior. Alternativamente, se pueden usar extractores de techo para lograr este objetivo. Cuando se usa un ventilador de ventana, el ventilador de ventana generalmente debe colocarse en el nivel más alto posible y el aire debe dirigirse

hacia afuera de la ventana para evitar que el flujo de aire se dirija horizontalmente a través de la habitación.

h. *Filtros de aire alternativos*

Antes y durante la pandemia de COVID-19, tecnologías de desinfección alternativas han sido promocionadas por sus fabricantes. Muchas de estas tecnologías utilizan ionización bipolar (BPI), punto de aguja BPI (NPBI) y otros dispositivos electrónicos/electrostáticos que cargan partículas pero también crean especies de oxígeno reactivos (ROS) y ozono. Estos dispositivos también pueden generar compuestos orgánicos volátiles de bajo peso molecular como el formaldehído. Existen efectos conocidos para la salud relacionados con estos intencionales y no intencionales productos y subproductos. Como resultado, la mayoría de las agencias de salud pública y organizaciones estatales no asociadas con la fabricación o venta de estos dispositivos, no han recomendado estos dispositivos para la desinfección de COVID-19.

No han sido estudiados en detalle ni la efectividad en aplicaciones reales ni la seguridad a largo plazo de los equipos BPI. Existen numerosos estudios independientes que no han podido respaldar muchas de las afirmaciones de los fabricantes. Actualmente no existen pruebas estandarizadas para verificar las afirmaciones de destrucción del virus del BPI. Como lo señaló la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (EPA):

Como es típico de las nuevas tecnologías, la evidencia de seguridad y efectividad está menos documentada que para las tecnologías más establecidas, como la filtración. La ionización bipolar tiene el potencial de generar ozono y otros subproductos potencialmente dañinos en interiores, a menos que se tomen precauciones específicas en el diseño y mantenimiento del producto.⁴²

Un estudio independiente del Instituto de Tecnología de Illinois probó la eficacia de los sistemas NPBI relacionados a las afirmaciones de un fabricante, y

encontró que los sistemas NPBI mostraron resultados deficientes.⁴³⁻⁴⁵

El Grupo de Trabajo sobre Epidemias de ASHRAE tiene el siguiente resumen de BPI/Corona descarga/ionización de punto de aguja y otros limpiadores de iones u oxígeno reactivo en su sitio web:

- Los filtros de aire que crean iones reactivos y/o ROS se han vuelto predominantes durante la pandemia de COVID-19. Es probable que los nuevos dispositivos que no se mencionan en ninguna otra parte de esta guía entren en esta categoría.
- Los electrodos de alto voltaje crean iones reactivos (tanto positivos como negativos) en el aire que pueden reaccionar con los bioaerosoles aerotransportados, como bacterias y virus. Estos sistemas electrónicos pueden crear mezclas de ROS, ozono, radicales hidroxilo y aniones superóxidos.
- Se informa que los sistemas varían de inefectivos a muy efectivos para reducir las partículas en el aire y los síntomas agudos a la salud.
- Actualmente no existen estudios convincentes, científicamente rigurosos y revisados por sus pares sobre estas tecnologías emergentes, y la información del fabricante deben ser cuidadosamente considerada.
- Los sistemas pueden emitir ozono, algunos en niveles altos. Es probable que los fabricantes tengan información de las pruebas de generación de ozono.²⁸

i. Evacuación del aire interior

En ciertas situaciones, puede ser útil purgar el aire interior de agentes infecciosos después de que una fuente patógena conocida haya desalojado una habitación y/o antes de que el personal sin protección ocupe el espacio. En estas situaciones, la evacuación (purga) del aire contaminado de la habitación puede ser un control efectivo de la vía de transmisión aérea. El CDC establece que las instalaciones de atención médica deben proveer el tiempo que sea necesario para que el sistema de manejo de aire limpie el 99 % de las partículas

del aire de la habitación antes de volver a ocuparla. Por ejemplo, uno o más descansos en las escuelas por la mañana o por la tarde, cuando los estudiantes salen del salón para divertirse o estudiar (por ejemplo un descanso en la biblioteca) puede brindar algo de tiempo para evacuar el aire del salón y reducir la carga de patógenos en el aire.⁴⁶

El período de tiempo para lograr ese factor de seguridad varía entre 46 minutos a 6 ACH y 23 minutos a 12 ACH. Se necesita un cincuenta por ciento más de tiempo para lograr una eficiencia de eliminación del 99,9 %. Sin embargo, estas suposiciones suponen una mezcla de aire perfecta y la eliminación de la persona o fuente que genera el aerosol (es decir ninguna fuente continua). Se debe tener cuidado al determinar los tiempos suficientes de despeje de aire. Es prudente permitir un tiempo adicional antes del reingreso para permitir que el aire se limpie de los agentes infecciosos. La Tabla B.1 del documento de la CDC se reproduce a continuación como Tabla 5.1:

Tabla 5.1: Cambios de aire/hora (ACH) y tiempos requeridos para eliminar los contaminantes del aire por eficiencia^{*47}

ACH § 11	Tiempo (mins.) requerido para la eliminación 99% de eficiencia	Tiempo (mins.) requerido para la eliminación 99,9% de eficiencia
2	138	207
4	69	104
6+	46	69
8	35	52
10+	28	41
12+	23	35
15+	18	28
20	14	21
50	6	8

El número de cambios de aire por hora y el tiempo y la eficiencia.

*Esta tabla es una revisión de la Tabla S3-1 en la referencia 4 [CDC. Directrices para la prevención de la transmisión de Mycobacterium tuberculosis en los establecimientos de salud. MMWR 43 (No. RR-13): 1-132, 1994] y se ha adaptado de la fórmula para la tasa de purga de contaminantes en el aire presentada en la referencia 1435 [Rhame FS. Enfermedad fúngica filamentosa nosocomial endémica: una estructura propuesta para conceptualizar y estudiar el peligro ambiental. Infect Control 7 (2 suplementos): 124-125, 1986].

+ Denota ACH frecuentemente citado para áreas de atención al paciente.

§ Los valores se derivaron de la fórmula:

$$t_2 - t_1 = - [\ln (C_2 / C_1) / (Q / V)] \times 60, \text{ con } t_1 = 0$$

donde

t1 = tiempo inicial en minutos

t2 = tiempo final en minutos

C1 = concentración inicial de contaminante

C2 = concentración final de contaminante

$C_2 / C_1 = 1 - (\text{eficiencia de remoción} / 100)$

Q = caudal de aire en pies cúbicos/hora

V = volumen de la habitación en pies cúbicos

Q/V = ACH

¶ Los valores se aplican a una habitación vacía sin fuente generadora de aerosoles. Esta tabla no se aplicaría cuando una persona esté presente y generando aerosol. Hay otras ecuaciones disponibles que incluyen una fuente generadora constante. Sin embargo, no es probable que ciertas enfermedades (por ejemplo, la tuberculosis infecciosa) se aerosolicen a un ritmo constante. Los tiempos dados asumen una mezcla perfecta del aire dentro del espacio (es decir, factor de mezcla = 1). Sin embargo, normalmente no se produce una mezcla perfecta. Los tiempos de remoción serán más largos en habitaciones o áreas con mezcla imperfecta o estancamiento de aire. [Ref 213: (Tabla 1) Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH). Componentes, funciones y mal funcionamiento de HVAC (tema 8-4). En : Ventilación industrial: un manual de prácticas recomendadas, 24ª ed . Cincinnati, OH: ACGIH, Inc., 2001]. Se debe tener precaución al usar esta tabla en tales situaciones. Para cabinas u otros recintos de ventilación local, se deben consultar las instrucciones del fabricante.

Nota: Reimpreso de Sehulster LM et al., 2004 (Referencia 47). En el dominio público. Fuente: CDC. Este material está disponible en el sitio web de la agencia sin costos.

j. Ventilación natural

En situaciones en las que se dispone de ventilación natural mediante ventanas operables u otras fuentes de aire fresco, la eliminación de los contaminantes del aire se puede lograr mediante el desplazamiento de estos por fuentes de aire fresco (aire exterior). El uso de un ventilador de ventana colocado de forma segura, puede ser utilizado para extraer el aire de la habitación hacia el exterior y ayudar a arrastrar el aire exterior hacia la habitación a través de las ventanas y puertas abiertas, sin generar fuertes corrientes de aire en la habitación.¹³ La

OMS proporciona cálculos que pueden usarse para determinar la ACH de la ventilación natural con base en las siguientes ecuaciones, que consideran tanto el tamaño de la abertura como la infiltración impulsada por el viento.⁴⁸ Por ejemplo, la ACH y la tasa de ventilación (VR) para la ventilación natural impulsada por el viento a través de una habitación con dos aberturas opuestas (por ejemplo, una ventana y una puerta) se pueden calcular de la siguiente manera:

$$0,65 \times \text{velocidad del viento (m/s)} \times \text{área de abertura más pequeña (m}^2\text{)} \times 3600 \text{ (s/h)}$$

$$\text{ACH} = \frac{\text{volumen de la habitación (m}^3\text{)}}{\text{volumen de la habitación (m}^3\text{)}}$$

$$\text{VR(l/s)} = 0,65 \times \text{velocidad del viento (m/s)} \times \text{área de apertura más pequeña (m}^2\text{)} \times 1000 \text{ l/m}^3$$

k. Transmisión de agentes pandémicos

Las Figuras 5.1, 5.2 y 5.3 ilustran la anticipada distribución de las partículas emitidas desde una fuente infectada a otras personas. Tenga en cuenta el posicionamiento y la distancia recorrida por las partículas de diferentes tamaños. 48a

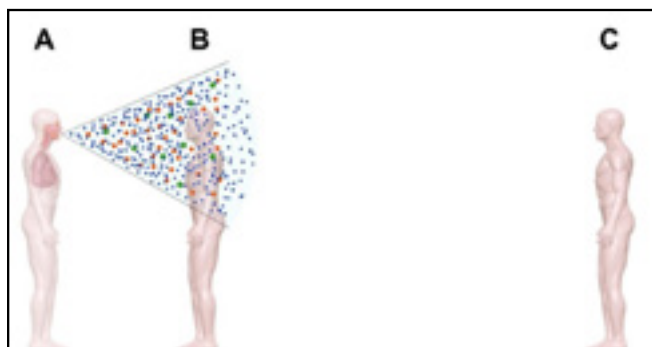


Figura 5.1: Cuando se emite inicialmente un aerosol (tiempo = 0), las partículas se agrupan cerca de la fuente en la ubicación A. Una persona cerca de la fuente (ubicación B) puede recibir un rocío de partículas grandes e inhalar partículas de todos los tamaños. Nota: Figuras: Ilustración de ciencia absoluta; reimpreso con permiso de CIDRAP en la Universidad de Minnesota (Brosseau L, 2020; Referencia 48a).

2. Controles en la vías de transmisión por contacto

Los controles de las vías de transmisión por contacto generalmente están relacionados con la eliminación mediante la desinfección de superficies o la protección del receptor mediante el uso de EPP. La eliminación generalmente se asocia con la limpieza y desinfección de superficies (control de transmisión por contacto), mientras que el EPP generalmente se asocia con el control de la fuente y el receptor. Por lo tanto, la siguiente discusión se enfoca en la eliminación y prevención de la contaminación cruzada, mientras que los controles en el receptor, como el lavado de manos y el EPP, se analizan en la sección de controles en el receptor.

a. Desinfección de superficies con productos químicos

La desinfección de superficies incluye tanto la desinfección de superficies de alto contacto, como encimeras, manijas de puertas y otras superficies de contacto común, como la desinfección de equipos e instrumentos que pueden contaminarse con el agente infeccioso. La desinfección de superficies no es lo mismo que la esterilización de estas superficies, y el higienista industrial debe comprender las diferencias entre los agentes que se utilizan para limpiar, higienizar, desinfectar, esterilizar y fumigar antes

de especificar el uso de cualquier agente antimicrobiano.

La siguiente discusión se enfoca en la desinfección de superficies de contacto común en contraposición a la esterilización de estas superficies. Además, la desinfección de superficies puede incluir métodos de desinfección tanto de contacto como métodos sin contacto. Para obtener una descripción más detallada y una comprensión de los principios de desinfección frente a la esterilización, así como los métodos de desinfección basados en el contacto frente a los métodos de desinfección sin contacto, consulte las *Directrices para la selección y el uso de desinfectantes ambientales de superficies para el cuidado de la salud*, 2da edición de la AIHA.³⁸

Como se señaló anteriormente, hay una serie de factores a tener en cuenta al usar desinfectantes. Como señalan Rutala y Weber:

La supervivencia de los patógenos en las superficies ambientales es fundamental para la potencial actuación como reservorio de esa superficie o como fuente del patógeno. Hay muchos factores que determinan la supervivencia de patógenos en superficies inanimadas así como su

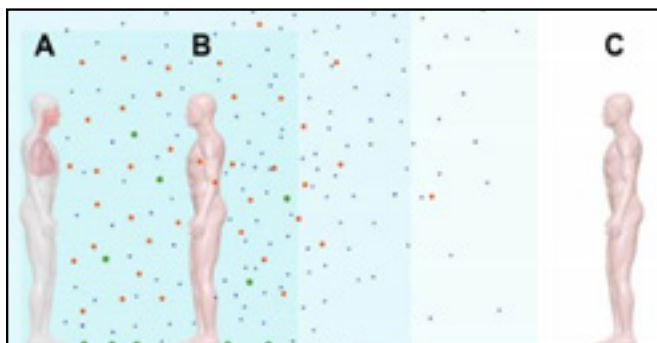


Figura 5.2: Después de un tiempo (tiempo = 1), las partículas comienzan a dispersarse y las partículas más grandes comienzan a asentarse en el aire. La persona B continuará inhalando partículas de todos los tamaños. Nota: Figuras: Ilustración de ciencia absoluta; reimpresso con permiso de CIDRAP en la Universidad de Minnesota (Brosseau L, 2020; Referencia 48a).

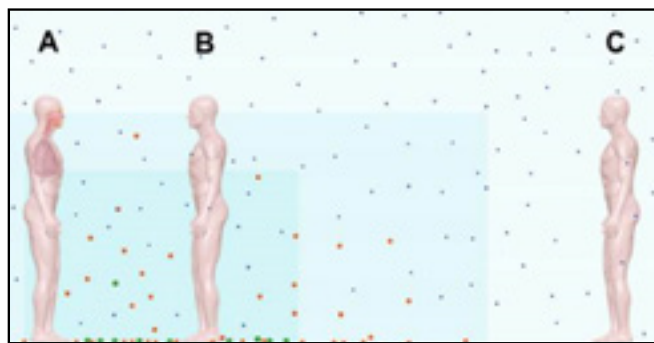


Figura 5.3: Después de más tiempo (tiempo = 2), las partículas pequeñas se dispersan uniformemente y muchas de las partículas grandes se han depositado en el aire. Las personas B y C inhalarán partículas que generalmente son más pequeñas, tienen un rango de tamaño más pequeño y están en una concentración más baja que en el tiempo = 0. Nota: Figuras: Ilustración de ciencia absoluta; reimpresso con permiso de CIDRAP en la Universidad de Minnesota (Brosseau L, 2020; Referencia 48a).

transferencia a otras superficies. Los factores incluyen la temperatura, la humedad relativa, la topografía, la porosidad, el medio de suspensión, mayor inoculación, duración del contacto, el material de la superficie (por ejemplo plástico, acero), otros microbios, biofilms, volumen del producto por área de la superficie, tipo de microbio, desinfectante residual, carga microbiana y superficie de contacto (por ejemplo manos descubiertas o guantes).⁴⁹

Por lo tanto, la transmisión ambiental de coronavirus a través de fómites y líquidos puede minimizarse dando la comprensión adecuada de la organización e implementando los protocolos de desinfección adecuados.

Antes de especificar cualquier desinfectante químico, el IH debe familiarizarse con los criterios publicados por la EPA de los EE. UU. para los pesticidas antimicrobianos registrados bajo la Ley Federal de Insecticidas, Fungicidas y Rodenticidas (FIFRA). El registro especifica los criterios de uso para cada producto antimicrobiano y plaguicida, y bajo qué situaciones se aplica el registro. La EPA de EE. UU. ha desarrollado categorías para estos registros que incluyen listas de desinfectantes registrados para su uso contra agentes microbianos específicos [por ejemplo Lista N: Desinfectantes para uso contra el SARS-CoV-2 y Lista M: Productos antimicrobianos registrados con declaraciones en la etiqueta sobre la gripe aviar].^{38,50}

b. *Desinfección de superficies usando métodos físicos*

Aunque la mayoría de las desinfecciones de superficies se realizan con desinfectantes químicos, también se dispone de métodos físicos. Los métodos físicos establecidos con suficientes pruebas de eficacia y efectividad se limitan principalmente a sistemas fijos o portátiles que utilizan UVGI en el rango medio de UVC (254 nm) y pulso-UV, o rango de UV cercano (405 nm), generado por varias lámparas o fuentes.^{51,52} La UVC lejana (207 a 222 nm), que

generalmente se considera no peligrosa y probablemente se puede aplicar a la desinfección de superficies, no está ampliamente disponible su comercio en este momento.^{36,37}

Debido a los peligros para la piel y los ojos asociados con los rayos UV cercanos y de rango medio, el uso de estos métodos de desinfección física requiere que los espacios estén desocupados durante su uso. Las preocupaciones adicionales incluyen la protección contra la luz ultravioleta del personal de mantenimiento que trabaja en estos sistemas, la adecuada penetración de la luz ultravioleta para matar o inactivar el patógeno y la capacidad de varios materiales para resistir la radiación ultravioleta. Las protecciones necesarias para abordar estas preocupaciones deben incluir apagado remoto, sensores de movimiento y/o enclavamientos de seguridad.

c. *Consideraciones para el uso de desinfectantes de superficies*

Existen numerosos factores a evaluar cuando se considera el uso de desinfectantes, incluida la efectividad para reducir o eliminar el agente infeccioso y los peligros potenciales asociados con el uso de materiales y métodos desinfectantes. Algunos ejemplos de estas consideraciones incluyen:

- Usar un desinfectante registrado por la EPA de EE. UU. para aplicaciones y organismo específicos (es decir, líquido o aerosol, basado en el contacto o sin base en el contacto), con afirmaciones de etiqueta para un virus sin envoltura.^{38,50,53}
- Usar el desinfectante de acuerdo con el propósito e instrucciones descritas, incluyendo la adecuada concentración química o potencia (agentes físicos) y el tiempo de contacto.
- Evitar la contaminación de superficies porosas reutilizables que no puedan ser de un solo uso.
- Limpieza y desinfección rutinaria del área donde se retira el EPP.
- Para reducir la exposición del personal a textiles potencialmente contaminados (productos de tela)

durante el lavado, deseche todas las sábanas absorbentes.

- Los métodos de desinfección (incluyendo UVGI)⁵⁴ generalmente requieren que las superficies se limpien antes de aplicar el material o método desinfectante.
- Tenga cuidado con las afirmaciones de productos de desinfección física (que no sean UVGI) que no cuentan con estudios suficientes que demuestren su eficacia y posibles efectos en la salud.

Según Rutala y Weber, “Cada desinfectante requiere permanecer en contacto con un microorganismo un tiempo específico para lograr una desinfección completa. Esto se conoce como tiempo de muerte (o tiempo de contacto), y los tiempos de muerte para cada microorganismo se enumerarán claramente en las etiquetas de los desinfectantes registrados por la EPA”.
49 Los desinfectantes registrados en la EPA describen cómo se debe usar el desinfectante para lograr el objetivo deseado de matar organismos específicos. El incumplimiento de las instrucciones puede resultar en una mayor toxicidad para las personas que trabajan con estos desinfectantes o que los microorganismos no se eliminan o inactivan. Esto puede observarse en los organismos que desarrollan una resistencia a estos desinfectantes.

El uso de desinfectantes químicos para que los organismos patógenos sean alcanzados deben ser acompañados de una supervisión profesional para garantizar que el desinfectante esté debidamente registrado para el uso específico y se use correctamente, la dilución sea adecuada, el desinfectante aún no ha expirado (respecto de la fecha de caducidad), y el tiempo de contacto húmedo está de acuerdo con lo establecido en la etiqueta y la documentación del producto. Del mismo modo, el uso de métodos físicos debe ser supervisado por un profesional competente para garantizar el uso adecuado y las precauciones de seguridad del método físico. Todos los trabajadores que utilicen desinfectantes químicos o físicos deben utilizar el equipo

de protección personal adecuado para protegerse contra el contacto directo con los ojos, la piel y las membranas mucosas.

d. *Prevención de la resuspensión*

La resuspensión en el aire de materiales sedimentados podría considerarse tanto una vía de transmisión por contacto como una vía de transmisión por el aire. Sin embargo, el control de la vía de transmisión aérea estaría determinado en gran medida por una limpieza exhaustiva de las superficies. La desinfección se puede utilizar para aumentar la limpieza de la superficie. Sin embargo, la desinfección debería ser innecesaria si se realiza una limpieza adecuada y regular de la superficie. Es importante tener en cuenta que el objetivo de eliminar la vía de transmisión aérea para la mayoría de los patógenos presentes o asentados en las superficies es minimizar la cantidad de partículas superficiales que se pueden resuspender, no inactivar o matar a los agentes infecciosos en las superficies.

3. Verificación del control en la vía aérea y superficie

Una vez que se selecciona el control de alguna vía, el higienista industrial, que actúa bajo las limitaciones de una pandemia, debe priorizar qué control debe verificarse y con qué frecuencia. Por ejemplo, si el aire acondicionado para un espacio ocupado requiere de un mayor intercambio de aire, el higienista industrial debe realizar las debidas diligencias para asegurarse que los servicios de las instalaciones han alcanzado los valores recomendados. Existen ventajas y desventajas en el uso de ciertos instrumentos para verificar el desempeño de un control en situaciones rutinarias. Esto nunca es más cierto que durante una pandemia, cuando la capacidad de tomar medidas e incluso obtener suministros es limitada.

El higienista industrial debe comenzar por realizar una inspección del sistema HVAC junto con el supervisor del área, para asegurarse que las compuertas HVAC estén abiertas al ajuste deseado y que los filtros estén en buenas condiciones de funcionamiento. Además, la prueba de “tubo de humo” podría usarse para validar la

dirección del flujo de aire (de áreas limpias a áreas sucias).

Si se establece la necesidad de aumentar la ventilación, esto puede requerir mediciones de flujo y volumen del sistema, como el uso de balómetros (campanas de captura), anemómetros de hilo caliente o un anemómetro de paleta simple para medir la velocidad y el volumen del aire.^{55,56} El higienista industrial también podría recomendar el uso de gases trazadores (por ejemplo hexafluoruro de azufre o dióxido de carbono) para medir el intercambio de aire y el suministro de aire exterior.⁵⁷⁻⁵⁹ Es posible que se necesiten gases trazadores en ubicaciones discretas, especialmente cuando se determina que la mezcla de aire en un espacio es muy variable.⁵⁶ Las mediciones de gas trazador que utilizan dióxido de carbono pueden ser muy variables a lo largo del día y están estrechamente relacionadas con el aire exhalado durante la ocupación, siempre que no haya una fuente de combustión. Al mismo tiempo, las mediciones de dióxido de

carbono, cuando se realizan con cuidado, pueden ayudar en la toma de decisiones con respecto a la seguridad relativa de los edificios desocupados debido a problemas de transmisión pandémica (por ejemplo reapertura de escuelas y negocios) y agregar una capa adicional de protección cuando se requiere que los ocupantes usen cobertores faciales.⁵⁹ Sin embargo, estas medidas requieren que un médico calificado interprete su significado. En la Tabla 5.2 se enumeran ejemplos de algunas técnicas de verificación de la ventilación, sus ventajas y desventajas.

El muestreo de aire para algunos patógenos pandémicos como el coronavirus, es actualmente limitado a configuraciones experimentales y situaciones estrechamente controladas. El muestreo de bioaerosoles en general se ha cubierto en muchos libros y artículos, incluido el muestreo en países de bajos recursos.^{60,61} La impactación, imprimer y la filtración son los principales medios para recolectar bioaerosoles en el aire, con enfoques alternativos disponibles. 62 El

Tabla 5.2: Métodos de Verificación del Control de la Ventilación: Ventajas y Desventajas

		Ventilación	
Objetivos	Mediciones	Ventaja	Desventaja
Cuantificar el flujo de aire	Balómetros (Campanas de captura) y anemómetros	El anemómetro de paletas es fácil de usar y económico.	Las campanas de captura y los anemómetros de hilo caliente son costosos y pueden ser difíciles de obtener.
Determinar el intercambio de aire y la mezcla para evaluar la ventilación mecánica	Concentración de CO ₂ (en el interior, exterior y en el conducto) CO ₂ , hexafluoruro de azufre para mediciones de generación y decaimiento	Las mediciones de CO ₂ son fáciles de realizar. El uso de CO ₂ y otros gases trazadores puede verificar el intercambio de aire con una precisión razonable.	Confundir con el dióxido de carbono del ocupante Algunos gases trazadores pueden ser irritantes o difíciles de obtener.
Dirección del flujo de aire	Manómetros de presión diferencial Tubos de humo	Fácil de usar Fácil de usar	No conocida Irritante para las membranas mucosas. Los trazadores visuales no irritantes ya están disponibles.
Condiciones de temperatura y humedad en el interior	Instrumentos en tiempo real	Puede promediarse a través del tiempo; fácilmente disponibles	No conocida
Rendimiento del filtro en el campo	Recuento de partículas, aguas arriba y aguas abajo para filtros de aire portátiles o filtros de conducto	Puede demostrar si un filtro funciona como se especifica Instrumentos en tiempo real disponibles	Puede requerir una configuración especializada para filtros de aire portátiles La instrumentación es costosa

higienista industrial puede usar métodos cultivables y no cultivables para analizar muestras de bioaerosol.

Las ventajas y desventajas de estos enfoques analíticos han sido documentadas en otra parte.⁶⁰⁻⁶² El higienista industrial puede utilizar la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) o la bioluminiscencia del adenosín trifosfato (ATP) o algún método novedoso en la literatura abierta, como el uso de algún método para evaluar los agentes transportados por el aire responsables de la respuesta inflamatoria en el pulmón.⁶³ Sin embargo, estos métodos no se llevan a cabo en tiempo real y a menudo, no pueden decirnos si estamos midiendo un patógeno viable. Además, estos métodos requieren estructuras de laboratorio especiales que no son rutinarios en la práctica de muchos higienistas industriales. Por lo tanto, la utilidad de estos métodos no ha sido validada.

El muestreo de superficie para evaluar la contaminación de la superficie está limitado por las mismas desventajas que el muestreo en el aire durante una pandemia. Aunque no hay detectores de patógenos pandémicos en tiempo real que estén disponibles de forma rutinaria para el higienista industrial, se puede tomar una muestra de aire integrada o aleatoria durante un período conocido y analizarla en busca de bacterias, virus u otros organismos. Este no es el caso de las muestras de superficie, donde la temporalidad es casi siempre un factor limitante. La recolección de patógenos en superficies se puede realizar mediante filtros, hisopos u otros enfoques de limpieza (esponjas).⁶⁴⁻⁶⁷ El análisis de patógenos en la superficie se basa en técnicas analíticas similares, si no idénticas, para detectar patógenos transportados por el aire después de la recolección. Por lo tanto, tienen las mismas ventajas y desventajas que se utilizan para analizar un patógeno en el aire.

D. Controles en el receptor

Los controles en el receptores son los controles menos deseables, especialmente para los agentes pandémicos transportados por el aire, porque requieren el uso de equipos y métodos que se basan en el cumplimiento y/o la técnica de un individuo. El equipo utilizado incluye equipos de protección respiratoria (EPR) y otros equipos de protección personal (EPP),

así como una higiene adecuada, incluida la higiene de las manos. Sin embargo, debido a que los controles de la fuente y el medio son difíciles de implementar ya que la fuente generalmente son humanos, y puede ser difícil o imposible controlar la fuente o el medio, el EPR y otros EPP generalmente serán necesarios para controlar la transmisión del agente pandémico en muchas situaciones. Cuando aplique, la selección del EPR y otros EPP deben abordar la protección del receptor, así como la comodidad, la facilidad de uso y otros factores que determinan si y como se implementarán y utilizarán los controles en el receptor.

1. Higiene de las manos

La higiene de las manos es una de las mejores técnicas para evitar la propagación de microorganismos. Durante la pandemia de COVID-19, la limpieza ha sido (y sigue siendo) una herramienta importante para reducir la transmisión. Tocar una superficie u objeto sucio (incluida la manija de una puerta, la manija del fregadero, un instrumento o un teclado) puede permitir que los microorganismos que pueden residir en una superficie migren a las manos sucias, que luego pueden ingerirse y/o ingresar al cuerpo. Además, las personas con frecuencia se tocan la cara (por ejemplo los ojos, la nariz o la boca) sin darse cuenta. Esto proporciona un medio para que esos organismos entren en el cuerpo de uno. El proceso de lavarse las manos frecuente y adecuadamente con agua y jabón es un paso básico para eliminar los organismos.

En la fecha de esta publicación, la pandemia de COVID-19 está especialmente difícil. El lavado de manos para controlar esta enfermedad sigue siendo un componente importante en la sociedad que se esfuerza por mantenerse saludable. La CDC, la OMS y otras respetadas organizaciones de salud, brindan información detallada sobre las técnicas de higiene de las manos cuando se usa un jabón-detergente con agua o un desinfectante para manos a base de alcohol. Es importante recordar que se deben seguir las técnicas apropiadas de higiene de manos: deben ser fácilmente accesibles los lavabos con agua, jabón y toallas de papel; deben ser fácilmente accesibles los desinfectantes para manos; si/cuando se agotan los suministros se deben reabastecer de inmediato. Las fuentes de información actualmente disponibles sobre la higiene de las manos se proporcionan a continuación:

- <https://www.cdc.gov/handwashing/index.html>
- <https://www.cdc.gov/handwashing/when-how-handwashing.html>
- <https://openwho.org/courses/IPC-HH-en>

2. Equipo de protección respiratoria (EPR) y equipo de protección personal (EPP)

La selección del EPR y EPP debe seguir las pautas de cuidado de la salud. Sin embargo, la selección de RPE y PPE siempre debe optar por la protección más conservadora cuando sea factible, si se tiene varias opciones, en la mayoría de los casos se debería utilizar respiradores con un factor de protección asignado (FPA) o un factor de ajuste medido más alto. Como todo uso de EPR, se debe tener en cuenta la eficacia real del EPR, que incluya las preferencias del usuario y la voluntad de utilizar correctamente el EPP. Por ejemplo, un respirador con un FPA más alto puede no ser compatible con el tipo o la duración del uso requerido. Cuando un respirador con pieza facial filtrante (RFF) N95 es aceptable para proteger al usuario, el uso de un respirador purificador de aire (RPA) con ajuste hermético, aunque probablemente brinde una mejor protección, puede no ser una mejor opción si no es usado continuamente (o correctamente) debido a la incomodidad en el uso.

Puede ser difícil obtener EPR y otros EPP debido a suministros insuficientes y problemas en la cadena de suministro durante una pandemia. Como resultado, puede ser importante priorizar los recursos para las profesiones donde existe un mayor potencial de transmisión del agente pandémico, como la atención médica y otras industrias con trabajadores en la primera línea. La necesidad de establecer prioridades se basará en la capacidad industrial para mantenerse al día con la producción y las reservas disponibles del empleador y el gobierno. Además, durante una pandemia prolongada con recursos escasos, los empleadores deben considerar el uso de PPE duradero y reutilizable diseñado para descontaminarse. Algunos RPE reutilizables con un FPA más alto, como los respiradores purificadores de aire motorizados (RPAM), pueden ser más cómodos para ciertos usos, ya que alivian la carga del uso prolongado y brindan una mejor protección.

La transmisión por aerosoles y gotitas generalmente requerirá el uso de EPR para proteger al usuario de la transmisión de agentes pandémicos cuando la persona protegida está muy cerca de personas infectadas. Las recomendaciones actuales de higiene industrial indican que, como mínimo, se debe usar un N95 para la protección contra agentes pandémicos cuando se está cerca de personas potencialmente infectadas, aunque algunas recomendaciones del cuidado de la salud consideran que las máscaras quirúrgicas son formas de protección aceptables contra las gotitas. El personal de atención médica que trabaja en estrecha colaboración con personas infectadas debe considerar el uso de respirador purificador de aire (RPA) o respiradores purificadores de aire motorizados (RPAM) ajustados en lugar de respirador con pieza facial filtrante (RFF) debido a su FPA más alto y porque es menos probable que permitan fugas alrededor del perímetro de la pieza facial.

Un ejemplo de uso de EPR no aprobado fue proporcionado durante la pandemia del COVID-19. Cuando no se disponía del EPR recomendado (respiradores), se recomendaban mascarillas quirúrgicas o protectores faciales de tela como medida preventiva para el control tanto de la fuente como del receptor. Estas alternativas no brindaban la misma protección que el RPE aceptado para el usuario. Aunque se anticipó que los cobertores faciales ayudarían a disminuir la cantidad de gotitas y aerosoles liberados por la persona infectada (control de la fuente) y brindarían cierta protección contra los demás (control del receptor), tienen una protección deficiente contra la transmisión del aerosol. El uso de cobertores faciales y otros EPP que no cumplan con los criterios estándar (por ejemplo NIOSH) solo deben considerarse cuando no se disponga del EPP adecuado. Aunque se puede decir que cualquier barrera es mejor que ninguna barrera, la EPR inadecuado debe considerarse una alternativa inaceptable.

El uso de alternativas a los EPR y EPP aceptados brinda un recordatorio de advertencia sobre la necesidad de almacenar el EPP necesario y otros equipos que puedan ser necesarios durante una pandemia. La escasez de EPP, particularmente EPR, durante la pandemia de COVID-19 fue un

resultado pandémico esperado según las pandemias y brotes anteriores; sin embargo, la falta de atención a estos sucesos condujo a un nivel inaceptable de EPP y otros inventarios relacionados con el que responder a la pandemia. Además, estas deficiencias en las reservas dieron como resultado una escasez tan significativa de RFF N95 que se desarrollaron métodos para descontaminar y reutilizar los RFF, pero estos RFF se diseñaron y probaron como artículos desechables; por lo tanto, se negó la certificación NIOSH de estos RFF. En lugar de reprocesar, las organizaciones del cuidado de la salud podrían haber invertido en respiradores elastoméricos, lo que habría asegurado el suministro de RFF para trabajadores esenciales en otras industrias.

Se recomienda el uso de equipo de protección personal, como protectores faciales y otra protección ocular o facial, para minimizar la exposición de las membranas mucosas (ojos, nariz, etc.) a las gotitas proyectadas que pueden expulsar las personas infectadas. Los protectores faciales y otras protecciones para los ojos y la cara no son apropiados para prevenir la emisión de partículas infecciosas inhalables o para

proteger al usuario de ellas. Se recomienda el uso de guantes y otra protección para la piel, así como la higiene de las manos, para minimizar la exposición potencial a través de la transmisión por contacto de superficies.

Los elementos de un programa de EPP se rigen por la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) 1910.132 para Equipo de Protección Personal y OSHA 1910.134 para Protección Respiratoria. Un factor importante a considerar cuando se utiliza EPP es que la fuerza laboral debe estar capacitada para usar el equipo correctamente. Los trabajadores deben tener autorización médica para el uso del equipo y que esté debidamente ajustado. Los trabajadores también deben recibir capacitación sobre el mantenimiento y almacenamiento adecuados del EPP. También se requiere un programa escrito de protección respiratoria administrado por una persona designada, con la experiencia adecuada, junto con una evaluación periódica.

Para obtener más información, lea 29 CFR 1910.1030 Patógenos transmitidos por la sangre 68 o <https://www.cdc.gov/niosh/topics/healthcare/infectious.html>.⁶⁹

Tabla 5.3: Típicas medidas de control de infecciones relacionadas con el paciente utilizadas en el cuidado de la salud

Escenario	Modo de transmisión	Nivel de peligro	Medidas de control de infecciones prescritas
Fuera de la habitación o área de contención del paciente potencialmente infeccioso	Despreciable	Mínimo	Ninguno recomendado
Entrar en la habitación o área de contención del paciente potencialmente infeccioso	En el aire, contacto	Bajo	Mascarilla quirúrgica, guantes de vinilo o nitrilo, precauciones estándar*
Contacto cercano con paciente potencialmente infeccioso	En el aire, contacto con gotitas pulverizadas	Moderar	RFF N95, EPP (protección contra salpicaduras, guantes de vinilo o nitrilo, batas, cubierta para ojos/cara), precauciones estándar*
Paciente sometido a procedimientos médicos que generan aerosoles	En el aire, contacto con gotitas pulverizadas	Alto	N95 RFF (mínimo), EPP (como se indica en contacto cercano), sala de aislamiento de presión negativa y precauciones estándar*

Nota: De la "Tabla 2: Medidas de control de infecciones" en *The Role of the Industrial Hygienist in a Pandemic*, por el Comité de Microbiología Ambiental y Bioseguridad de AIHA, Fairfax, VA: AIHA, 2006. Adaptado con autorización. RFF, respirador con pieza facial filtrante; EPP, equipo de protección personal. *Consulte <https://www.cdc.gov/oralhealth/infectioncontrol/summary-infection-prevention-practices/standard-precautions.html> para conocer las Precauciones estándar para la prevención de infecciones de los CDC. Para conocer las pautas de precauciones estándar (universales) descritas en el Estándar de patógenos transmitidos por la sangre de OSHA (29 CFR 1910.1030), consulte www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=10051.

Las tablas 5.3 y 5.4 muestran dos enfoques clásicos para el control de infecciones: medidas de control de infecciones utilizadas en el cuidado de la salud y medidas de control de higiene industrial. Debido a que los enfoques del EPP, como la protección respiratoria y los guantes, son diferentes entre los profesionales del control de infecciones y de higiene industrial, el higienista industrial debe trabajar en estrecha colaboración con los especialistas

en control de infecciones y prevención para garantizar el mejor enfoque en función de la situación específica.

E. Integración de múltiples modos de transmisión

Cuando se determinan los controles apropiados para la vía de transmisión, se deben considerar las vías potenciales por las que el patógeno puede entrar en el receptor. Como se describe en esta y otras secciones, la

Tabla 5.4: Recomendaciones de Control de Higiene Ocupacional

Escenario	Mínimas Medidas de Control de EPP de Higiene Ocupacional
Fuera de la habitación o área de contención del paciente potencialmente infeccioso	No se recomienda ninguno (si la habitación está bajo presión negativa; de lo contrario, se recomienda un N95 o un mejor RFF o un mejor RPA ajustado).
Entrar en la habitación o área de contención del paciente potencialmente infeccioso	Sin controles de ingeniería especiales. EPP: N95 o mejor RFF o mejor RPA ajustado, guantes de vinilo o nitrilo, precauciones estándar.*
Contacto cercano con paciente potencialmente infeccioso	No se necesita un control de ingeniería especial. EPP: N95 o mejor RPA ajustado, protección contra salpicaduras, guantes de vinilo o nitrilo, bata, protección para los ojos y/o la cara, precauciones estándar.*
Paciente sometido a procedimientos médicos que generan aerosoles†	Sala de presión negativa. EPP: N95 o mejor RPA ajustado, guantes de nitrilo, ropa protectora preferiblemente prendas exteriores desechables o overoles, delantal impermeable o bata quirúrgica con mangas largas con puños, delantal impermeable, cubrezapatos desechables o botas que se puedan desinfectar, pantalla facial, gafas protectoras.‡
Trabajadores que tienen el potencial de entrar en contacto cercano con animales vivos o muertos o tejidos potencialmente infectados	Sin control de ingeniería específico. EPP: N95 o mejor RPA ajustado, guantes de vinilo o nitrilo, bata, protectores para los ojos y la cara, precauciones estándar.*

Nota: De la "Tabla 3: Medidas de control de higiene industrial" en *The Role of the Industrial Hygienist in a Pandemic*, por el Comité de Microbiología Ambiental y Bioseguridad de AIHA, Fairfax, VA: AIHA, 2006. Adaptado con autorización. APR, respirador purificador de aire; RFF, respirador con pieza facial filtrante; EPP, equipo de protección personal.

† Los procedimientos médicos que generan aerosoles incluyen:

- Los procedimientos de alto riesgo incluyen intubación y extubación endotraqueal; ventilación oscilatoria de alta frecuencia; bolsa de ventilación con mascarilla; broncoscopia y lavado broncoalveolar; laringoscopia; ventilación con presión positiva (BiPAP y CPAP); autopsia de tejido pulmonar; lavado, aspiración y exploración nasofaríngea; e inducción de esputo.
- Otros procedimientos de menor riesgo incluyen la aspiración de las vías respiratorias; oxígeno de alto flujo (incluidas configuraciones de O 2 simples y dobles, Optiflow y Airvo); interrumpir los sistemas de ventilación cerrados intencionalmente (p. ej., succión abierta) o no intencionalmente (p. ej., movimiento del paciente); reanimación cardiopulmonar (RCP); atención de traqueostomía; fisioterapia torácica (dispositivo de ayuda para la tos manual y mecánico [MI-E]); administración de medicamentos en forma de aerosol o nebulización; e irrigación de abscesos/heridas (tuberculosis no respiratoria).

*Consulte <https://www.cdc.gov/oralhealth/infectioncontrol/summary-infection-prevention-practices/standard-precautions.html> para conocer las Precauciones estándar para la prevención de infecciones de la CDC. Para conocer las pautas de precauciones estándar (universales) descritas en el Estándar de patógenos transmitidos por la sangre de OSHA (29 CFR 1910.1030), consulte www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=10051

‡ Las gafas de seguridad deben ofrecer protección contra salpicaduras, específicamente gafas con ventilación indirecta o sin ventilación.

ausencia de una demostración y verificación clara de una vía en particular no debe dar lugar a que se ignoren estas vías. Más bien, se debe aplicar el principio de precaución y se deben considerar todas las vías. Sin embargo, no se deben realizar esfuerzos extremos para abordar las vías con menor potencial de transmisión de enfermedades, en particular a expensas de las vías que son claramente más importantes. En los casos en que es probable que múltiples vías transmitan de patógenos den lugar a enfermedades, se debe considerar un enfoque por niveles que priorice los esfuerzos y los recursos en función del impacto probable de las vías de transmisión sospechadas o conocidas.

Otra consideración a tener en cuenta es cómo las diferentes vías pueden afectarse entre sí. Por ejemplo, las gotitas grandes (>100 µm) se depositan rápidamente y contaminan las superficies. Aunque los aerosoles pueden asentarse significativamente más lento que las gotitas (horas o días/semanas versus segundos), también pueden contribuir a la contaminación de la superficie. Por lo tanto, controlar la cantidad de patógenos en el aire también reducirá el nivel de patógenos en las superficies. De manera similar, los controles en las superficies (por ejemplo la limpieza de la superficie) reducirán el potencial de que las partículas que están en las superficiales se suspendan de nuevo y que pueden así contribuir a la exposición aérea, aunque a niveles relativamente bajos, según la fuerza que se les aplique.

Desde el punto de vista del control, el enfoque de capas puede ser visto como un tipo de control que puede afectar la necesidad de otros tipos de controles. Por ejemplo, los respiradores o cobertores faciales destinados a proteger al usuario como control de la exposición aérea en los receptores también pueden reducir significativamente la posibilidad de que el usuario infecte a otros en caso este infectado o sea asintomático. El resultado final es un control en el receptor que, además, actúa como un control en el medio, reduciendo la cantidad de patógeno exhalados en el aire y sedimentados en las superficies. La limpieza y/o desinfección de superficies como control en el contacto también puede afectar la cantidad de patógenos presentes en el aire a través de la re-aerosolización. En consecuencia, la interacción entre estos diferentes controles da como resultado una reducción adicional en la

concentración de patógenos disponible para la exposición del receptor.

Aunque en este documento se ha enfatizado un enfoque de control de vías, debemos tener en cuenta la necesidad de integrar nuestro enfoque a las enfermedades infecciosas a través de la implementación de la jerarquía clásica de controles.

F. Bandas de control para las exposiciones de los trabajadores

1. Antecedentes

El método bandas de control se ha utilizado en la evaluación de la exposición en el lugar de trabajo con el fin de identificar apropiadas intervenciones para trabajos o tareas donde pueden faltar variables de exposición importantes. En particular, los métodos cualitativos de evaluación de la exposición, como el método bandas de control, son útiles cuando los datos de toxicidad o epidemiológicos son limitados, los métodos analíticos o de muestreo no están disponibles o son tecnológicamente inviables, o los límites de exposición cuantitativos aún no están disponibles.

La industria farmacéutica fue pionera en el uso del método bandas de control como una herramienta de evaluación de la exposición en higiene industrial en la década de 1980.⁷⁰ Muchos materiales farmacéuticos son bioactivos y presentan peligros significativos durante la fabricación, pero la mayoría no tiene límites de exposición ocupacional. El método bandas de control fue útil para identificar qué trabajos y tareas involucraban exposiciones peligrosas, la naturaleza de esos peligros y los controles más apropiados acordes con los riesgos. El enfoque se ha aplicado más recientemente a las nanopartículas, que son complejas debido a una amplia gama de compuestos peligrosos y un tamaño de partícula muy pequeño.^{71,72}

El método bandas de control es una herramienta de decisión cualitativa que permite que un profesional con la experiencia adecuada, como un higienista industrial, identifique para un trabajo o tarea laboral en particular, el grado o nivel de exposición a un peligro particular en combinación con alguna medida de la toxicidad de ese peligro. La combinación de estas dos variables (nivel de exposición y toxicidad) le permite

al profesional identificar la banda de control adecuada para ese trabajo o tarea laboral, lo que luego brinda orientación sobre el tipo y la naturaleza de los controles apropiados para esa banda. La banda de control podría incluir una guía muy prescriptiva sobre los controles requeridos o podría ser más general con respecto a los tipos de controles o niveles apropiados de la jerarquía de control.

La mayoría de los organismos biológicos peligrosos no tienen límites de exposición ocupacional. Se sabe que los organismos infecciosos con el potencial de transmisión por inhalación respiratoria, como *Mycobacterium tuberculosis* (MTB), SARS, MERS, influenza y, más recientemente, SARS-CoV-2, se transmiten de persona a persona por inhalación del aerosol, pero poco es conocido sobre los niveles de exposición a aerosoles. En parte, esto se debe a que carecemos de métodos analíticos y de muestreo que no afecten negativamente la viabilidad o que enumeran fácilmente las concentraciones en el aire. Además, carecemos de la epidemiología que conecta la exposición a la infección y los resultados de la enfermedad. El único mecanismo para clasificar la toxicidad de los organismos es cualitativo desarrollado por los Institutos Nacionales de Salud (NIH) y otros organismos con fines de investigación de bioseguridad, que refleja la disponibilidad de intervenciones preventivas o de tratamiento y la probabilidad de resultados de salud graves. MTB, SARS, MERS, SARS-CoV-2 y los nuevos virus de la influenza están clasificados como organismos del Grupo de riesgo (GR) 3 porque carecen de vacunas u otras intervenciones preventivas, tienen opciones de tratamiento limitadas y pueden provocar una enfermedad grave o la muerte. La influenza estacional es un organismo GR 2 porque existe una vacuna anual que previene o limita la morbilidad y mortalidad en la mayoría de la población. El ébola y otros filovirus y arbovirus similares se clasifican como GR 4 porque no existen opciones preventivas o de tratamiento y la tasa de mortalidad es muy alta.⁷³

2. Bandas de control para organismos pandémicos

La exposición a un organismo que se transmite por inhalación de un aerosol involucra dos componentes: concentración

y tiempo. Se cree que la infección viral que resulta de la replicación intracelular opera sobre una base probabilística, donde un virus podría provocar la infección, pero la infección que progresa para superar las defensas intracelulares y extracelulares probablemente requerirá más de un virus. La mediana de las dosis infecciosas, o el número de viriones con un 50% de probabilidad de provocar la infección en un individuo o población, generalmente no se conoce para la mayoría de los organismos, pero implica que tanto la concentración de partículas infecciosas en el aire como la duración de la exposición a esa concentración, jugará un papel en si la dosis de un individuo es infecciosa. Cabe señalar que la infección no debe equipararse con resultados de salud o enfermedad, que para los organismos virales respiratorios probablemente será una función de las características del huésped, como la edad, el sexo y las condiciones de salud preexistentes.⁷⁴

Con el objetivo de preservar los respiradores y otros suministros de EPP durante una pandemia de enfermedades infecciosas, Sietsema et al. propuso un enfoque de bandas de control para organismos capaces de transmitirse por inhalación de aerosoles y ofrece un método bastante simple para identificar el nivel de exposición.¹ Los dos componentes más importantes de la exposición por inhalación de aerosoles son la concentración de organismos infecciosos en el aire y el tiempo que uno está en contacto con (inhaland) esta concentración. Una dosis infecciosa podría resultar de un tiempo de contacto corto con una concentración alta o un tiempo de contacto más largo con una concentración más baja.

La suposición en este documento es que es más probable que ocurra una pandemia cuando un organismo es capaz de propagarse rápidamente de persona a persona. Los organismos capaces de explotar el sistema respiratorio como un sitio de infección y un medio de dispersión en un huésped infectado a otro huésped potencial se encuentran entre los de mayor preocupación con respecto a una pandemia de enfermedad infecciosa. La inhalación es de lejos, un medio más probable por el cual dicho organismo puede alcanzar y comenzar una infección en el tracto respiratorio, en

contraste con las gotitas grandes que se rocían en la boca, la nariz o los ojos, o la transferencia a las manos del organismo patógeno desde una superficie contaminada a la boca, la nariz o los ojos.

Ciertamente, estos otros modos de transmisión no deben descartarse ni ignorarse para ningún organismo pandémico, y tampoco otros modos, como la exposición a otros fluidos corporales, o emisiones, o el agua contaminada en la que podrían estar viajando. El método bandas de control es susceptible a cualquier modo de transmisión, con el entendimiento de que la naturaleza de la exposición y las variables que influyen en la exposición serán diferentes.

a. Consideraciones de exposición

En el caso de que un organismo capaz de transmitirse por inhalación de pequeñas partículas infecciosas pueda permanecer suspendidas en el aire por largos periodos de tiempo (minutos y horas), la exposición estará en función de su concentración en el aire, la frecuencia respiratoria del huésped y el tiempo en contacto con partículas infecciosas suspendidas. El modelo de bandas de control propuesto por Sietsema et al.¹ y ampliado por Brosseau et al.⁷⁵ para el SARS-CoV-2 no tiene en cuenta la frecuencia respiratoria, pero podría ajustarse fácilmente para hacerlo.

Sietsema et al. propuso dos componentes de exposición: 1) la probabilidad de encontrar fuentes infecciosas (personas) durante el trabajo y 2) la cantidad de tiempo que se pasa en contacto con esas fuentes infecciosas. 1 La probabilidad es un sustituto de la concentración, se asume que mientras uno entre en contacto con más fuentes durante la jornada laboral, mayor será la concentración a la que uno podría estar expuesto.

El modelo no considera lo que podrían estar haciendo las fuentes infecciosas. Se sabe que hablar, cantar, etc. genera concentraciones más altas de partículas pequeñas que respirar.^{76,77} Al igual que con la frecuencia respiratoria, la variable “probabilidad de exposición” podría ajustarse para tener en cuenta tales actividades “generadoras de aerosoles”.

La duración de la exposición se define

en términos del número de horas que un trabajador pasa en contacto con fuentes infecciosas. Esta variable podría expresarse fácilmente en términos de porcentaje de turno o cualquier otra designación que refleje la duración de la exposición.

b. Clasificación de exposición

El modelo de bandas de control propuesto por Sietsema et al. combina las dos variables, probabilidad de exposición y duración de la exposición, para llegar a un rango de exposición (Tabla 5.5).¹ Como se señaló anteriormente, este rango podría ajustarse según la naturaleza de las actividades de la fuente (por ejemplo hablar o cantar, que generan más partículas) o según la naturaleza del trabajo del receptor (por ejemplo tasas de trabajo más altas que provocan tasas de respiración más altas).

c. Clasificación de toxicidad

La otra característica importante de la evaluación de la exposición en el lugar de trabajo es comprender la naturaleza del peligro o su toxicidad. Para los peligros con límites de exposición, como

Tabla 5.5: Determinación del rango de exposición

	Duración diaria		
	D1 (0-3 horas)	D2 (3-6 horas)	D3 (> 6 horas)
Probabilidad			
L1 (Exposición Improbable)	E1	E1	E1
L2 (posible exposición)	E2	E2	E3
L3 (Exposición probable)	E2	E3	E3

Reeditado con permiso de Mary Ann Liebert, Inc, de “Un marco de referencia del método bandas de control para proteger a la fuerza laboral de EE. UU. de brotes de enfermedades infecciosas transmisibles por aerosoles con graves consecuencias para la salud pública”, por Sietsema M, Radonovich L, Hearl FJ, Fisher EM, Brosseau LM, Shaffer RE, Koonin LM. *Seguridad Sanitaria* 17(2): 124-132, 2019; permiso transmitido a través de Copyright Clearance Center, Inc.

los límites de exposición permisibles de OSHA o los valores límite de umbral de ACGIH, la toxicidad se ha abordado en el establecimiento de ese límite considerando la toxicidad animal y los datos epidemiológicos humanos. Para los organismos infecciosos que carecen de dichos límites, el mejor sustituto de la toxicidad es el Grupo de riesgo, que considera tanto la disponibilidad de opciones preventivas o de tratamiento (como las vacunas) como el grado de morbilidad y mortalidad (consulte la Tabla 1 en la Sección III. C.). El SARS-CoV-2 ha sido designado organismo GR 3, lo que significa que es capaz de causar una enfermedad grave o letal, pero puede haber algunas intervenciones preventivas o terapéuticas disponibles. MTB, nueva influenza, SARS y MERS también se consideran organismos GR 3.

La categorización del Grupo de riesgo se desarrolló como un método para identificar los tipos de controles necesarios para realizar investigaciones con organismos peligrosos. Sin embargo, se reconoce que los procedimientos

de laboratorio que generan aerosoles, por ejemplo, la centrifugación, pueden desencadenar mayores grados de protección.

d. *Identificación de la banda de control*

El rango de exposición (E1 a E3) y el rango de riesgo (R1 a R4) se combinan para identificar la banda de control correcta, como se muestra en la Tabla 5.6.

La banda de control determina qué controles deben implementarse y en qué orden, siguiendo la jerarquía de controles (Tabla 5.7), como se describe más adelante.

e. *Jerarquía de controles*

El objetivo del modelo de bandas de control de Sietsema et al. era conservar la protección respiratoria para los trabajadores de atención médica de primera línea y trabajadores similares mediante el fomento en los empleadores a centrarse en los controles de los niveles más altos de la jerarquía.¹ Los investigadores reformularon la jerarquía de controles de higiene industrial

Tabla 5.6: Determinación de la banda de control correcta

Rango de exposición	Clasificación de riesgo			
	R1	R2	R3	R4
E1	A	A	A	B
E2	A	B	B	C
E3	A	B	C	C

Reeditado con permiso de Mary Ann Liebert, Inc, de "A control banding framework for protecting the US workforce from aerosol transmissible infectious disease outbreaks with high public health consequences", por Sietsema M, Radonovich L, Hearl FJ, Fisher EM, Brosseau LM, Shaffer RE, Koonin LM. *Health Security* 17(2): 124-132, 2019; permiso transmitido a través de Copyright Clearance Center, Inc.

Tabla 5.7: Opciones de Control por Banda

Banda	Opciones de control
A	Fuente: ¡Haz esto primero! Medio: Puede ser prudente Receptor: No necesario
B	Fuente: ¡Haz esto primero! Puede requerir múltiples opciones Medio: haga esto a continuación y puede requerir múltiples opciones Receptor: solo si los controles de la fuente y el medio no son efectivos
C	Fuente – ¡Haz esto primero! Puede requerir múltiples opciones Medio: haga esto a continuación y puede requerir múltiples opciones Receptor - Puede ser prudente

Reeditado con permiso de Mary Ann Liebert, Inc, de "A control banding framework for protecting the US workforce from aerosol transmissible infectious disease outbreaks with high public health consequences", por Sietsema M, Radonovich L, Hearl FJ, Fisher EM, Brosseau LM, Shaffer RE, Koonin LM. *Health Security* 17(2): 124-132, 2019; permiso transmitido a través de Copyright Clearance Center, Inc.

tradicional en forma de controles de fuente, medio y receptor (Figura 5.4), un enfoque que se ha utilizado al considerar peligros como el ruido y la radiación.

La fuente, en este caso, es cualquier persona. En la mayoría de los casos, particularmente en las primeras etapas de una pandemia cuando las pruebas son limitadas, se desconocerá el estado de infección de la mayoría de las personas. Por lo tanto, se debe suponer que cualquier persona con la que un trabajador entre en contacto, incluidos compañeros de trabajo y miembros del público, podría ser infecciosa. La probabilidad de exposición, como se describió anteriormente, se puede enmarcar como la cantidad de contactos cercanos que un trabajador tiene con otras personas. Con el tiempo, la naturaleza de esos contactos se comprenderá mejor y se podrá refinar. Por ejemplo, el CDC definió por primera vez para fines de rastreo de contactos con SARS-CoV-2 un “contacto” potencial, como estar dentro de los 6 pies de alguien sospechoso o confirmado durante 15 minutos. Más adelante en la pandemia, los CDC ajustaron esta definición para incluir contactos cercanos más cortos que sumen 15 minutos durante un período de 24 horas. 78 Los datos del programa de pruebas de la Liga Nacional de Fútbol Americano indican que un solo contacto cercano durante menos de 15 minutos podría provocar una infección de persona a persona.⁷⁹

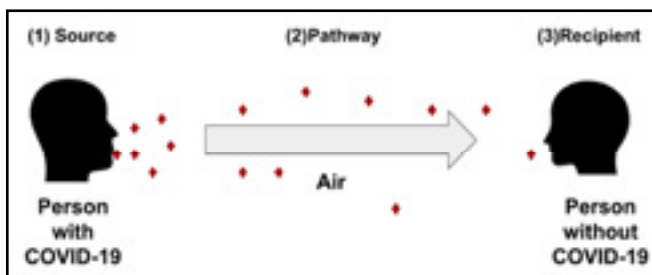


Figura 5.4. Fuente, Medio, Receptor. Nota: De “Protección de trabajadores esenciales”, Centro de Investigación y Políticas de Enfermedades Infecciosas (CIDRAP), 2021. (<https://www.cidrap.umn.edu/covid-19/preparedness-and-response/protecting-essential-workers>). Figura cortesía de CIDRAP de la Universidad de Minnesota.

La vía implica el movimiento del organismo infeccioso desde una fuente hasta un receptor potencial. En el caso de la inhalación de aerosoles, esta vía vendrá determinada por el movimiento de las partículas en el aire de un espacio compartido. Si el organismo permanece viable en el aire durante algún tiempo, la vía podría extenderse a los espacios contiguos o podría transportarse a otros espacios a través del sistema de ventilación. La vía más importante, sin embargo, es la que ocurre dentro de un espacio compartido, ya que las partículas permanecen suspendidas en el aire y se mueven por todo el espacio por difusión y corrientes de aire.

Los controles que protegen a nivel del receptor se encuentran en la parte inferior de la jerarquía y son los tipos de controles menos deseables. Estos controles de receptores generalmente involucran EPP, como respiradores. Estos son los menos deseables porque a menudo son difíciles de implementar y requieren la cooperación por parte de un trabajador. El PPE puede ser incómodo y difícil de usar durante largos períodos de tiempo; también puede interferir con las tareas laborales o hacer que el trabajo sea más difícil de realizar. Todas estas características hacen que sea menos probable que el EPP se use de manera correcta o continua, lo que pone al trabajador en riesgo de exposición.

Por lo tanto, el objetivo de cualquier modelo de bandas de control debe ser apoyar y alentar el despliegue de controles de fuente y medio por delante, y en lugar de controles en el receptor. El EPP debe reservarse y utilizarse solo para aquellos trabajos que caen en la banda de control con el mayor riesgo debido a una alta exposición o toxicidad significativa.

Durante una pandemia, es poco probable que el organismo infeccioso reciba una clasificación de grupo de riesgo degradada hasta que se hayan desarrollado vacunas y se haya demostrado que son eficaces para prevenir la transmisión de persona a persona. Por lo tanto, el objetivo debe ser reducir el nivel de exposición, ya sea reduciendo la probabilidad de exposición o disminuyendo el tiempo de exposición.

f. *Ejemplo de bandas de control para el modo de transmisión de aerosoles*

Un conductor de autobús podría estar expuesto a muchas fuentes, cuyo estado de infección se desconoce, en el transcurso de un solo turno. La ventilación en muchos autobuses viaja desde la parte trasera hasta la parte delantera del autobús, lo que aumenta la exposición del conductor a partículas infecciosas generadas por la respiración, el habla, la tos, etc. de los pasajeros. La probabilidad de exposición para este trabajo es alta (L3), y la exposición ocurre durante un turno completo (D3). Así, el rango de exposición es E3 (Cuadro 5.6). Si asumimos que el organismo está en GR 3, este trabajo cae en la Banda C (Tabla 5.7). La banda C requiere controles de múltiples fuentes y medios, y también puede requerir controles de receptores. Los controles de fuente para esta situación podrían implicar limitar la cantidad de personas en el autobús o limitar el tiempo de contacto del conductor del autobús al disminuir el tiempo de conducción del autobús (quizás rotando a tareas laborales que no impliquen contacto con otras personas durante parte del día). Si las pruebas periódicas y frecuentes estuvieran disponibles, solo se permitiría subir al autobús a los viajeros que demuestren una prueba negativa reciente. Las rutas de autobús podrían ajustarse para limitar la cantidad de tiempo que los viajeros permanecen en un autobús. Si estos u otros controles de fuente similares no conducen a un rango de exposición de E1, entonces se necesitarán controles en el medio. Estos podrían incluir cambios en el diseño de ventilación para dirigir el flujo hacia arriba o hacia abajo desde los pasajeros hacia un escape en lugar de desde los pasajeros hacia el conductor. Se podrían implementar filtros de aire portátiles para recolectar y limpiar el aire en la ubicación de cada pasajero, sirviendo como ventilación de escape local en cada asiento. El asiento del conductor podría encerrarse en un espacio ventilado por separado, eliminando por completo la exposición a las emisiones de los pasajeros. Si estas opciones no reducen el rango de

exposición del conductor a E1, entonces pueden ser necesarios los controles del receptor. El único EPP apropiado para prevenir la exposición por inhalación sería un respirador.

g. *Bandas de control para otros modos de transmisión*

Como se señaló anteriormente, por lo general no es posible ni prudente descartar otros modos de transmisión en las primeras etapas de una pandemia. Cualquier modo de transmisión es susceptible al bandas de control, utilizando los mismos principios para combinar la concentración y el tiempo de exposición para un “rango” de exposición y la misma jerarquía de controles que progresa desde los controles en la fuente, en el medio y en el receptor.

Como ejemplo, un organismo respiratorio infeccioso podría transferirse con las manos u otros medios a las membranas mucosas de un receptor. La exposición dependerá de las mismas variables que las de la inhalación de partículas pequeñas: probabilidad de exposición (con cuántos fluidos de fuentes podría entrar en contacto un receptor) y duración de la exposición (el tiempo total durante el cual podrían ocurrir tales contactos).

G. Lecciones aprendidas

- Las personas pueden ser consideradas una fuente de transmisión móvil.
- Utilizar un enfoque de control basado en la vía porque es más flexible al considerar las diferencias significativas entre las exposiciones biológicas y no biológicas y debido a las diferencias entre las respuestas humanas a las toxinas versus los patógenos.
- Es esencial que los higienistas industriales, el personal de salud pública y los especialistas en control y prevención de infecciones trabajen en colaboración para diseñar el mejor esquema de protección para la situación particular.
- El lenguaje o la jerga que utilizan los higienistas industriales y otros especialistas en salud e ingeniería para comunicar la transmisión de agentes peligrosos debe estandarizarse para que la confusión de términos no obstaculice la respuesta a una pandemia.

- Si bien durante la pandemia de COVID-19 se han recomendado cobertores faciales de tela o máscaras quirúrgicas como medio de control de fuentes, estas no son una respuesta adecuada a la escasez de respiradores apropiados aprobados por NIOSH. Algunas barreras de aerosoles y gotitas pueden ser mejores que ninguna barrera, pero los cobertores faciales de tela y las máscaras quirúrgicas permiten tasas de transmisión de aerosoles inaceptablemente altas.
- La falta de respuestas consistentes y basadas en la ciencia durante la pandemia de COVID-19 por parte de las autoridades de salud pública contribuyó a la pérdida de confianza del público en general y a la confusión con respecto a los controles apropiados.
- La necesidad de ventilación y otros controles y la verificación de su idoneidad debe ser comunicada de manera rigurosa o incluso seria por las autoridades de salud pública cuando existe una ruta potencial de exposición a través del aire. La falla en esta área minimizó la protección que los controles de ingeniería apropiados podrían haber brindado para evitar la inhalación de SARS-CoV-2.
- La planificación previa a la pandemia es fundamental para evitar la escasez de EPP necesarios y suministros para la higiene de las manos.

Sección V. Referencias

1. **Sietsema M, Radonovich L, Hearl FJ, et al.** A control banding framework for protecting the US workforce from aerosol transmissible infectious disease outbreaks with high public health consequences. *Health Secur* 17(2): 124-132, 2019. doi: 10.1089/hs.2018.0103.
2. **Hillier M.** Using effective hand hygiene practice to prevent and control infection. *Nurs Stand* 35(5): 45-50, 2020. doi: 10.7748/ns.2020.e11552.
3. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC).** Hand Hygiene in Healthcare Settings. Updated April 29, 2019. <https://www.cdc.gov/handhygiene/index.html>.
4. **Liao M, Liu H, Wang X, et al.** A technical review of face mask wearing in preventing respiratory COVID-19 transmission. *Curr Opin Colloid Interface Sci* 52: 101417, 2021. doi: 10.1016/j.cocis.2021.101417.
5. **Wei J, Guo S, Long E, Zhang L, Shu B, Guo L.** Why does the spread of COVID-19 vary greatly in different countries? Revealing the efficacy of face masks in epidemic prevention. *Epidemiol Infect* 149: e24, 2021. doi: 10.1017/S0950268821000108.
6. **Lindsley WG, Blachere FM, Beezhold DH, et al.** A comparison of performance metrics for cloth face masks as source control devices for simulated cough and exhalation aerosols. *medRxiv*: (Preprint), 2021. doi: 10.1101/2021.02.16.21251850.
7. **Milton DK, Fabian MP, Cowling BJ, Grantham ML, McDevitt JJ.** Influenza virus aerosols in human exhaled breath: particle size, culturability, and effect of surgical masks. *PLoS Pathog* 9(3): e1003205, 2013. doi: 10.1371/journal.ppat.1003205.
8. **Shacham E, Scroggins S, Ellis M, Garza A.** Association of county-wide mask ordinances with reductions in daily Covid-19 incident case growth in a midwestern region over 12 weeks. (Preprint), 2020. doi: 10.1101/2020.10.28.20221705.
9. **O'Dowd K, Nair KM, Forouzandeh P, et al.** Face masks and respirators in the fight against the COVID-19 pandemic: a review of current materials, advances and future perspectives. *Materials (Basel)* 13(15): 3363, 2020. doi: 10.3390/ma13153363.
10. **Nightingale F.** Notes on Nursing: What It Is, and What It Is Not. London: Harrison, 1860.
11. **ASHRAE.** ASHRAE 62.1-2019: Standard 62.1-2019 – Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality (ANSI Approved). Atlanta, GA: ASHRAE, 2019.
12. **ASHRAE.** ASHRAE 62.2-2019: Standard 62.2-2019 – Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Residential Buildings (ANSI Approved). Atlanta, GA: ASHRAE, 2019.
13. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC).** Ventilation in Buildings. Updated June 2, 2021. Accessed February 9, 2021. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/community/ventilation.html>.
14. **Morawska L, Tang JW, Bahnfleth W, et al.** How can airborne transmission of COVID-19 indoors be minimised? *Environ Int* 142: 105832, 2020. doi: 10.1016/j.envint.2020.105832.
15. **Public Services and Procurement Canada.** Public Services and Procurement Canada (PSPC) Heating Ventilation and Air Conditioning (HVAC) Minimum Requirements – (COVID-19). April 22, 2020. https://wiki.gccollab.ca/images/5/56/PSPC_Communique_-_Heating_Ventilation_and_Air_Conditioning_System_Requirements_-_COVID-19_-_April_22_2020.pdf.

16. **Sehulster LM, Chinn RYW, Arduino MJ, et al.** Background C. Air: Table 6. Engineered specifications for positive- and negative pressure rooms. In: *Guidelines for Environmental Infection Control in Health-Care Facilities: Recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC)*. Chicago, IL: American Society for Healthcare Engineering/American Hospital Association, 2004. <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/environmental/background/air.html#table>.
17. **Jianxiang H, Phil J, Anqi Z, Shan Shan H, Jian H, Spengler JD.** Outdoor airborne transmission of Coronavirus among apartments in high-density cities. *Front Built Environ* 7: 2021. doi: 10.3389/fbuil.2021.666923.
18. **Eames I, Tang JW, Li Y, Wilson P.** Airborne transmission of disease in hospitals. *J R Soc Interface* 6(Suppl_6)2009. doi: 10.1098/rsif.2009.0407.focus.
19. **Harper GJ.** Airborne micro-organisms: survival tests with four viruses. *J Hyg (Lond)* 59: 479-486, 1961. doi: 10.1017/s0022172400039176.
20. **Noti JD, Blachere FM, McMillen CM, et al.** High humidity leads to loss of infectious influenza virus from simulated coughs. *PLoS One* 8(2): e57485, 2013. doi: 10.1371/journal.pone.0057485.
21. **Yang W, Marr LC.** Dynamics of airborne influenza A viruses indoors and dependence on humidity. *PLoS One* 6(6): e21481, 2011. doi: 10.1371/journal.pone.0021481.
22. **Morris DH, Yinda KC, Gamble A, et al.** The effect of temperature and humidity on the stability of SARS-CoV-2 and other enveloped viruses. *bioRxiv* 2020. doi: 10.1101/2020.10.16.341883.
23. **Shaman J, Goldstein E, Lipsitch M.** Absolute humidity and pandemic versus epidemic influenza. *Am J Epidemiol* 173(2): 127-135, 2011. doi: 10.1093/aje/kwq347.
24. **ASHRAE.** ASHRAE Position Document on Infectious Aerosols. ASHRAE, 2020. https://www.ashrae.org/file%20library/about/position%20documents/pd_infectiousaerosols_2020.pdf.
25. **Kudo E, Song E, Yockey LJ, et al.** Low ambient humidity impairs barrier function and innate resistance against influenza infection. *Proc Natl Acad Sci USA* 116(22): 10905-10910, 2019. doi: 10.1073/pnas.1902840116.
26. **Azimi P, Stephens B.** HVAC filtration for controlling infectious airborne disease transmission in indoor environments: Predicting risk reductions and operational costs. *Build Environ* 70: 150-160, 2013. doi: 10.1016/j.buildenv.2013.08.025.
27. **Zhang J, Huntley D, Fox A, Gerhardt B, Vatine A, Cherne J.** Study of viral filtration performance of residential HVAC filters. *ASHRAE Journal* 62(8): 26-32, 2020.
28. **ASHRAE.** Technical Resources-Filtration/Disinfection, Bipolar Ionization/Corona Discharge/Needlepoint Ionization and Other Ion or Reactive Oxygen Air Cleaners. Updated May 7, 2021. <https://www.ashrae.org/technical-resources/filtration-disinfection#bipolar>.
29. **ASHRAE.** In-Room Air Cleaner Guidance for Reducing COVID-19 In Air In Your Space/Room. January 21, 2021. <https://www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/covid-19/in-room-air-cleaner-guidance-for-reducing-covid-19-in-air-in-your-space-or-room.pdf>.
30. **AIHA.** Reducing the Risk of COVID-19 Using Engineering Controls. Falls Church, VA: AIHA, 2020. <https://aiha-assets.sfo2.digitaloceanspaces.com/AIHA/resources/Guidance-Documents/Reducing-the-Risk-of-COVID-19-using-Engineering-Controls-Guidance-Document.pdf>.
31. **World Health Organization.** Roadmap to Improve and Ensure Good Indoor Ventilation in the Context of COVID-19. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2021. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240021280>.
32. **U.S. Environmental Protection Agency (EPA).** Guide to Air Cleaners in the Home, 2nd edition: Portable Air Cleaners, Furnace and HVAC Filters: U.S. EPA, 2018. https://www.epa.gov/sites/default/files/2018-07/documents/guide_to_air_cleaners_in_the_home_2nd_edition.pdf.
33. **Harriman L, Stephens B, Brennan T.** New Guidance for Residential Air Cleaners. *ASHRAE Journal* 61(9): 14-23, 2019.
34. **Curtius J, Granzin M, Schrod J.** Testing mobile air purifiers in a school classroom: Reducing the airborne transmission risk for SARS-CoV-2. *medRxiv*: (Preprint), 2020. doi: 10.1101/2020.10.02.20205633.
35. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC).** Upper-Room Ultraviolet Germicidal Irradiation (UVGI). 2019. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/community/ventilation/UVGI.html>.
36. **Welch D, Buonanno M, Grilj V, et al.** Far-UVC light: A new tool to control the spread of airborne-mediated microbial diseases. *Sci Rep* 8(1): 2752, 2018. doi: 10.1038/s41598-018-21058-w.
37. **Buonanno M, Welch D, Shuryak I, Brenner DJ.** Far-UVC light (222 nm) efficiently and safely inactivates airborne human coronaviruses. *Sci*

- Rep 10(1): 10285, 2020. doi: 10.1038/s41598-020-67211-2.
38. **Stewart EJ, Smith R.** Guidelines for the Selection and Use of Environmental Surface Disinfectants in Healthcare. Fairfax, VA: AIHA, 2017.
 39. **U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention (CDC).** Environmental Control for Tuberculosis: Basic Upper-Room Ultraviolet Germicidal Irradiation Guidelines for Healthcare Settings (Publication No. 2009-105): National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 2009. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2009-105/pdfs/2009-105.pdf>.
 40. **Ko G, First MW, Burge HA.** The characterization of upper-room ultraviolet germicidal irradiation in inactivating airborne microorganisms. *Environ Health Perspect* 110(1): 95-101, 2002. doi: 10.1289/ehp.0211095.
 41. **Zhu S, Srebric J, Rudnick SN, Vincent RL, Nardell EA.** Numerical investigation of upper-room UVGI disinfection efficacy in an environmental chamber with a ceiling fan. *Photochem Photobiol* 89(4): 782-791, 2013. doi: 10.1111/php.12039.
 42. **U.S. Environmental Protection Agency (EPA).** Air Cleaners, HVAC Filters, and Coronavirus (COVID-19). Updated March 22, 2021. <https://www.epa.gov/coronavirus/air-cleaners-hvac-filters-and-coronavirus-covid-19>.
 43. **Zeng Y, Manwatkar P, Laguerre A, et al.** Evaluating a commercially available in-duct bipolar ionization device for pollutant removal and potential byproduct formation. *Building and Environment* 195: 107750, 2021. doi: 10.1016/j.buildenv.2021.107750.
 44. **TRANE Technologies.** A taxonomy of air-cleaning technologies featuring bipolar ionization. January 27, 2021. <https://www.jp.trane.com/content/dam/Trane/Commercial/global/about-us/wellsphere/Technology%20Whitepaper%20-%20Bipolar%20Ionization.pdf>.
 45. **Offermann FJ.** Beware: the COVID-19 snake oil salesmen are here. November 5, 2020. <http://www.iee-sf.com/pdf/TheCOVID19SnakeOilSalesmenAreHere.pdf.new>.
 46. **ASHRAE.** Building Readiness. <https://www.ashrae.org/technical-resources/building-readiness#epidemic>.
 47. **Sehulster LM, Chinn RYW, Arduino MJ, et al.** Appendix B. Air. Airborne Contaminant Removal: Table B.1. Air changes/hour (ACH) and time required for airborne-contaminant removal by efficiency. In: *Guidelines for Environmental Infection Control in Health-Care Facilities: Recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC)*. Chicago, IL: American Society for Healthcare Engineering/American Hospital Association, 2004. Updated July 2019. <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/environmental/appendix/air.html#b1>.
 48. **World Health Organization.** Severe Acute Respiratory Infections Treatment Centre: Practical Manual to Set Up and Manage a SARI Treatment Centre and a SARI Screening Facility In Health Care Facilities. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2020. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/331603>.
 - 48a. **Brosseau, L.** COMMNETARY: COVID-19 transmission messages should hinge on science. Center for Infectious Disease Research and Policy (CIDRAP), University of Minnesota. March 16, 2020. <https://www.cidrap.umn.edu/news-perspective/2020/03/commentary-covid-19-transmission-messages-should-hinge-science>
 49. **Rutala WA, Weber DJ.** Selection of the ideal disinfectant. *Infect Control Hosp Epidemiol* 35(7): 855-865, 2014. doi: 10.1086/676877.
 50. **U.S. Environmental Protection Agency (EPA).** Selected EPA-Registered Disinfectants, Antimicrobial Products Registered with EPA for Claims Against Common Pathogens. <https://www.epa.gov/pesticide-registration/selected-epa-registered-disinfectants#pathogens>.
 51. **Tseng C-C, Li C-S.** Inactivation of viruses on surfaces by ultraviolet germicidal irradiation. *J Occup Environ Hyg* 4(6): 400-405, 2007. doi: 10.1080/15459620701329012.
 52. **Boyce JM.** Modern technologies for improving cleaning and disinfection of environmental surfaces in hospitals. *Antimicrob Resist Infect Control* 5(1): 10, 2016. doi: 10.1186/s13756-016-0111-x.
 53. **U.S. Environmental Protection Agency (EPA).** Guidance to Companies on Referring to Registered Disinfectant Products that Meet the CDC Criteria for Use Against the Ebola Virus. Updated January 13, 2021. Accessed 2020. <https://www.epa.gov/pesticide-labels/guidance-companies-referring-registered-disinfectant-products-meet-cdc-criteria-use>.
 54. **Memarzadeh F, Olmsted RN, Bartley JM.** Applications of ultraviolet germicidal irradiation disinfection in health care facilities: Effective adjunct, but not stand-alone technology. *Am J Infect Control* 38(5): S13-S24, 2010. doi: 10.1016/j.ajic.2010.04.208.

55. **Brouwer M, Katamba A, Katabira ET, van Leth F.** An easy tool to assess ventilation in health facilities as part of air-borne transmission prevention: a cross-sectional survey from Uganda. *BMC Infect Dis* 17(1): 325, 2017. doi: 10.1186/s12879-017-2425-6.
56. **Luongo JC, Fennelly KP, Keen JA, Zhai ZJ, Jones BW, Miller SL.** Role of mechanical ventilation in the airborne transmission of infectious agents in buildings. *Indoor Air* 26(5): 666-678, 2016. doi: 10.1111/ina.12267.
57. **Bassett MR, Chia D, Shaw Y, Evans RG.** An appraisal of the sulphur hexafluoride decay technique for measuring air infiltration rates in buildings. No. 2657, 1981. https://www.aivc.org/sites/default/files/airbase_991.pdf.
58. **ASTM E741-11: Standard Test Method for Determining Air Change in a Single Zone by Means of a Tracer Gas Dilution.** West Conshohocken, PA: ASTM International, 2017. <https://www.astm.org/Standards/E741.htm>.
59. **Allen J, Spengler J, Jones E, Cedeno-Laurent J.** 5-Step Guide to Measuring Ventilation Rates in Classrooms. Harvard T.H. Chan School of Public Health, 2020. <https://schools.forhealth.org/wp-content/uploads/sites/19/2020/08/Harvard-Healthy-Buildings-program-How-to-assess-classroom-ventilation-08-28-2020.pdf>.
60. **Ferguson RMW, Garcia-Alcega S, Coulon F, Dumbrell AJ, Whitby C, Colbeck I.** Bioaerosol biomonitoring: Sampling optimization for molecular microbial ecology. *Mol Ecol Resour* 19(3): 672-690, 2019. doi: 10.1111/1755-0998.13002.
61. **Nasir ZA, Colbeck I, Sultan S, Ahmed S.** Bioaerosols in residential micro-environments in low income countries: a case study from Pakistan. *Environ Pollut* 168: 15-22, 2012. doi: 10.1016/j.envpol.2012.03.047.
62. **Ghosh B, Lal H, Srivastava A.** Review of bioaerosols in indoor environment with special reference to sampling, analysis and control mechanisms. *Environ Int* 85: 254-272, 2015. doi: 10.1016/j.envint.2015.09.018.
63. **Viegas S, Caetano LA, Korkalainen M, et al.** Cytotoxic and inflammatory potential of air samples from occupational settings with exposure to organic dust. *Toxics* 5(1): 8, 2017. doi: 10.3390/toxics5010008.
64. **Liu Y, Du S, Horikawa S, et al.** Rapid pathogen detection by surface swab sampling and wireless biosensing. *ECS Trans* 80(10): 1531-1539, 2017. doi: 10.1149/08010.1531ecst.
65. **Weir MH, Shibata T, Masago Y, Cologgi DL, Rose JB.** Effect of surface sampling and recovery of viruses and Non-spore-forming bacteria on a quantitative microbial risk assessment model for fomites. *Environ Sci Technol* 50(11): 5945-5952, 2016. doi: 10.1021/acs.est.5b06275.
66. **Puro V, Fusco FM, Petrecchia A, et al.** Sampling Surfaces for Ebola virus persistence after cleaning procedures in high-level isolation settings: the experience with 2 patients at the Lazzaro Spallanzani National Institute for Infectious Diseases. *Infect Control Hosp Epidemiol* 37(6): 723-725, 2016. doi: 10.1017/ice.2016.46.
67. **Turnage NL, Gibson KE.** Sampling methods for recovery of human enteric viruses from environmental surfaces. *J Virol Methods* 248: 31-38, 2017. doi: 10.1016/j.jviromet.2017.06.008.
68. **United States Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration (OSHA).** 29 CFR 1910.1030 Bloodborne Pathogens. <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.1030>.
69. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC), National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH).** Healthcare Workers: Infectious Agents. 2017. Updated January 13, 2017. <https://www.cdc.gov/niosh/topics/healthcare/infectious.html>.
70. **Zalk DM, Nelson DI.** History and evolution of control banding: a review. *J Occup Environ Hyg* 5(5): 330-346, 2008. doi: 10.1080/15459620801997916.
71. **Paik SY, Zalk DM, Swuste P.** Application of a pilot control banding tool for risk level assessment and control of nanoparticle exposures. *Ann Occup Hyg* 52(6): 419-428, 2008. doi: 10.1093/annhyg/men041.
72. **Zalk DM, Paik SY, Swuste P.** Evaluating the control banding nanotool: a qualitative risk assessment method for controlling nanoparticle exposures. *J Nanopart Res* 11(1685): 1685-1704, 2009. doi: 10.1007/s11051-009-9678-y.
73. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC).** Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories, 6th Edition. Edited by Meehan PJ, Potts J. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, 2020.
74. **Office of Science and Technology, Office of Water.** EPA-820-R-14-009: Microbiological Risk Assessment (MRA): Tools, Methods, and Approaches for Water Media. Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 2014. <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-11/documents/microbial-risk-assessment-mra-tools-methods-and-approaches-for-water-media.pdf>.

75. **Brosseau LM, Rosen J, Harrison R.** Selecting controls for minimizing SARS-CoV-2 aerosol transmission in workplaces and conserving respiratory protective equipment supplies. *Ann Work Expo Health* 65(1): 53-62, 2021. doi: 10.1093/annweh/wxaa083.
76. **Alsved M, Matamis A, Bohlin R, et al.** Exhaled respiratory particles during singing and talking. *Aerosol Science and Technology* 54(11): 1245-1248, 2020. doi: 10.1080/02786826.2020.1812502.
77. **Gregson FKA, Watson NA, Orton CM, et al.** Comparing aerosol concentrations and particle size distributions generated by singing, speaking and breathing. *Aerosol Science and Technology* 55(6): 681-691, 2021. doi: 10.1080/02786826.2021.1883544.
78. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC).** Contact Tracing: Appendices. 2021. Updated August 5, 2021. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/php/contact-tracing/contact-tracing-plan/appendix.html#>.
79. **Mack CD, Wasserman EB, Perrine CG, et al.** Implementation and evolution of mitigation measures, testing, and contact tracing in the National Football League, August 9-November 21, 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 70(4): 130-135, 2021. doi: 10.15585/mmwr.mm7004e2.

VI. Comunicación y Coordinación

A. Planificación de las comunicaciones

Además de obtener el conocimiento científico necesario para preparar estrategias de comunicación efectivas durante una pandemia, los higienistas industriales, los profesionales de la salud y otros expertos deben estar preparados para difundir información de manera rápida, a audiencias diversas y, a menudo, de manera continua. En este sentido, los materiales de comunicación deben prepararse antes de una emergencia pandémica, informando y educando a las partes interesadas sobre los riesgos y cómo protegerse a sí mismos y a quienes los rodean.

Debido a que una emergencia pandémica puede provocar fuertes emociones para los trabajadores y el público en general, es importante que se construyan y mantengan la confianza y la credibilidad. Esto se puede lograr mediante el desarrollo de mensajes consistentes con aquellos de las autoridades estatales y federales locales acreditables, confiando en expertos técnicos como profesionales de la

salud pública, epidemiólogos e higienistas industriales.

Tener un Plan de Respuesta a Enfermedades Comunitarias de múltiples capas puede dimensionar correctamente una respuesta a un peligro biológico. No es suficiente tener un plan: el plan debe comunicarse de manera efectiva con su población y practicarse para una ejecución efectiva.

En previsión de una pandemia, los higienistas industriales y los profesionales de la salud pública pueden desempeñar un papel clave en varios aspectos de la planificación de la comunicación:

- Evaluar la preparación para satisfacer las necesidades de comunicaciones para una emergencia pandémica, incluida la revisión, las pruebas y la actualización periódicas de los planes de comunicaciones.
- Desarrollar un plan de difusión o comunicación con los empleados, otras personas afectadas y familias, incluidos los portavoces principales y los enlaces a otras redes de comunicación. Asegurar la adecuación del idioma, la cultura y el nivel de lectura en las comunicaciones.
- Anticipar y planificar las comunicaciones para abordar el miedo potencial y la ansiedad de los empleados, otras personas afectadas y las familias que pueden resultar de rumores o desinformación.
- Desarrollar y probar el sistema de comunicación (por ejemplo, líneas directas, redes telefónicas, sitios web confiables dedicados, radio o televisión local) de respuesta y acciones para empleados, otras personas afectadas y familias.
- Asegurar la provisión de sistemas/canales de comunicación reiterados que permitan la transmisión y recepción acelerada de información.
- Asesorar a los empleados y otras personas afectadas dónde encontrar información actualizada y confiable sobre la preparación para pandemias de fuentes federales de salud pública estatales y locales.
- Difundir información sobre el plan de preparación y respuesta ante una pandemia a los empleados. Esto debería incluir el impacto potencial de una pandemia en la instalación y otros cierres de edificios y planes de contingencia.
- Difundir información de fuentes de salud pública que abarque el control rutinario de

las infecciones (por ejemplo, la higiene de las manos, la etiqueta para toser/estornudar, la limpieza de superficies), los fundamentos de las enfermedades pandémicas (por ejemplo, signos y síntomas, modos de transmisión), las estrategias de protección y respuesta personal y familiar, y la atención en el hogar de los empleados enfermos y sus familiares.

B. Establecer políticas a seguir durante una pandemia

Establecer roles y responsabilidades dentro de una organización durante la fase de planificación o respuesta temprana de una pandemia es clave para agilizar los procesos y establecer una comunicación efectiva. Dependiendo de la naturaleza de la pandemia (por ejemplo, la vía de transmisión, la virulencia, etc.), las políticas pueden requerir la opinión de médicos, higienistas industriales, profesionales de las comunicaciones, abogados, funcionarios de salud pública y reguladores, y otros. Al tener un proceso coordinado y asignar responsabilidades, la adopción de políticas ocurre con un mayor grado de responsabilidad y puede medirse de manera tangible.

El papel del higienista industrial en la anticipación, el reconocimiento, la evaluación y el control de las condiciones del lugar de trabajo que pueden resultar en enfermedades de los trabajadores es valioso para un número significativo de políticas que afectan directa e indirectamente a los trabajadores. Por ejemplo, los higienistas industriales pueden:

- Establecer procedimientos para activar el plan de respuesta de la organización cuando las autoridades de salud pública declaran una emergencia pandémica.
- Establecer políticas para prevenir la propagación de la enfermedad pandémica mientras se considera la continuidad del negocio. Estos pueden incluir orientación para la higiene respiratoria y personal, controles administrativos y el uso de equipo de protección personal (EPP).
- Establecer políticas obligatorias de licencia por enfermedad no sancionable para los empleados sospechosos de estar enfermos, expuestos (rastreo de contactos) o que se enfermen en el lugar de trabajo.
- Implementar políticas para permitir que los empleados permanezcan en casa hasta que el potencial de transmisión de su entorno se resuelva y estén lo suficientemente sanos

como para regresar al trabajo sin afectar a otros empleados (es decir, transmitir agentes pandémicos). Por ejemplo, establezca políticas para la licencia no penalizada por enfermedad personal o el cuidado de familiares enfermos durante una pandemia.

- Siga las restricciones de viaje y las recomendaciones establecidas por las agencias locales, estatales y federales. Estos pueden incluir restricciones a sitios nacionales e internacionales con brotes. Del mismo modo, establecer criterios de cuarentena para aquellos que regresan de las áreas afectadas y / o se recuperan de la infección y monitorear el inicio de los síntomas.

C. Comunicarse y educar a los empleados y a las personas afectadas en las comunidades atendidas

La participación empresarial y comunitaria es fundamental para reducir la propagación de una enfermedad pandémica. Cuando la información es incierta y la ansiedad es alta, una respuesta natural para las personas es tratar de averiguar qué está sucediendo y qué deben hacer al respecto. En escenarios donde las personas no tienen suficiente información disponible, es más probable que malentiendan y malinterpreten la información limitada disponible. Los higienistas industriales tienen la educación, la capacitación y la experiencia para comprender y comunicar los procedimientos y prácticas de salud y seguridad en evolución a los empleados y las personas de la comunidad. Una preparación adecuada fortalecerá la capacidad de todos para prevenir, prepararse, mitigar, responder y recuperarse de una pandemia.

El higienista industrial puede comunicar información sobre la enfermedad infecciosa, incluidos los síntomas, las rutas de transmisión, las formas de protegerse y cómo cuidar a los miembros enfermos de la familia. Además, el higienista industrial puede abordar los rumores, la desinformación, el miedo y la ansiedad. La comunicación efectiva y consistente durante una pandemia es crucial para mantener la confianza y restaurar la moral y la confianza.

Los consejos y recomendaciones se pueden distribuir físicamente, electrónicamente y comunicarse verbalmente durante reuniones y eventos en vivo y / o virtuales. Para permitir la comunicación oportuna de información crítica, el higienista industrial debe validar que los sistemas de notificación de emergencia estén

en su lugar y probados de forma rutinaria. Los materiales de comunicación también deben prepararse y probarse para garantizar su aceptación y comprensión antes de una emergencia pandémica. La capacidad de comunicarse de manera efectiva virtualmente se volvió extremadamente importante durante la pandemia de COVID-19.

Aquí hay formas en que el higienista industrial puede comunicarse y educar a los empleados y las personas en las comunidades atendidas:

- Distribuir materiales con información básica sobre patógenos pandémicos: signos y síntomas, cómo se propaga la enfermedad, formas de proteger a las personas y sus familias (por ejemplo, higiene de manos, etiqueta para la tos, uso de cubiertas faciales, protocolos de cuarentena y aislamiento), planes de preparación familiar, cómo cuidar a las personas enfermas en el hogar y cuándo buscar atención médica de emergencia.
- Cuando sea apropiado, incluya información básica sobre los agentes de la pandemia en reuniones públicas (por ejemplo, clases, capacitaciones, reuniones de grupos pequeños y anuncios).
- Monitorear las comunicaciones de salud pública federales, estatales y locales sobre las regulaciones, orientaciones, restricciones de viaje y recomendaciones de la pandemia y garantizar que los empleados y otras personas afectadas tengan acceso a esa información. Es probable que esta información evolucione rápidamente en el transcurso de la pandemia.
- Desarrollar herramientas para comunicarse con los empleados sobre el estado de la pandemia y las acciones de la organización. Esto puede incluir sitios web, folletos, anuncios en periódicos locales, mensajes telefónicos o seminarios web pregrabados ampliamente distribuidos, etc.
- Considere la contribución única de la organización para abordar los rumores, la desinformación, el miedo y la ansiedad.
- Compartir información sobre el plan de preparación y respuesta ante una pandemia con los empleados y las personas afectadas en las comunidades atendidas.
- Asegúrese de que lo que comunica sea apropiado para las culturas, los idiomas y los niveles de lectura de los empleados y las personas en las comunidades atendidas.

D. Coordinar con organizaciones externas y asistencia pública / ayuda a la comunidad

Las pandemias requieren un alto grado de coordinación entre las partes interesadas; públicas, privadas, gubernamentales, de salud y otras partes, para proporcionar una respuesta adecuada e integral a un evento pandémico. El higienista industrial debe trabajar con agencias de salud pública locales y / o estatales, centros de atención médica y aseguradoras y autoridades reguladoras para comprender sus planes de respuesta y lo que pueden proporcionar. Comparta los detalles del plan de preparación y respuesta y lo que la organización puede contribuir y participe en la planificación de la organización. La organización debe coordinar con las agencias locales cualquier esfuerzo directo para apoyar a las comunidades y no obstaculizar ningún esfuerzo de asistencia pública que esté en marcha. Además, tenga en cuenta que una pandemia puede restringir o restringir la disponibilidad de infraestructura pública, especialmente porque otras empresas se ven afectadas por el mismo problema. Los aspectos que pueden apoyar la coordinación efectiva entre las organizaciones pueden incluir:

- Comprender los roles de las agencias de salud pública federales, estatales y locales y los servicios de emergencia y qué esperar y qué no esperar de cada uno en caso de una pandemia.
- Nombrar un punto de contacto para maximizar la comunicación entre su organización y los sistemas de salud pública estatales y locales.
- Abstenerse de distribuir materiales que entren en conflicto con la orientación de las agencias de salud pública federales, estatales y locales, ya que esto puede llevar a confusión y temor entre los empleados.
- Coordinar con los servicios de emergencia y las instalaciones de atención médica locales para mejorar la disponibilidad de asesoramiento médico y servicios de atención médica oportunos / urgentes para los empleados y las personas en las comunidades atendidas.
- Compartir las lecciones aprendidas del desarrollo de su plan de preparación y respuesta con otras compañías para mejorar los esfuerzos de respuesta de la comunidad.
- Trabajar junto con organizaciones comunitarias en el área local y a través de redes (por ejemplo, denominaciones,

asociaciones, etc.) para ayudar a las comunidades a prepararse para la pandemia.

- Comprender el concepto y la determinación de los trabajadores esenciales y si sus empleados están incluidos.
- Ser consciente de los suministros críticos para la respuesta a la pandemia (por ejemplo, EPP) y mantener una reserva suficiente para las necesidades de su negocio mientras comparte, si es posible, con la atención médica y otros empleados de primera línea con necesidades potencialmente mayores.

E. Comunicación/coordinación con los trabajadores

Es probable que el higienista industrial pueda asumir un papel de liderazgo en la planificación e implementación del plan de comunicación y continuidad del negocio para su lugar de trabajo. Si las consideraciones de planificación de la pandemia no se han incorporado en las estrategias existentes de continuidad del negocio y recuperación ante desastres, no espere para comenzar a planificar las estrategias y acciones de la pandemia. Es importante discutir los planes y políticas para la continuidad del negocio con los empleados y los representantes sindicales para garantizar que se puedan considerar los comentarios de los presentes en el lugar de trabajo.¹ Aunque la planificación puede ser similar a otras situaciones de emergencia y desastres, existen diferencias clave en el efecto de una pandemia. Algunas de estas diferencias incluyen:

Impacto generalizado: Debido a que el impacto de una pandemia puede ser a nivel nacional, puede haber poca asistencia externa disponible para su negocio debido a la escasez de recursos disponibles. Realice una evaluación de procesos, funciones, cadena de suministro, etc. con dependencias críticas de terceros para comprender los riesgos clave.

Duración y aviso: Una pandemia puede no ser un evento corto y limitado como un desastre físico que conduciría inmediatamente a una fase de recuperación. Además, es probable que haya algún aviso previo, aunque este podría ser muy corto.

Efecto principal en la dotación de personal: A diferencia de los desastres naturales, donde la interrupción del negocio está relacionada en gran medida con el hardware o los servicios públicos, se

prevé que la interrupción de los servicios empresariales durante una pandemia esté relacionada con los recursos humanos y / o la cadena de suministro.

La planificación de las ausencias de los empleados puede ser difícil debido a la incertidumbre en el número de empleados que se enfermarán, quedarán incapacitados o no podrán o no querrán venir a trabajar. Además, la fuerza laboral puede o no considerarse esencial, por lo que los niveles de personal pueden fluctuar dramáticamente. Una recomendación general sería planificar más del 50 por ciento de ausencias durante al menos dos semanas en el apogeo de una pandemia grave y niveles más bajos al comienzo y al final de la pandemia. Los planificadores deben considerar que las ausencias de los empleados pueden esperarse por muchas razones, incluidas enfermedades, cuidado de familiares enfermos, cierres de escuelas o simplemente porque las personas pueden sentirse más seguras en casa.

F. Plan para el impacto de una pandemia en el personal

Junto con la implementación de políticas que aumenten la flexibilidad para los trabajadores, las organizaciones deben considerar los posibles impactos indirectos de una pandemia en la continuidad del negocio, como los cierres del transporte público, las interrupciones de la cadena de suministro, etc. Los planes de preparación deben incorporar una evaluación de este tipo de impactos en el personal y deben considerar las contingencias. Además, las evaluaciones del efecto de una pandemia en el personal deben considerar las vulnerabilidades específicas de la industria y del departamento. Por ejemplo, mientras que una instalación de fabricación que produce bienes puede no ser capaz de adoptar políticas de trabajo remoto para los trabajadores que realizan trabajo manual en una línea de producción, los trabajadores de los departamentos de recursos humanos, contabilidad y marketing pueden ser capaces de trabajar de forma remota. La capacidad de acomodar y utilizar trabajadores en el hogar o remotos puede ser fundamental para determinar si una empresa puede navegar con éxito una pandemia.

A lo largo de este proceso, es fundamental que el higienista industrial evalúe los riesgos de exposición en todos los ámbitos y considere las tareas laborales, la frecuencia de las

interacciones cercanas, los procedimientos de ventilación, limpieza y desinfección, etc. para ayudar a la administración a tomar las decisiones que mejor se adapten a la organización. El higienista industrial debe considerar lo siguiente:

- Planifique ausencias prolongadas del personal (semanas a meses) durante una pandemia debido a enfermedades personales y / o familiares, cuarentenas, cierres de escuelas, etc. El personal puede incluir personal a tiempo completo, a tiempo parcial y voluntario, así como trabajadores contratados. Si se incorpora personal adicional, el higienista industrial debe asegurarse de que la información de incorporación eduque a los empleados sobre los peligros en el lugar de trabajo, así como sobre la minimización del riesgo de exposición a enfermedades pandémicas en el lugar de trabajo.
- Trabajar con las autoridades de salud locales para fomentar la vacunación (si está disponible) para los empleados y las comunidades atendidas.
- Evaluar el acceso a los servicios sociales y de salud mental durante una pandemia para los miembros del personal y las personas en las comunidades atendidas; mejorar el acceso a estos servicios según sea necesario.
- Identificar a las personas con necesidades especiales (por ejemplo, ancianos, discapacitados, hablantes limitados de inglés). Incluya sus necesidades en los planes de respuesta y preparación y establezca relaciones con ellos con anticipación para fomentar la confianza durante una crisis.
- Asignar recursos mientras se consideran los servicios que más se necesitan durante la emergencia (por ejemplo, salud mental, servicios sociales).

G. Mapeo de mensajes donde el idioma puede ser una barrera

Una de las claves más importantes para una comunicación exitosa en situaciones de alta preocupación, como una pandemia, es la capacidad de una organización para establecer, mantener y aumentar la confianza y la credibilidad con los empleados, las agencias reguladoras, los medios de comunicación y el público. El mapeo de mensajes sigue principios de comunicación que incluyen a) organizar la información de una manera fácil de entender y

accesible; b) expresar el punto de vista actual de una organización sobre temas, preguntas o preocupaciones importantes; y c) promover el diálogo abierto tanto dentro como fuera de la organización.

Durante los problemas controvertidos, estresantes o emocionalmente cargados, los mensajes precisos y fáciles de entender son esenciales. Los mapas de mensajes son cruciales para garantizar que una organización tenga un repositorio central de mensajes consistentes, ya que esto permite que la organización hable con una sola voz. El higienista industrial debe considerar la información disponible y forjar una hoja de ruta de respuestas organizadas a las preguntas anticipadas. La preparación de tales mensajes requiere identificar a las partes interesadas, así como las preguntas y / o inquietudes que puedan tener. La anticipación de las preguntas permite identificar las preocupaciones subyacentes comunes. Una vez que se han identificado los patrones comunes, se pueden redactar mensajes clave para abordar preguntas generales y específicas. El higienista industrial puede desempeñar un papel importante en este proceso mediante la lluvia de ideas con comunicadores, miembros clave dentro de las organizaciones, formuladores de políticas y expertos en la materia para ayudar a desarrollar mensajes clave que puedan presentarse como una sola voz con una narrativa concisa. Este enfoque de la comunicación también permite mensajes precisos para diversas audiencias para lograr la máxima efectividad de la comunicación.

Las barreras psicológicas y lingüísticas pueden interferir con la cooperación y la respuesta del público. La incertidumbre, la ansiedad, el miedo, la negación, la desesperanza e incluso el pánico pueden resultar en comportamientos irracionales durante una crisis pandémica, lo que afecta la capacidad del público para absorber información y actuar de manera diferente a las situaciones que no son de emergencia. En estas condiciones, la capacidad de una persona para procesar información puede reducirse en más del 80 por ciento.² Por lo tanto, los mensajes deben ser simples (es decir, usar un lenguaje sencillo) y breves. Si es posible, los mensajes también deben incluir gráficos y otro material pictórico para aclarar la información.

H. Comunicación con el público

Educar al público sobre los riesgos y el proceso de evaluación de riesgos detrás de las pautas y recomendaciones es importante. Como se debe alentar al público a cambiar los comportamientos que aumentan el riesgo de infección o transmisión de enfermedades, el higienista industrial debe proporcionar orientación sobre los cambios que ayudan a reducir el riesgo.

Al comunicarse con el público durante una pandemia, el higienista industrial debe reconocer las preocupaciones de las personas y responder a las opiniones, emociones y reacciones. Aunque el mapeo de mensajes es una herramienta útil para anticipar preguntas e inquietudes, los profesionales que interactúan directamente con el público deben reconocer que la comunicación de riesgos es una calle de doble sentido. Por ejemplo, en lugar de intentar persuadir a los individuos o a un grupo comunitario para que tomen ciertas medidas o cambien ciertos comportamientos, hacer preguntas a la audiencia les permite persuadirse a sí mismos, obliga al proceso a ralentizarse y permite que todos se detengan y piensen antes de responder.

Durante un brote de una enfermedad infecciosa, los servicios de emergencia pueden enfrentar el desafío de restringir los derechos civiles, como el requisito de que las personas se pongan en cuarentena. La comunicación con el público en este escenario es crítica, ya que una población que entiende el valor de la cuarentena es más probable que cumpla con los requisitos de cuarentena y respalde esta decisión.³ Con esto en mente, el higienista industrial debe reconocer que la comunicación en una situación de alto estrés como una pandemia no siempre puede reducir el conflicto. Aunque la comunicación efectiva del riesgo puede no mejorar la situación (es decir, las comunidades reacias a las que se les solicita la cuarentena pueden nunca estar convencidas de que esta decisión de gestión del riesgo es apropiada), una mala o nula comunicación del riesgo ciertamente lo empeorará.⁴ Participar a través de todos los canales de comunicación disponibles, incluidos los canales de redes sociales, es un aspecto importante para garantizar que se comunique un mensaje coherente con el público en general. Tras los recientes brotes de enfermedades y desastres, la CDC concluyó que las redes sociales para los mensajes de salud pública eran una estrategia efectiva porque podían

llegar a audiencias diversas, estableciendo una participación comunitaria interactiva y continua, facilitando el control y el empoderamiento públicos, y aumentando el impacto probable y ampliando la transmisión de comunicaciones urgentes de salud pública.^{5,6}

I. Especialistas médicos y de control de infecciones y prevención

1. Composición del Comité de Pandemia

En muchas partes de la industria, el Departamento de Salud y Seguridad Ambiental (EHS) y el Departamento de Salud Ocupacional reportan a diferentes gerencias. Las comunicaciones entre estas dos funciones son fundamentales para la seguridad y la salud en el lugar de trabajo. Esto es especialmente importante en el campo de la salud durante una pandemia.

La mayoría de las organizaciones hospitalarias y clínicas tienen un comité multidisciplinario de planificación de pandemias como parte de su plan de continuidad del negocio. Los higienistas industriales deben participar en estos comités. Es importante que los higienistas industriales aboguen por su disciplina para que la información sobre la exposición y la evaluación de riesgos, el muestreo, la ventilación y el EPP pueda transmitirse a los responsables de la toma de decisiones antes y durante una pandemia.

2. Revisión del modo de transmisión

Los modos de transmisión en una pandemia a menudo son descritos por los profesionales de la salud pública, pero el COVID-19 ha ilustrado la necesidad de más aportes por parte de los científicos de aerosoles y los higienistas industriales para asesorar sobre cómo puede ocurrir esta transmisión. Una vez que se conocen los modos de transmisión, el higienista industrial puede trabajar con el especialista en control de infecciones para planificar las estrategias para evaluar estos posibles modos de transmisión y proporcionar estrategias de control para proteger a los trabajadores, visitantes y pacientes por igual.

3. Experiencia en control de ingeniería y selección de EPP

El higienista industrial, en colaboración con el equipo de salud ocupacional y

los ingenieros de las instalaciones, hará recomendaciones sobre los controles de ingeniería. Los ejemplos incluyen aislamiento físico, ventilación local y general, presurización y dirección del flujo de aire, dispositivos de limpieza de aire aceptados (filtros, UVC, etc.) y EPP adecuado, según corresponda y sea apropiado.

4. Revisar el riesgo toxicológico del uso de desinfectantes

El higienista industrial tiene un papel crítico en la selección de desinfectantes. Las Directrices de AIHA para la selección y el uso de desinfectantes de superficies ambientales en la atención médica, 2ª edición es un excelente recurso para ayudar al higienista industrial con desinfectantes y usos adecuados.⁷ La EPA también mantiene una lista de desinfectantes aprobados que pueden usarse para agentes patógenos como el SARS-CoV-2 (<https://www.epa.gov/coronavirus/about-list-n-disinfectants-coronavirus-covid-19-0>).⁸

J. Servicios de respuesta a emergencia/ Preparación para emergencias, y agencias de salud pública

Los higienistas industriales pueden desempeñar un papel crucial y esencial en la red de comunicaciones de emergencia de las organizaciones que participan en la planificación o respuesta al brote generalizado de una enfermedad infecciosa. El higienista industrial se convertirá en una fuente muy importante de información sobre salud, seguridad y medio ambiente para agencias locales, estatales y federales, comités de planificación de emergencias, profesionales de la salud, organizaciones públicas y privadas de respuesta a emergencias, líderes empresariales y comandantes de incidentes. Con su experiencia en anticipación, reconocimiento, evaluación y control de peligros, los higienistas industriales pueden proporcionar una amplia gama de experiencia. Estos profesionales pueden asesorar a la comunidad de respuesta a emergencias sobre los medios para identificar, gestionar y, en última instancia, controlar eficazmente los riesgos para la salud, la seguridad y el medio ambiente asociados con un brote pandémico.

Aunque el higienista industrial tiene las habilidades necesarias para comunicar eficazmente los riesgos sobre la base de datos

científicos complejos e información de campo, se entiende que muchos pueden no tener experiencia directa en respuesta a emergencias y preparación o experiencia con una pandemia. Sin embargo, el conjunto de habilidades del higienista industrial incluiría la capacidad de determinar, caracterizar y evaluar diversos peligros que surgen durante una pandemia. Los higienistas industriales tienen una sólida comprensión de los EPP, la protección respiratoria, el control de la contaminación, los principios de descontaminación, los métodos analíticos y de muestreo y otras áreas relacionadas. Ya sea en la planificación de emergencias o durante una respuesta real a la pandemia, los higienistas industriales pueden desempeñar un papel vital para ayudar a la comunidad de planificación y respuesta a emergencias a lidiar con problemas de riesgo, exposición y protección. También pueden ayudar con las comunicaciones desafiantes entre varias partes, como el comandante del incidente, los proveedores de atención médica, los equipos del sector privado, el público en general y los líderes empresariales.

En la fase de preparación, los higienistas industriales pueden proporcionar información valiosa sobre los tipos de peligros que se pueden esperar durante un brote pandémico. Los higienistas industriales pueden asesorar a la comunidad de planificación y respuesta a emergencias sobre métodos de control de peligros, como formas de sustituir o eliminar los peligros que pueden surgir de un incidente. El higienista industrial puede proporcionar información importante sobre los tipos de EPP, incluida la asistencia con la selección, las limitaciones y el cuidado y mantenimiento del equipo. Durante un evento, el higienista industrial puede ayudar al personal de respuesta con información sobre lo siguiente:

- Uso y retiro adecuados de los EPP
- Riesgos de usar EPP, como estrés por calor, falta de visibilidad o mayores riesgos de accidentes
- Pruebas de ajuste y verificación de ajuste de la protección respiratoria
- Métodos adecuados para la descontaminación y eliminación de equipos y ropa

Los higienistas industriales también pueden ayudar a explicar, particularmente a la comunidad de atención médica, el valor de usar protección respiratoria cuando se trata de

enfermedades infecciosas transmitidas por el aire. Los higienistas industriales están en una buena posición para comunicar las capacidades y limitaciones de la protección respiratoria, así como los datos de muestreo y los métodos analíticos. Además, los higienistas industriales pueden explicar cómo los resultados del muestreo pueden verse afectados por factores externos. En general, los higienistas industriales también pueden ayudar asesorando sobre:

- Operaciones de la planta que se verán afectadas y qué acciones serán necesarias para proteger a los trabajadores, al público y al medio ambiente.
- Controles o barreras necesarias para proteger a los trabajadores de los agentes peligrosos.
- Procesos y agentes de limpieza y desinfección, así como métodos para que los empleados los utilicen de forma segura.
- Controles administrativos necesarios para reducir o minimizar la exposición de los trabajadores, como el aislamiento o la separación de los trabajadores, incluso en espacios públicos como comedores o baños. Esto también puede incluir políticas sobre la detección o las pruebas de los trabajadores.
- Sesiones de capacitación y materiales necesarios para mantener a los trabajadores informados de los cambios en las políticas y los procedimientos.
- Conciencia de los problemas de salud y seguridad que pueden surgir en diferentes situaciones, asegurando que se mantenga la protección de los trabajadores y del público.
- Producción de materiales informativos fácticos según sea necesario para avanzar en la comprensión de los problemas ambientales, de salud y seguridad clave y fomentar la colaboración de preparación y respuesta entre las empresas, el gobierno, los profesionales de la salud, los respondedores, los trabajadores y el público en general.
- Preparación, apoyando la capacitación del personal de respuesta y diseñando ejercicios y simulacros de capacitación.

K. Lecciones aprendidas

- Los medios utilizados para la comunicación durante una pandemia deben ser social y culturalmente apropiados y proporcionados en idiomas y en niveles de lectura apropiados para la audiencia.
- Es necesario abordar el miedo potencial y la ansiedad de la audiencia prevista.

Sección VI. Referencias

1. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC), National Center for Immunization and Respiratory Diseases (NCIRD) Division of Viral Diseases.** Guidance for Businesses and Employers Responding to Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): Plan, Prepare and Respond to Coronavirus Disease 2019. Updated March 8, 2021. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/community/guidance-business-response.html>.
2. **Covello VT.** Message Mapping. https://www.orau.gov/cdcynergy/erc/content/activeinformation/resources/Covello_message_mapping.pdf.
3. **U.S. Department of Health and Human Services.** Crisis and Emergency Risk Communication, 2014 Edition. Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 2014. https://emergency.cdc.gov/cerc/ppt/cerc_2014edition_Copy.pdf.
4. **Hall S, Crawford C.** Risk analysis and risk communication. *Pollution Engineering* 24(19): 78–83, 1992.
5. **Abrams EM, Greenhawt M.** Risk communication during COVID-19. *J Allergy Clin Immunol Pract* 8(6): 1791-1794, 2020. doi: 10.1016/j.jaip.2020.04.012.
6. **Ng K-H, Lean M-L.** The Fukushima nuclear crisis reemphasizes the need for improved risk communication and better use of social media. *Health Phys* 103(3): 307-310, 2012. doi: 10.1097/HP.0b013e318257cfcb.
7. **Stewart EJ, Smith R.** Guidelines for the Selection and Use of Environmental Surface Disinfectants in Healthcare, 2nd edition. Fairfax, VA: AIHA, 2020.
8. **U.S. Environmental Protection Agency (EPA).** About List N: Disinfectants for Coronavirus (COVID-19). Updated July 6, 2021. <https://www.epa.gov/coronavirus/about-list-n-disinfectants-coronavirus-covid-19-0>.

VII. Sensores, análisis, seguimiento y gestión de datos

A. Tecnología de sensores

Los recientes avances en biotecnología han abierto una amplia variedad de herramientas de detección para su uso en una pandemia. En general, todos los instrumentos tienen limitaciones o compensaciones en especificidad y/o sensibilidad. En términos generales, la especificidad es una medida de

qué tan bien una prueba mide los verdaderos negativos. La sensibilidad es una medida de a qué nivel y con qué frecuencia una prueba identifica verdaderos positivos. Idealmente, los instrumentos deben ser altamente específicos y altamente sensibles. Sin embargo, la especificidad y la sensibilidad están en equilibrio, y obtener una prueba altamente sensible significa renunciar a cierta especificidad, lo contrario de lo cual también es cierto. Por lo tanto, elegir el dispositivo de muestreo adecuado puede ser un dilema cuando un higienista industrial debe elegir uno sobre el otro. Una buena fuente de información sobre este tema para los higienistas industriales se encuentra en el Manual de Métodos Analíticos de NIOSH, así como en los libros de texto de estadística inicial y otras fuentes.^{1,2}

1. Detección próxima al tiempo real y dispositivos portátiles de campo

Las pruebas inmunoquímicas son un método para determinar la presencia o ausencia de ciertas biomoléculas. Al igual que una prueba de embarazo en el hogar, el inmunoensayo de flujo lateral (LFIA) y el inmunoensayo ligado a enzimas (comúnmente conocido como ELISA) se pueden hacer asequibles y desechables (<https://www.healthline.com/health/elisa>).³ Estos métodos ganaron popularidad durante el brote de COVID-19 como un medio para probar rápidamente la presencia o ausencia de proteínas asociadas con la infección. El ELISA funciona mediante el uso de combinaciones de antígeno-anticuerpo que incluyen un antígeno marcado con enzimas o anticuerpos que se une con un receptor de ligando (típicamente un antígeno de proteína). La actividad enzimática se mide en función de un cambio de color que identifica la presencia o ausencia, y la concentración relativa, del ligando en la muestra. Dependiendo de la situación, las pruebas de anticuerpos o antígenos pueden ser una herramienta de detección potencial para determinar quién ha estado expuesto (prueba de anticuerpos) y quién está infectado actualmente (prueba de antígenos).

Hay algunos inconvenientes en este tipo de pruebas. ¿Es mejor detectar cantidades ultra bajas con un alto grado de precisión? Por lo general, querrá una prueba altamente

sensible para minimizar los errores de tipo II. ¿Está buscando descartar aquellas muestras que no contienen el agente de preocupación? En esas situaciones, querrá una prueba con alta especificidad, evitando errores de tipo I. Algunos estudios han demostrado que puede haber altas tasas de falsos negativos para las pruebas de antígenos COVID-19, con solo del 11% al 47% de los casos confirmados por reacción en cadena de la polimerasa (PCR) detectados por ELISA.⁴

Estas pruebas pueden ser útiles para evaluar a una población para detectar la presencia de un patógeno de preocupación en una comunidad. No son buenos para las pruebas confirmatorias de que individuos específicos dentro de la población tienen antígenos para el patógeno de preocupación.

2. Pruebas portátiles de reacción en cadena de la polimerasa (PCR)

La PCR es un método para amplificar el ARN o el ADN de muestras pequeñas a tamaños de muestra grandes. Esto permite el uso de la secuenciación de genes o las pruebas de marcadores genéticos tradicionales para confirmar la presencia o ausencia de marcadores genéticos con un alto grado de precisión. La microminiaturización de tercera generación de esta tecnología ha permitido el desarrollo de unidades de campo portátiles. Esta tecnología sigue siendo relativamente costosa de implementar, pero ahora se pueden obtener unidades disponibles comercialmente para la secuenciación de genes de patógenos seleccionados (por ejemplo, SARS-CoV-2), lo que puede hacer que sea factible realizar pruebas de superficie para grandes instalaciones.

Al igual que todos los métodos de PCR, el principal inconveniente de este método es su incapacidad para distinguir el ácido nucleico viable o activo del agente pandémico del ácido nucleico del agente pandémico no viable o inactivo, ya que solo se determina la presencia o ausencia de una secuencia particular de ácidos nucleicos. Otro inconveniente es que los métodos portátiles de PCR, tal como se desarrollan actualmente, están orientados al muestreo de superficie, aunque el muestreo de aire se puede realizar utilizando muestreo integrado y análisis de laboratorio.

3. Termómetros infrarrojos

Durante una pandemia, los empleadores pueden querer evaluar a su fuerza laboral para detectar síntomas de agentes pandémicos. Los posibles métodos de detección incluyen la entrada previa al lugar de trabajo para detectar signos y síntomas específicos de los efectos conocidos en la salud del agente pandémico. Un ejemplo de detección del SARS-CoV-2 se puede revisar en <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/community/guidance-business-response.html>.⁵ por ejemplo, un síntoma común de la enfermedad similar a la influenza (en inglés influenza-like illness ILI) es la fiebre; sin embargo, las temperaturas elevadas se asocian con muchas enfermedades y, aunque son útiles, las mediciones de temperatura pueden no ser lo suficientemente específicas como para ser efectivas. Durante la pandemia de SARS-CoV-2, los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) recomendaron la detección de ILI utilizando termómetros sin contacto o infrarrojos (IR). Sin embargo, la CDC advirtió que los empleadores deben “Asegurarse de que los examinadores estén capacitados sobre el uso adecuado y la lectura de los termómetros según los estándares del fabricante; una calibración y un uso inadecuados pueden dar lugar a lecturas de temperatura incorrectas”.⁵ El entrenamiento y el equipo correctamente calibrado son importantes porque el “estándar” se basa en una temperatura corporal central interna de 38.5 °C (101.4 °F) para la determinación de la fiebre. Sin embargo, las lecturas de temperatura de la frente superficial de un termómetro IR pueden ser de 1 a 2 °F (1 °C) más frías que la temperatura corporal central interna.⁶

Aunque esta es una forma rápida y económica de identificar al personal que puede tener una enfermedad anodina que puede propagarse en la comunidad, no identifica a todas las personas que son definitivamente infecciosas. Si se desarrolla una respuesta a la pandemia, también se deben utilizar medidas adicionales para identificar a las personas potencialmente infecciosas. Cabe destacar que OSHA determinó en su “Guía sobre el regreso al trabajo” que “Si un empleador implementa exámenes de salud o controles de temperatura y elige crear registros de esta información, esos registros podrían calificar como registros médicos bajo el estándar de Acceso a la Exposición de los Empleados y Registros Médicos (29 CFR 1910.1020)”.⁷

4. Uso de tecnología portátil emergente para la detección

Hay una variedad de sensores portátiles ahora disponibles comercialmente para su uso a un precio asequible. Con los avances en los teléfonos inteligentes en la última década, hemos visto la disponibilidad de autocontrol que no tiene paralelo en la historia de la humanidad. Los elementos comúnmente disponibles, como los dispositivos de acondicionamiento físico y entrenamiento y cualquier número de otros dispositivos, están disponibles para rastrear los datos metabólicos. Las mediciones pueden incluir la frecuencia cardíaca, la presión arterial, la saturación de oxígeno y la frecuencia respiratoria. Mediante el uso de estadísticas personales y computación en la nube, el análisis de grandes conjuntos de datos permite determinar disminuciones en el rendimiento en comparación con la línea de base de un individuo.

Aunque puede ser tentador para los empleadores monitorear estos datos de sus empleados, esto podría tener ramificaciones legales y solo debe hacerse con el consentimiento del trabajador y en cumplimiento de las leyes de privacidad en el país en el que opera el empleador. En los Estados Unidos, la recopilación de puntos de datos médicos con un nombre asociado puede considerarse un elemento que tendría que conservarse en el registro médico del empleado bajo OSHA durante la duración del empleo más 30 años.⁸

B. Análisis, seguimiento y gestión de datos

La CDC define la epidemiología como “el estudio (científico, sistemático, basado en datos) de la distribución (frecuencia, patrón) y determinantes (causas, factores de riesgo) de estados y eventos relacionados con la salud (no solo enfermedades) en poblaciones específicas...”⁹

La capacidad de detectar una carga de casos inusual debería ayudar a mitigar el efecto de un brote. Utilizando las herramientas tradicionales de vigilancia de enfermedades, el estudio sobre la eficacia de la detección temprana de enfermedades ha producido resultados mixtos. Sugawara et al.¹⁰ pudo confirmar la viabilidad y efectividad de su sistema de detección temprana, sin embargo, Steele et al.¹¹ concluyó que se necesitaba más investigación en la detección temprana de la

enfermedad. Sin embargo, con la utilización de la tecnología de la información además del sistema tradicional de vigilancia de enfermedades (es decir, informes voluntarios u obligatorios a los organismos de salud pública), existe la posibilidad de reducir al mínimo la extensión del brote.¹²

Los sistemas de detección temprana o herramientas de vigilancia de enfermedades son una mezcla compleja de infraestructuras físicas (hardware, software y algoritmos) y capital humano de equipos multidisciplinarios de epidemiólogos, trabajadores de la salud, bioestadísticos, administradores de bases de datos, tecnólogos de la información y profesionales de la salud y la seguridad en todos los niveles de gobierno (local, estatal y federal).

La utilización de información espacial en programas informáticos basados en sistemas de información geográfica (SIG) mejora la identificación temprana de grupos de enfermedades en comparación con las bases de datos de seguimiento tradicionales. Por ejemplo, puede ser necesaria una investigación utilizando información que conduzca al surgimiento de cuatro casos, todos cerca uno del otro. La información espacial identificó fácilmente esos casos como un grupo de brotes. Sin embargo, debido a que todos esos casos caen en códigos postales separados, el método tradicional de seguimiento de la base de datos probablemente no podría identificarlos como un brote. La gestión de la información COVID-19 de la CDC es un buen ejemplo de la implementación exitosa de esta herramienta.¹³ Aunque no se trata de una tecnología nueva, el uso de datos espaciales es un campo emergente en la salud pública, especialmente en salud y seguridad. Los higienistas industriales y los profesionales de la salud y la seguridad necesitan aprender más sobre esta tecnología para que puedan evaluar la mejor manera de proteger a sus empleados.

C. Gestión y análisis de datos

En todo momento, pero especialmente durante una pandemia, varias agencias o personas recopilan cantidades masivas de datos. Por lo tanto, es fundamental que los datos de higiene industrial formen parte de una base de datos de calidad. Las bases de datos bien diseñadas incluyen toda la información pertinente necesaria para futuros análisis y requieren aportes específicos y consistentes.

Por ejemplo, si se recopilan e introducen direcciones, sus entradas deben ser coherentes.

A continuación, se proporcionan ejemplos de variaciones en la misma dirección:



123 Vía simple, Apt A, Ciudad, Estado, Zip
 123 Vía simple Apt A, Ciudad, Estado, Zip
 123 Vía simple, Apt A, Ciudad, Estado Zip
 123 Vía simple #A, Ciudad, Estado, Zip
 123A Vía simple, Ciudad, Estado, Zip
 123-A Vía simple, Ciudad, Estado, Zip

Estas variaciones afectarán la calidad de los datos y dificultarán la identificación y eliminación de datos duplicados. Los profesionales de la salud y la seguridad deben trabajar de la mano con los profesionales de los sistemas de información con respecto al diseño de la base de datos y la capacitación de los trabajadores de primera línea sobre cómo ingresar datos correctamente. Esto puede requerir limitaciones de entrada de datos, como plantillas, listas definidas, restricciones de formato y contenido, etc. para garantizar que los datos cumplan con criterios uniformes de búsqueda y consulta. El concepto de basura dentro, basura fuera (en inglés Garbage in Garbage Out GIGO) es importante cuando confiamos en el análisis de nuestros datos. Si los datos incorrectos alguna vez llegan a la base de datos, pueden comprometer seriamente la información que intentamos extraer de ella.

El almacenamiento de datos puede ser algo tan simple como una hoja de cálculo almacenada en una sola computadora a una base de datos relacional de tamaño mediano a grandes bases de datos de backend. No existe una solución de base de datos perfecta, y la solución correcta es la que se basa en los recursos de tecnología de la información disponibles (hardware y software) y los recursos de personal (habilidad de base de datos del profesional de salud y seguridad, soporte de TI organizacional). Por ejemplo, es poco probable que un departamento de salud pública en una ciudad pequeña necesite y / o pueda dedicar el tiempo y los recursos para respaldar una base de datos que puede rastrear millones de casos y requiere una gran inversión en TI.

Como se señaló anteriormente, si un empleador u organización decide registrar / almacenar los resultados de su detección (por ejemplo, pruebas de temperatura o inmunológicas), esos registros podrían convertirse en información de salud protegida bajo OSHA y / o la Ley de Portabilidad y Responsabilidad del Seguro Médico (HIPAA). Como resultado, los registros de estos datos podrían tener que ser conservados y protegidos por la regulación aplicable.

Sección VII. Referencias

1. **Ashley K.** Harmonization of NIOSH sampling and analytical methods with related international voluntary consensus standards. *J Occup Environ Hyg* 12(7): D107-D115, 2015. doi: 10.1080/15459624.2014.995302.
2. **Andrews R, O'Connor PF.** *NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM)*, 5th edition. Cincinnati, Ohio: Centers for Disease Control and Prevention (CDC), National Institute for Occupational Health and Safety, 2020. https://www.cdc.gov/niosh/nmam/5th_edition_web_book.html.
3. **Kinman T.** ELISA. 2018. Updated September 17, 2018. <https://www.healthline.com/health/elisa>.
4. **Liu G, Rusling JF.** COVID-19 antibody tests and their limitations. *ACS Sens* 6(3): 593-612, 2021. doi: 10.1021/acssensors.0c02621.
5. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC), National Center for Immunization and Respiratory Diseases (NCIRD) Division of Viral Diseases.** Guidance for Businesses and Employers Responding to Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): Plan, Prepare and Respond to Coronavirus Disease 2019. Updated March 8, 2021. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/community/guidance-business-response.html>.
6. **Yang W-C, Kuo H-T, Lin C-H, et al.** Tympanic temperature versus temporal temperature in patients with pyrexia and chills. *Medicine (Baltimore)* 95(44): e5267, 2016. doi: 10.1097/MD.0000000000005267.
7. **U.S. Department of Labor.** Guidance on Returning to Work (OSHA 4045-06 2020). Washington, D.C.: Occupational Safety and Health Administration (OSHA), 2020. <https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/OSHA4045.pdf>.
8. **U.S. Department of Labor OSHA.** 1910.1020 - Access to employee exposure and medical records. <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.1020>.
9. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC).** Lesson 1: Introduction to Epidemiology. Section 1: Definition of Epidemiology. In: *Principles of Epidemiology in Public Health Practice, Third Edition: An Introduction to Applied Epidemiology and Biostatistics*. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, 2006. Updated November 2011. <https://www.cdc.gov/csels/dsepd/ss1978/lesson1/section1.html>.
10. **Sugawara T, Ohkusa Y, Kawanohara H, Kamei M.** Prescription surveillance for early detection system of emerging and reemerging infectious disease outbreaks. *Biosci Trends* 12(5): 523-525, 2018. doi: 10.5582/bst.2018.01201.
11. **Steele L, Orefuwa E, Dickmann P.** Drivers of earlier infectious disease outbreak detection: a systematic literature review. *International Journal of Infectious Diseases* 53: 15-20, 2016. doi: 10.1016/j.ijid.2016.10.005.
12. **Asadzadeh A, Pakkhoo S, Saeidabad MM, Khezri H, Ferdousi R.** Information technology in emergency management of COVID-19 outbreak. *Inform Med Unlocked* 21: 100475, 2020. doi: 10.1016/j.imu.2020.100475.
13. **Garcia M, Lipskiy N, Tyson J, Watkins R, Esser ES, Kinley T.** Centers for Disease Control and Prevention 2019 novel coronavirus disease (COVID-19) information management: addressing national health-care and public health needs for standardized data definitions and codified vocabulary for data exchange. *J Am Med Inform Assoc* 27(9): 1476-1487, 2020. doi: 10.1093/jamia/ocaa141.

Apéndice 1: Plan para el impacto en una organización y su misión

A. Identificar la misión de la organización

Cada lugar de trabajo existe para un propósito o misión. Este propósito puede ser proporcionar un servicio, como atención médica, transporte o una experiencia gastronómica agradable, o puede ser generar un producto. Muchas organizaciones desarrollan declaraciones de misión para comunicar esta misión. Esta declaración de misión describe el propósito para el cual existe la organización y puede incluir una declaración de los valores y el compromiso de la organización con la calidad y el servicio al cliente.

La declaración de la misión apoya la visión de la organización. Las declaraciones de visión expresan objetivos amplios que la organización espera lograr a largo plazo.

Dentro de un lugar de trabajo, varios empleados realizan trabajos que apoyan directamente la misión de la organización. Esto incluye a los profesionales de la salud en un entorno hospitalario, los conductores de autobuses en una agencia de transporte o los trabajadores de producción en una planta de fabricación, por ejemplo. Otros empleados dentro de estas organizaciones realizan un trabajo que es importante para el éxito de la organización, pero no apoyan directamente la misión. Esto podría incluir planificadores, personal de marketing y otros cuyo trabajo es hacer crecer el negocio, pero no apoyar directamente las operaciones diarias.

B. Consideraciones sobre cómo puede cambiar la misión durante una pandemia

Los conceptos de oferta y demanda describen las interacciones entre vendedores y compradores de un recurso. Cuando la oferta excede la demanda, los precios disminuyen, y cuando la demanda excede la oferta, los precios aumentan. El equilibrio de la oferta y la demanda durante los períodos interpandémicos puede cambiar abruptamente cuando llega una pandemia. Los patrones de estilo de vida cambian y, ya sea debido al miedo a la nueva enfermedad o a las proclamas del gobierno, las personas pasan más tiempo en casa y menos tiempo socializando, comprando y pasando tiempo en espacios públicos. Esto afecta a la oferta y la demanda: Hay una mayor demanda de servicios sin contacto.

Existe una mayor demanda de productos que protejan contra patógenos, como desinfectante de manos y equipos de protección personal como guantes, máscaras quirúrgicas y respiradores. Los fabricantes que construyen estos productos deben estar preparados para cambiar sus operaciones y generar productos en mayores cantidades para satisfacer una mayor necesidad, incluso si la fabricación de estos productos no está directamente alineada con su misión previa a la pandemia.

Del mismo modo, los restaurantes y otras organizaciones de servicios que se benefician de la socialización humana ven una disminución en la demanda cuando las personas evitan la interacción cara a cara y deben cambiar sus modelos de negocio para respaldar los patrones cambiantes. Los restaurantes que pueden convertirse en restaurantes al aire libre o servicio para llevar están mejor equipados para satisfacer las demandas cambiantes. La necesidad de camareros en interiores disminuye mientras que la necesidad de conductores de reparto aumenta.

La demanda de interacciones cara a cara disminuye debido a la adherencia a los mensajes de salud pública o a las órdenes públicas. La demanda de bienes que se pueden comprar en línea aumenta, mientras que la demanda de bienes que deben comprarse en tiendas tradicionales de "ladrillo y mortero" disminuye. Las empresas pueden adaptarse desarrollando una presencia en línea y complementando las opciones de compra existentes con servicios de entrega o en la acera. Los proveedores de atención médica pueden adaptarse a las citas virtuales en línea para los servicios cuando sea posible.

Las organizaciones del lugar de trabajo que pueden adaptar sus modelos de negocio para hacer frente a este cambio en la oferta y la demanda de bienes y servicios pueden tener éxito durante una pandemia y continuar cumpliendo con su misión. Las empresas que no pueden anticipar las necesidades cambiantes provocadas por una pandemia y modificar sus prácticas en consecuencia pueden no sobrevivir.

C. Supuestos: Aumento del absentismo

Una de las mayores amenazas para poder cumplir con la misión y los objetivos de la organización de trabajo es la falta de personal para realizar el trabajo necesario. Las organizaciones en el lugar de trabajo deben esperar que los niveles de personal disminuyan

durante una pandemia. Los lugares de trabajo pueden, y deben, implementar controles estrictos en el lugar de trabajo para garantizar que los empleados que están enfermos no ingresen al lugar de trabajo. Esto es contrario a la cultura laboral estadounidense, al menos antes de 2020, en la que presentarse a trabajar cuando está enfermo simbolizaba el compromiso y la dedicación al trabajo.¹⁻³ Los lugares de trabajo que carecen de licencia por enfermedad pagada y utilizan políticas de asistencia que penalizan a los trabajadores que llaman enfermos contribuyen a una cultura en la que los trabajadores no se quedan en casa cuando están enfermos.^{4,5} Tales prácticas están contraindicadas durante una pandemia, y las organizaciones de trabajo deben proporcionar mensajes e incentivos sólidos para evitar que los empleados enfermos se presenten al lugar de trabajo. Las opciones de teletrabajo, cuando sea factible, pueden y deben utilizarse cuando sean consistentes con las necesidades del negocio. Esto puede requerir un mayor nivel de confianza en que los trabajadores pueden realizar sus tareas de manera eficiente sin supervisión directa.

Una pandemia, particularmente una que tiene una alta tasa de mortalidad y se propaga fácilmente, es una fuente de miedo para muchos en la comunidad. Los empleados que no muestran síntomas de enfermedad pueden negarse a presentarse a trabajar si no se sienten seguros al hacerlo, incluso si eso significa pérdida de ingresos. Esto podría incluir un gran porcentaje de la fuerza laboral, especialmente cuando la fuerza laboral está organizada y apoyada por el liderazgo sindical.⁶ Bajo OSHA, los empleados tienen el derecho de negarse a realizar un trabajo que no es seguro, y la responsabilidad de demostrar que el trabajo se puede realizar de manera segura durante una pandemia recae en el empleador.

Las escuelas y guarderías pueden cerrar durante una pandemia para limitar la propagación comunitaria. Es posible que los padres que trabajan de niños en edad escolar no puedan presentarse a trabajar si las necesidades de cuidado infantil entran en conflicto con las asignaciones de trabajo.

Se debe esperar un aumento del ausentismo durante una pandemia por muchas razones, superando lo que se espera debido a los resfriados estacionales y la gripe. Por lo tanto, las organizaciones del lugar de trabajo pueden necesitar priorizar el trabajo que apoya

directamente la misión de la organización cuando los niveles de personal son insuficientes para realizar el trabajo durante las operaciones no pandémicas.

D. Supuestos: Impactos en la cadena de suministro

Cada lugar de trabajo necesita suministros para realizar el trabajo. Esto podría incluir materias primas utilizadas en la producción, herramientas y equipos, o equipos de protección personal (EPP) para los empleados. Las empresas que fabrican estos artículos también dependen de los empleados para producirlos, y el ausentismo en estos lugares de trabajo a su vez reduce la producción. Esto puede conducir a la escasez de suministros necesarios de maneras que pueden ser difíciles de predecir durante la fase de planificación de la pandemia.

El transporte y el envío de mercancías también pueden verse interrumpidos cuando los empleados necesarios para trabajar en almacenes y conducir vehículos de entrega no están disponibles. Incluso si se producen bienes, las interrupciones en el servicio de entrega pueden significar que no están disponibles cuando sea necesario.

E. Supuestos: Cambios en los conjuntos de habilidades necesarias

Pasar de las interacciones cara a cara a las electrónicas, el teletrabajo y una mayor dependencia del comercio electrónico requiere una mayor dependencia de la tecnología. Las organizaciones de trabajo que tienen personal con conjuntos de habilidades para desarrollar y mantener rápidamente nuevas tecnologías tienen una ventaja sobre aquellos que no lo hacen.

Los cambios en las operaciones pueden requerir conjuntos de habilidades diferentes a los necesarios durante las operaciones normales. Los miembros del personal existentes pueden necesitar cambiar su enfoque y realizar su trabajo de manera diferente o asumir nuevos trabajos por completo. Es posible que estos cambios deban ocurrir rápidamente, lo que permite menos tiempo para la planificación de lo que estaría disponible para cambios similares que ocurren durante las operaciones normales. A medida que cambian los trabajos y las tareas laborales, los profesionales de salud y seguridad ocupacional y ambiental (OEHS) deben continuar evaluando y reevaluando los peligros para la seguridad y la salud.

F. Identificación de vendedores/proveedores alternativos

Debido a que se espera que las cadenas de suministro se vean afectadas durante una pandemia, será necesario identificar fuentes de suministro alternativas para materias primas, EPP y otros suministros necesarios. Estos deben identificarse durante el estado de planificación de la pandemia porque la competencia será alta para cualquier proveedor que pueda proporcionar estos bienes y materiales necesarios durante las condiciones de pandemia. Celebrar acuerdos contractuales con múltiples proveedores durante la fase de planificación de la pandemia puede proporcionar más opciones y una mayor flexibilidad una vez que comienza una pandemia.

G. Elaboración de un plan de existencias

Las prácticas de pedidos justo a tiempo pueden exacerbar el riesgo. Las organizaciones de trabajo pueden anticipar suministros críticos que pueden ser difíciles de obtener durante una pandemia y comprarlos con anticipación. Almacenar estos materiales puede ser una estrategia útil si el presupuesto y el espacio de almacenamiento lo permiten. La decisión de almacenar ciertos artículos es una que debe considerarse cuidadosamente.

Por ejemplo, la demanda de desinfectante de manos a base de alcohol aumenta durante una pandemia. En 2020, la demanda de desinfectante para manos superó la oferta en la medida en que los fabricantes no aprobados por la FDA comenzaron a producirlo. El control de calidad disminuyó, y más tarde se descubrió que algunos de estos desinfectantes de manos contenían metanol. El metanol es tóxico y puede ser absorbido a través de la piel.⁷ Muchas organizaciones de trabajo comenzaron a almacenar desinfectante para manos a principios de la década de 2000 cuando planificaron una pandemia pronosticada causada por el virus de la influenza aviar altamente patógena H5N1 y utilizaron estas reservas durante la pandemia de influenza H1N1 2009-2010. Aquellos que no repusieron sus existencias no tenían desinfectante de manos disponible en 2020 cuando golpeó la pandemia de COVID-19.

Otros empleadores repusieron esta reserva, solo para descubrir que su reserva de desinfectante para manos había expirado para cuando se necesitaba en 2020. Si se toma la

decisión de almacenar artículos con fechas de vencimiento, es importante rotar la reserva.

Además, el desinfectante de manos es un material inflamable, y las cantidades y ubicaciones de almacenamiento deben alinearse con los códigos locales del distrito de bomberos, así como con los requisitos reglamentarios de OSHA y del plan estatal.

Los empleadores también almacenaron respiradores faciales filtrantes N95 (FFR) en previsión de la pandemia prevista de H5N1, y muchos de estos mismos FFR N95 todavía estaban en existencias cuando llegó la pandemia de COVID-19. Los FFR N95 también tienen una vida útil limitada: para 2020, las correas elásticas para la cabeza a menudo eran quebradizas y los materiales que cubren la cara podrían haberse degradado.⁸ Al igual que el desinfectante de manos, las existencias de N95 FFR deben rotarse para que se usen antes de sus fechas de vencimiento.

H. Identificación de las necesidades de seguridad

Como muchos suministros necesarios serán difíciles de obtener, cualquier organización del lugar de trabajo que haya logrado obtener artículos deseables a través del almacenamiento o acuerdos con proveedores deberá asegurar estos artículos. Deberán almacenarse en lugares que puedan bloquearse, y se deberán tomar medidas para evitar el acceso de personas ajenas a la fuerza laboral.

El valor de los artículos almacenados puede ser lo suficientemente alto como para que sea necesario contratar personal de seguridad adicional para protegerlos. Es posible que también sea necesario aumentar el personal de seguridad y el equipo adicional, incluidas las cámaras, para proteger los edificios vacíos de los vándalos y / o ocupantes ilegales.

I. Mantenimiento de edificios

La ocupación de los edificios puede reducirse si una gran parte de la fuerza laboral está ausente o trabajando de forma remota. Aun así, se requerirá un mantenimiento continuo del edificio. Las tareas de mantenimiento preventivo, incluido el sistema HVAC y el mantenimiento de plomería, deben realizarse independientemente de la ocupación del edificio. También se deben realizar visitas de rutina a los edificios para identificar cualquier nuevo daño a los edificios por causas ambientales o de otro

tipo, fugas y crecimiento de moho, e intrusiones de plagas.

Las organizaciones de trabajo deben planificar en consecuencia para garantizar que haya suficiente personal de mantenimiento disponible para realizar estas funciones, asumiendo que una parte significativa del personal de mantenimiento puede no ser capaz de presentarse a trabajar.⁹

J. Desarrollar una fuerza laboral lista, dispuesta y capaz

Los empleadores pueden reducir el ausentismo y los riesgos comerciales asociados trabajando para construir una fuerza laboral lista, dispuesta y capaz.

- **Listo** se refiere a si un empleado realmente puede venir a trabajar. Si las necesidades familiares o domésticas son apremiantes, es posible que el empleado deba concentrarse en estas necesidades inmediatas y no podrá ingresar al trabajo. Por ejemplo, el cierre de escuelas y la falta de cuidado infantil afectarán la capacidad de los padres que trabajan para presentarse a trabajar en una pandemia. Los empleadores pueden acomodar a los padres que trabajan ayudando con los recursos de cuidado infantil, permitiendo que los trabajadores realicen trabajo remoto o permitiendo horarios flexibles (como permitir que los padres trabajen en turnos impares). Los empleados también pueden necesitar ponerse en cuarentena o cuidar a los miembros enfermos de la familia, y esto les prohibirá presentarse al trabajo.
- **Dispuesta** se refiere a la probabilidad de que un empleado se presente a trabajar en ausencia de otros obstáculos. Esto a menudo está influenciado por la percepción del empleado sobre el grado de riesgo: los empleados que creen que su empleador es capaz de proporcionar adecuadamente su seguridad tienen más probabilidades de entrar en el lugar de trabajo que aquellos que no lo hacen. Los profesionales de OEHS pueden contribuir en gran medida a la voluntad de los empleados de su organización de entrar en el trabajo al proporcionar la debida diligencia en la evaluación y el control de los peligros y la comunicación de estas acciones a los empleados. Es más probable que los empleados de organizaciones en el lugar de trabajo que tienen fuertes culturas

de seguridad positivas antes de la pandemia confíen en que sus empleadores también los mantendrán seguros cuando llegue una pandemia.

- **Capaz** se refiere a las habilidades y conocimientos que serán necesarios para realizar el trabajo durante una pandemia. Las tareas y responsabilidades laborales de los empleados pueden cambiar durante las operaciones pandémicas, y pueden necesitar capacitación o desarrollo de habilidades para realizar con éxito estas tareas y cumplir con las nuevas expectativas laborales. Además, es posible que este trabajo deba realizarse mientras se usa EPP adicional e incorpora el uso de nuevos controles administrativos y de ingeniería, que pueden ser incómodos y desconocidos en un momento de mayor estrés.⁶

Apéndice 1. Referencias

1. **Wheeler B.** Why Americans don't take sick days. BBC News. September 14, 2016. <https://www.bbc.com/news/world-us-canada-37353742>.
2. **Hess AJ.** A sobering stat during coronavirus fears—90% of employees admit they have gone to work when sick. CNBC make it. November 3, 2019. <https://www.cnbc.com/2019/11/03/90percent-of-employees-say-they-come-to-work-sickheres-how-to-fix-that.html>.
3. **Moore L.** 'I Never Take a Sick Day': Americans Talk About Reporting to Work When Ill. The New York Times. January 15, 2019. <https://www.nytimes.com/2019/01/15/reader-center/sick-day-employment-policy-united-states-em.html>.
4. **Piper K, Youk A, James AE III, S K.** Paid sick days and stay-at-home behavior for influenza. *PLoS One* 12(2): e0170698, 2017. doi: 10.1371/journal.pone.0170698.
5. **Hill HD.** Paid sick leave and job stability. *Work Occup* 40(2)2013. doi: 10.1177/0730888413480893.
6. **McCabe OL, Barnett DJ, Taylor HG, Links JM.** Ready, willing, and able: a framework for improving the public health emergency preparedness system. *Disaster Med Public Health Prep* 4(2): 161-168, 2010. doi: 10.1001/dmp-v4n2-hcn10003.
7. **Food and Drug Administration (FDA).** Coronavirus (COVID-19) Update: FDA Reiterates Warning About Dangerous Alcohol-Based Hand Sanitizers Containing Methanol, Takes Additional Action to Address Concerning Products. Published July 27, 2020. Updated September 9,

2020. <https://www.fda.gov/news-events/press-announcements/coronavirus-covid-19-update-fda-reiterates-warning-about-dangerous-alcohol-based-hand-sanitizers>.

8. **The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Centers for Disease Control and Prevention (CDC).** Effect of Stockpiling Conditions on the Performance of Medical N95 Respirators and High-Level Protective Surgical Gowns. Updated April 26, 2017. <https://www.cdc.gov/niosh/docket/archive/docket297.html>.
9. **Occupational Safety and Health Administration (OSHA).** Student Manual OSHA 7210: Pandemic Influenza and Workplace Preparedness. 2017.

Apéndice 2. Elaboración de un plan de continuidad del negocio

A. El Plan “Todo Riesgo” para la continuidad de las operaciones

Cuando se produce una emergencia, los centros de trabajo pueden necesitar dedicar recursos específicos para responder a la emergencia y, al mismo tiempo, mantener las operaciones comerciales. Los planes de continuidad, que pueden denominarse Planes de Continuidad de Operaciones (COOP), Planes de Continuidad de Negocio (BCP), Planes de Continuidad de Gobierno (CGP) u otro término específico del sector, proporcionan un marco para las operaciones cuando los recursos pueden no ser suficientes para operar como lo hacen en condiciones normales.

La mayoría de los planes de continuidad se redactan para abordar una respuesta a “todos los peligros”. El concepto de “todos los peligros” es un enfoque integrado en la planificación de emergencias y continuidad que reconoce que, aunque una organización en el lugar de trabajo puede estar sujeta a muchas amenazas y peligros diferentes, existe un enfoque de gestión común para estos peligros. El perfeccionamiento de un sistema de gestión y operaciones común a todo tipo de emergencias aumenta la eficacia cuando se produce un incidente: El personal que gestiona el incidente está formado y capacitado para desempeñar las funciones que se le asignan, y lo aprendido en respuestas o ejercicios anteriores puede utilizarse para mejorar el plan a través del ciclo Deming Plan-Do-Check-Act de mejora continua. Las organizaciones que adoptan el Sistema Nacional de Gestión de Incidentes (NIMS) de

gestión de emergencias utilizan un sistema operativo común y un lenguaje común que permite a los encargados de la respuesta de diferentes organismos y empleadores trabajar juntos de forma eficaz en una respuesta.

En general, el cuerpo principal del plan describe las funciones de gestión de operaciones comunes a todos los peligros. Los tipos específicos de emergencias, como una pandemia, se abordan en los anexos o apéndices del plan.

Algunos tipos de emergencias pueden destruir o dañar propiedades, edificios e infraestructuras. Por ejemplo, los terremotos, los tornados y los huracanes pueden causar daños generalizados en un periodo de tiempo relativamente corto. Pueden afectar a una zona bastante amplia, pero contenida. Una empresa que opera desde varias regiones distintas puede seguir funcionando: Las operaciones que no pueden llevarse a cabo fuera de la zona impactada pueden trasladarse a regiones no impactadas hasta que los lugares impactados puedan volver a funcionar con normalidad.

Una pandemia difiere de este tipo de incidentes en que no hay un impacto directo en las propiedades y edificios, y se espera que los sistemas de infraestructura sigan funcionando mientras el personal sea suficiente para mantenerlos. Los sistemas de energía e información siguen funcionando. En este sentido, la planificación para una pandemia es más sencilla que la planificación para un evento que afecta a la infraestructura. Sin embargo, las pandemias no se limitan a una sola área geográfica, y se espera que todas las regiones se vean igualmente afectadas, incluso si las tasas de infección se disparan en diferentes regiones en diferentes momentos. Las pandemias también son eventos lentos. A diferencia de eventos como los terremotos, que ocurren en un período de segundos o minutos, o las tormentas, que terminan en horas o días, una pandemia ocurre en un período de meses o años. Durante una pandemia, las organizaciones del lugar de trabajo deben asumir que las operaciones de continuidad permanecerán activadas durante un período significativo.

Otra diferencia significativa entre una pandemia y otros tipos de peligros es que una pandemia afecta significativamente a las personas. Aunque la infraestructura física permanece en su lugar y en funcionamiento, los trabajadores requeridos para operar esta

infraestructura pueden no estar listos, capaces y dispuestos a venir a trabajar. Los planes de pandemia deben asumir que la fuerza de trabajo se reducirá significativamente.

B. Requisitos de los planes de continuidad

La Directiva Política Presidencial (PPD) 21, emitida por el Presidente Obama en febrero de 2013, exige que las infraestructuras críticas (y las organizaciones que las apoyan) desarrollen y mantengan COOPs para mantener la resistencia de la nación y apoyar las funciones nacionales esenciales.

Las infraestructuras críticas identificadas en el PPD-21 incluyen:

- Química
 - Instalaciones comerciales
- Comunicaciones
 - Fabricación crítica
- Presas
 - Bases industriales de defensa
 - Servicios de emergencia
- Energía
 - Servicios financieros
- Alimentación y agricultura
 - Instalaciones gubernamentales
- Sanidad y salud pública
 - Tecnología de la información
 - Reactores nucleares, materiales y residuos
 - Sistemas de transporte
 - Sistemas de agua y aguas residuales.

Algunas de las infraestructuras identificadas en el PPD-21 son gestionadas por organismos públicos y gobiernos, mientras que otras son gestionadas por entidades privadas.¹

1. Realizar una evaluación de riesgos

El primer paso en el desarrollo de un plan de continuidad para todo tipo de riesgos es identificar las amenazas y peligros significativos que podrían afectar a una organización en el lugar de trabajo. Esto dependerá de la zona y la geografía: Las organizaciones de la costa oeste deben tener en cuenta los incendios forestales y los terremotos, las del medio oeste deben considerar los tornados y las del sureste los huracanes, por ejemplo. Las organizaciones gubernamentales estatales, del condado y locales llevan a cabo análisis de identificación de peligros y vulnerabilidad (HIVA) para apoyar su propia planificación de emergencias, y estos HIVA deben ser

evaluados para identificar las amenazas y peligros regionales que pueden afectar a la organización del lugar de trabajo. Además, los procesos dentro del lugar de trabajo pueden plantear amenazas específicas que deben preverse y abordarse.

La amenaza de una pandemia es global, y todas las organizaciones deben incluir las pandemias en su evaluación de riesgos.

2. Realizar un análisis de los procesos empresariales

Un análisis de procesos de negocio (BPA) identifica los procesos funcionales que apoyan las funciones esenciales de la misión de una organización. Esto incluye la identificación de los flujos de trabajo, las actividades, el personal, los sistemas, los recursos y las instalaciones necesarias para apoyar estos procesos.

El BPA identifica a los siguientes empleados:

- Empleados que desempeñan funciones esenciales que apoyan directamente las funciones esenciales de la misión de la organización, señalando que la misión de la organización en una pandemia puede no ser necesariamente idéntica a su misión no pandémica. Algunas organizaciones utilizan el término funciones críticas en lugar de funciones esenciales; el uso de este término no debe confundirse con “infraestructura crítica”.
- Empleados que realizan actividades esenciales de apoyo (AEE). Las AEE no apoyan directamente las funciones esenciales de la misión de la organización, pero apoyan a los empleados que sí lo hacen. Por ejemplo, es poco probable que los empleados que desempeñan funciones esenciales estén dispuestos a realizar este trabajo si no se les paga, y por lo tanto la función de la nómina debe identificarse como una ESA. Los profesionales de recursos humanos y de salud y seguridad laboral y medioambiental (OEHS) también son AEE importantes y deben identificarse como tales en el plan.
- Empleados que desempeñan funciones importantes. Las funciones importantes son críticas para el éxito a largo plazo de la organización del trabajo pero pueden retrasarse en una emergencia. Durante una pandemia, cuando el ausentismo es

alto, los empleados que realizan funciones importantes pueden necesitar que se les reasignen trabajos categorizados como funciones esenciales o actividades de apoyo esenciales si eso puede hacerse de manera segura. El profesional de OEHS debe estar preparado para trabajar estrechamente con estos empleados durante las operaciones de continuidad para asegurarse de que tengan suficiente capacitación y equipo de seguridad para realizar el nuevo trabajo asignado. Si los empleados que desempeñan funciones importantes no tienen suficientes conocimientos y habilidades para realizar las asignaciones alternativas, es posible que no tengan trabajo que hacer cuando se retrasen sus actividades laborales normales. Dado que los empleados que desempeñan funciones importantes serán fundamentales cuando la organización vuelva a operar con normalidad, el plan debe identificar las formas en que se puede apoyar a estos empleados durante las operaciones de continuidad para que estén disponibles para volver al trabajo cuando sea necesario.

3. Realizar un análisis de impacto empresarial

Una vez completado el BPA, el equipo de planificación evalúa las amenazas que podrían interferir con la capacidad de la organización del lugar de trabajo para cumplir con sus funciones esenciales de la misión. (Nota: la guía de la NFPA 1600 combina el BPA y el análisis de impacto comercial (BIA), y la guía de la Agencia Federal de Gestión de Emergencias (FEMA) los describe como pasos separados).² Dichas amenazas podrían incluir la reducción de la disponibilidad de suministros y materias primas debido a impactos en la cadena de suministro o el transporte, impactos en los edificios o la infraestructura, o interrupciones en los sistemas de comunicación.

En una pandemia, el absentismo es un impacto significativo que debe identificarse en el BIA. La dirección debe seguir los consejos de las agencias de salud pública para limitar el número de personas que pueden estar físicamente presentes en un lugar de trabajo; de lo contrario, los empleados pueden no acudir al trabajo porque están enfermos o necesitan estar en cuarentena después de haber estado

en contacto con alguien que lo está. Si las escuelas y guarderías están cerradas, los padres que trabajan tendrán que quedarse en casa para cuidar a los niños pequeños. Los empleados también pueden no presentarse a trabajar si no están preparados, pueden y quieren hacerlo.

La reducción del número de empleados disponibles para realizar las funciones esenciales y las actividades de apoyo esenciales es un impacto que debe identificarse en el BIA. Esto es de particular importancia en la planificación para una pandemia.

4. Mitigación de riesgos

Una vez identificados los posibles impactos en la empresa, se pueden tomar medidas para mitigar los efectos de estos impactos y reducir el riesgo de que impidan a la organización del lugar de trabajo cumplir con sus funciones esenciales, de forma muy parecida al proceso que se sigue al completar un Análisis de Riesgos Laborales.

En una pandemia, uno de los principales riesgos es la reducción de la mano de obra disponible porque los trabajadores enferman o no acuden al trabajo. La transmisión de la enfermedad en el lugar de trabajo puede provocar brotes; si la transmisión es generalizada, puede ser necesario cerrar los lugares de trabajo. Los profesionales de OEHS desempeñan un papel importante en la mitigación de este riesgo a través de la identificación, recomendación y aplicación de controles en el lugar de trabajo, incluyendo el distanciamiento social, la flexibilidad de horarios, los equipos de protección personal (EPP) y los controles administrativos y de ingeniería que se han comentado en secciones anteriores.

La mitigación de riesgos también debe abordar la amenaza de impactos en la cadena de suministro. Hay que identificar proveedores alternativos que puedan suministrar los materiales necesarios en caso de que los proveedores habituales no puedan hacerlo. Si es necesario, los contratos deben asegurarse durante la fase de planificación.

La mitigación del riesgo puede incluir que los empleados trabajen en diferentes lugares. Se les puede permitir trabajar desde casa o se les puede trasladar a nuevas instalaciones de trabajo que promuevan mejor el distanciamiento social y otros

controles. Los trabajadores que normalmente desempeñan funciones importantes pueden ser reasignados para realizar funciones esenciales o actividades de apoyo esenciales. Los cambios en el trabajo pueden requerir una revisión adicional de la seguridad, incluida la ergonomía, la seguridad contra incendios y la vida, los planes de acción de emergencia, el ruido y las exposiciones tóxicas. Si las asignaciones de trabajo cambian, puede ser necesaria una formación adicional, incluida la formación de seguridad requerida. Es posible que se necesite un EPP adicional para hacer frente a los peligros del trabajo nuevo o modificado, y éste debe ser compatible con el EPP necesario para proteger de los peligros relacionados con la pandemia.

Los profesionales de OEHS pueden aumentar la probabilidad de que los empleados estén listos, dispuestos y capacitados para trabajar, creando resiliencia a través de programas y formación de seguridad y salud en el trabajo y garantizando que tanto los empleados como sus familias estén preparados individualmente para los desastres (incluidas las pandemias). Los empleados que creen que sus empleadores protegerán su salud y seguridad durante una pandemia tienen más probabilidades de estar dispuestos a ir a trabajar. La cultura de seguridad que existe en el lugar de trabajo antes de la pandemia influirá en sus creencias sobre el compromiso de la dirección con la seguridad cuando se produzca la pandemia. Los lugares de trabajo que han implementado programas de seguridad fuertes y efectivos descubrirán que esto les sirve cuando los planes de continuidad deben ser activados.

5. Identificación de las necesidades de recursos

Una vez que se han decidido las medidas de mitigación del riesgo, hay que obtener recursos para apoyarlas. Los recursos que probablemente se necesiten en mayor cantidad de lo habitual durante una pandemia incluyen:

- Servicios de lavado de manos
- Desinfectante de manos
- Respiradores
- Guantes y otros EPI
- Suministros de limpieza y desinfección

- Ordenadores portátiles y otros equipos para apoyar las estrategias de trabajo desde casa
- Apoyo informático
- Conexiones a Internet y puntos calientes
- Capacidades mejoradas de videoconferencia

6. Construir el plan

El último paso de la planificación es construir, o escribir, el plan.

El plan debe estar redactado con la suficiente claridad como para que el personal que no haya participado en su elaboración pueda seguirlo en condiciones de trabajo poco ideales. El plan también debe ser flexible. A pesar de los mejores esfuerzos de planificación, cada desastre, y cada pandemia, son únicos, y las estrategias y procedimientos planificados deberán modificarse cuando el plan se active.

El profesional de OEHS puede garantizar que se tenga en cuenta la seguridad en las operaciones de continuidad mediante la participación directa en el desarrollo del plan. Los pasos específicos que el profesional de OEHS puede dar en esta etapa incluyen:

- Preparar plantillas de planes de seguridad que puedan ser modificadas y utilizadas en un evento pandémico
- Preparación del material de formación
- Preparar hojas informativas que puedan entregarse a los empleados, como hojas que describan el uso adecuado de los EPI u otros controles²⁻⁵

7. Simulacros del plan y mejora continua

Una vez desarrollado, el plan de continuidad debe probarse de forma continua mediante prácticas y simulacros. La FEMA ofrece orientación para la realización de simulacros bajo el Programa de Ejercicios y Evaluación de Seguridad Nacional (HSEEP), que proporciona un marco para el diseño y la realización de simulacros y la evaluación de la respuesta. Los simulacros son una oportunidad para poner a prueba las capacidades y las suposiciones antes de que se produzca una pandemia u otra emergencia. Las deficiencias y las áreas que deben mejorarse se documentan y evalúan en un informe posterior a la acción (AAR). Los puntos de acción identificados en el AAR pueden ser abordados, y el plan actualizado, en un ciclo de mejora continua.⁶

Apéndice 2. Referencias

1. **The White House. Presidential Policy Directive – Critical Infrastructure Security and Resilience.** February 12, 2013. <https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2013/02/12/presidential-policy-directive-critical-infrastructure-security-and-resil>.
2. **Federal Emergency Management Administration (FEMA).** Continuity Guidance Circular: FEMA National Continuity Programs: U.S. Department of Homeland Security, 2018. <https://www.fema.gov/sites/default/files/2020-10/continuity-guidance-circular-2018.pdf>.
3. **National Fire Protection Association (NFPA).** NFPA-1600: Standard on Continuity, Emergency, and Crisis Management, 2019. <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=1600>.
4. **Stahl DL.** Health and Safety in Emergency Management and Response. Hoboken, NJ: Wiley, 2020.
5. **AIHA.** Technical Framework: Role of the OEHS Professional in Continuity Planning. Fairfax, VA: AIHA, 2021. <https://www.aiha.org/education/frameworks/technical-framework-role-oehs-professional-continuity-planning>.
6. **Federal Emergency Management Administration (FEMA), U.S. Department of Homeland Security.** Homeland Security Exercise and Evaluation Framework (HSEEP). Updated February 2020. <https://www.fema.gov/emergency-managers/national-preparedness/exercises/hseep>.

Apéndice 3. Cierre y reapertura

A. Coordinación con Agencias de Salud Pública

La Organización Mundial de la Salud (OMS) emite regulaciones internacionales que los estados miembros acuerdan seguir. Estas regulaciones otorgan a la Dirección de la OMS la autoridad para declarar una Emergencia de Importancia Internacional. La OMS ha identificado las siguientes cuatro fases pandémicas:

- La fase interpandémica, o el período entre pandemias cuando no hay propagación de nuevos patógenos
- La fase de alerta, en la que se ha identificado un nuevo patógeno
- La fase pandémica, durante la cual se está

produciendo la propagación mundial

- La fase de recuperación, cuando disminuyen los contagios, se reduce el riesgo global, y se puede reducir gradualmente la magnitud de la respuesta. A esto le sigue un retorno a la fase interpandémica.¹

En los Estados Unidos, la respuesta a la pandemia está coordinada por los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC). A su vez, los departamentos de salud estatales coordinan la respuesta a nivel estatal y las agencias de salud pública coordinan la respuesta a nivel local. Los planes frente a una pandemia desarrollados durante las fases interpandémicas deben alinearse con todos los niveles de gobierno, aunque durante la fase de respuesta o fase pandémica, los departamentos de salud individuales pueden o no seguir la guía y dirección emitida por los CDC. Los planes frente a una pandemia desarrollados dentro del sector privado deben, a su vez, alinearse con los planes del gobierno local y con los proveedores y clientes, teniendo en cuenta las interdependencias.

Los funcionarios gubernamentales a nivel federal, estatal y local tienen autoridad para emitir reglas de emergencia para controlar la propagación de nuevos patógenos. Esto puede incluir medidas como la prohibición de reuniones públicas, el cierre de escuelas o incluso emitir órdenes de cuarentena.

Las empresas privadas pueden o no continuar operando cuando se emiten órdenes gubernamentales. Las empresas privadas que se consideran esenciales o que respaldan las actividades esenciales deben continuar operando a pesar de las condiciones de la pandemia y no se les permite cerrar. Otros negocios pueden considerarse no esenciales y se les puede ordenar que cierren para contener la propagación de patógenos. En ausencia de disposiciones gubernamentales, los líderes empresariales deben tomar sus propias decisiones para cerrar, continuar operando normalmente u operar siguiendo un modelo comercial modificado o reducido.

B. Toma de decisiones basada en la transmisión y la gravedad

Se hizo hincapié en la planificación frente a las pandemias a principios de la década de 2000 cuando los esfuerzos de planificación se centraron en la amenaza de la influenza aviar altamente patógena (HPAI, por sus siglas en

inglés) H1N5. La OMS identificó acciones de respuesta que se implementarían en función de la propagación de un nuevo virus y el alcance de los brotes, incluida la implementación de medidas de contención cuando hubiera evidencia de propagación de persona a persona. Este enfoque se utilizó en las etapas iniciales de la pandemia H1N1 en 2009; sin embargo, la gente lo criticó como excesivo cuando el H1N1 no resultó ser tan grave o mortal como el HPAI - H1N5. En respuesta, la OMS emitió una guía actualizada que consideraba la gravedad de la enfermedad además de la transmisión.

Los CDC han desarrollado herramientas de evaluación para considerar la transmisibilidad y la gravedad de un nuevo virus utilizando la Herramienta de evaluación de riesgos de influenza (IRAT)² y el Marco de evaluación de la gravedad de una pandemia (PSAF)³ con la intención de que los resultados de dichas evaluaciones guíen la toma de decisiones. Este análisis de Freitas et al. mostró que la pandemia de H1N1 fue de baja gravedad, similar a una mala temporada de gripe estacional, y que la pandemia de COVID-19 fue similar en gravedad y transmisibilidad a la pandemia de influenza de 1918-1919.⁴

C. Establecimiento de objetivos: mantener la tasa de casos en un nivel manejable

Un nuevo virus altamente contagioso y muy grave tiene un gran potencial para abrumar al sistema de salud. En última instancia, las intervenciones farmacéuticas, como las vacunas y los tratamientos efectivos, se pueden utilizar para salvar vidas y limitar la propagación, pero estos no están disponibles en los meses de una pandemia. La Administración Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA, por sus siglas en inglés), así como los CDC, advierten la necesidad de Intervenciones no farmacéuticas (NPI, por sus siglas en inglés) para controlar la propagación hasta que los tratamientos farmacéuticos se desarrollen, prueben, aprueben y se encuentren ampliamente disponibles para tratar a quienes contraen la enfermedad y vacunar a los otros miembros vulnerables de la población.⁵⁻⁷ Estas Intervenciones no farmacéuticas incluyen las medidas adoptadas por las agencias de salud pública, como decisiones para evitar aglomeraciones y cierre de escuelas, y las medidas tomadas por los profesionales de seguridad, salud ocupacional y ambiental (OEHS), incluyendo controles de ingeniería y

administrativos y el uso de equipo de protección personal.

La enfermedad continuará propagándose durante este período, pero se pueden salvar vidas limitando la propagación y la incidencia de la enfermedad para mantener un nivel que el sistema de salud pueda manejar.

Se debe mantener la capacidad hospitalaria. Hay un poco más de 900,000 camas de hospital con personal en los Estados Unidos en un año dado.⁸ Estas camas están ocupadas por pacientes que tienen cáncer, han sufrido ataques cardíacos o accidentes cerebrovasculares, o padecen cualquier otra afección. En una pandemia grave, es posible que hasta un millón de pacientes deban ser hospitalizados para tratar la enfermedad causada por un nuevo patógeno. Esto, junto con el número de referencia de pacientes hospitalizados, podría abrumar fácilmente al sistema de salud.

Cuando el sistema de salud está saturado y hay escasez de camas, ventiladores u otros equipos necesarios, los trabajadores de la salud deben tomar decisiones difíciles sobre qué pacientes reciben recursos de salud limitados. Por ejemplo, ¿un paciente de 35 años tendría prioridad sobre un paciente de 50 años, ya que salvar al de 35 años significaría salvar más años de vida? ¿Sería la misma decisión si el hombre de 35 años tuviera condiciones de salud preexistentes y el de 50 no? ¿Cómo intervienen los asuntos de justicia social y racial en estas decisiones? Las decisiones sobre cómo se administran los estándares de atención de crisis deben tomarse durante la planificación frente a una pandemia en la fase interpandémica y deben ser transparentes para la comunidad para evitar cualquier instancia real o percibida de sesgo. Tales decisiones no deben dejarse en manos de trabajadores de la salud individuales en momentos de crisis.

Idealmente, se deben implementar controles en la comunidad y en el lugar de trabajo para mantener la capacidad del hospital y evitar la necesidad de recurrir a estándares de atención de crisis.

D. Equilibrio entre Economía, Salud Pública e implementación de controles

Cerrar la economía o incluso implementar controles en el lugar de trabajo durante una pandemia tiene un costo económico, pero esto debe equilibrarse con las vidas salvadas. La idea de que la vida humana puede reducirse a

un valor monetario es incómoda. Sin embargo, esto salió a la luz en la década de 1980 cuando el público se enteró de que Ford Motor Company había decidido, basándose en un análisis de costo-beneficio, no instalar un dispositivo de seguridad que protegería a los pasajeros de una explosión de los tanques de gasolina en el Ford Pinto. La indignación pública por esta decisión empañó la imagen tanto del automóvil Ford Pinto como de Ford Motor Company. La compañía también pagó millones de dólares en daños.⁹

La Agencia de Protección Ambiental (EPA) ha considerado durante mucho tiempo el Valor de una vida estadística (VSL) o el Valor de la reducción del riesgo (VRR) al considerar los impactos de costo-beneficio de la política ambiental. La EPA recomienda que se use un VSL de \$7.4 millones (en dólares del 2006 y ajustado para el año de análisis), equivalente a \$9.5 millones en 2020. Si se usa este VSL para estimar el costo de las 330,000 vidas perdidas por COVID-19 en 2020, esto se calcularía como un valor monetario de más de tres billones de dólares. Este valor se puede usar para calcular el análisis de costo-beneficio de implementar controles en el lugar de trabajo y otras intervenciones no farmacéuticas.¹⁰⁻¹³

E. Cumplimiento de requisitos normativos (OSHA, Planes Estatales) and Reducción de la responsabilidad

Los empleadores que permanezcan operativos durante una pandemia, ya sea por elección o por mandato, deben continuar cumpliendo con las normas reglamentarias establecidas por la Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA) o por las agencias de planes estatales. Los inspectores pueden prestar especial atención a cómo un empleador implementa sus Programas de Protección respiratoria y Comunicación de Riesgos en condiciones de pandemia y pueden aducir infracciones adicionales bajo la Cláusula de deber general. OSHA y las agencias de planes estatales tienen autoridad para emitir normas de emergencia para abordar peligros nuevos y emergentes, incluidos nuevos patógenos.

Los casos de enfermedades contraídas en el lugar de trabajo deben registrarse en el registro OSHA 300 del empleador y pueden estar cubiertos por la compensación de los trabajadores.^{14,15}

Además, los empleadores que deliberadamente exponen a sus empleados a peligros pueden estar sujetos a responsabilidad penal.

Los empleadores deben evaluar su capacidad para cumplir con los requisitos normativos, así como su capacidad para reducir la responsabilidad civil mediante la prevención de la propagación de la enfermedad mediante el uso eficaz de controles en el lugar de trabajo, al tomar decisiones para cerrar o limitar las operaciones. La propagación comprobada de enfermedades dentro de un lugar de trabajo también puede requerir cierres temporales.

F. Reapertura de lugares de trabajo luego de cierres temporales para controlar la propagación de enfermedades

Los lugares de trabajo pueden implementar cierres totales o parciales para controlar la propagación después de que uno o más empleados hayan contraído el nuevo patógeno. Los lineamientos actuales de los CDC, los departamentos de salud estatales y las agencias locales de salud pública deben guiar estas decisiones. Se deben considerar seriamente los cierres si un lugar de trabajo experimenta una propagación continua.

Asimismo, los lineamientos de los CDC, los departamentos estatales y locales de salud pública se deben considerar al tomar la decisión de volver a abrir un lugar de trabajo. Los factores a considerar en la toma de estas decisiones incluyen la supervivencia y la transmisibilidad del patógeno del medio ambiente y los plazos de incubación y transmisión en las personas.

Para evitar la transmisión ambiental, los lugares de trabajo pueden optar por permanecer cerrados hasta que se espere que cualquier patógeno en las superficies ya no sea viable. La limpieza y desinfección del lugar de trabajo puede permitir una reapertura más rápida, aunque aumentan los riesgos para la salud de quienes realizan la limpieza y desinfección. Las pruebas y muestreos de superficie pueden proporcionar una mayor claridad sobre cuándo es seguro volver a ocupar las instalaciones, y las decisiones de reapertura pueden basarse en los resultados de estas muestras cuando estén disponibles.

La reapertura de los lugares de trabajo puede implicar más que simplemente verificar la eliminación o inactividad del agente pandémico. Los servicios que han estado desconectados durante períodos prolongados pueden requerir

mantenimiento y/o procedimientos de puesta en marcha que pueden tener sus propios peligros y riesgos, según el tiempo que los sistemas estuvieron desconectados. Por ejemplo, el crecimiento de hongos y otros organismos (p. ej., *Legionella*) o contaminación pueden estar presentes y diseminados por los sistemas de aire o agua si no reciben el mantenimiento o tratamiento adecuados antes de la puesta en marcha.

Todo el personal que pueda haber estado expuesto al patógeno durante el período de propagación en el lugar de trabajo debe permanecer en cuarentena por el tiempo recomendado por las agencias de salud pública. Si esto incluye una gran cantidad de trabajadores, es posible que un lugar de trabajo no pueda reabrir hasta que una cantidad suficiente de empleados haya completado este período de cuarentena.

G. Reapertura de comunidades

La Fase de recuperación de una pandemia comienza cuando las infecciones disminuyen y hay una reducción en el riesgo a nivel global o de la comunidad. Esto puede ocurrir debido a una disminución natural de las infecciones resultantes de la inmunidad de grupo adquirida o debido a la administración suficiente de vacunas eficaces.

La reducción del riesgo también se puede lograr cuando se dispone de tratamientos efectivos para la enfermedad. Por ejemplo, cuando se administra Tamiflu a pacientes recién infectados con influenza, esto puede acortar significativamente la duración de la enfermedad y disminuir la gravedad, lo que resulta en una menor tasa de hospitalización y muerte. Los nuevos virus de la influenza pueden o no ser susceptibles a Tamiflu. A principios del brote de H1N1 de 2009, se demostró que el nuevo virus H1N1 podía tratarse con Tamiflu. Un tratamiento temprano similar no estaba disponible para el nuevo virus COVID-19 en 2020, lo que otorga mayor importancia al control de la propagación a través de las intervenciones no farmacéuticas (NPI).

La efectividad de las NPI, como los controles en el lugar de trabajo, puede influir en las decisiones de reapertura. Los controles que son efectivos para prevenir la transmisión en el lugar de trabajo pueden permitir que una empresa abra incluso cuando la transmisión comunitaria sigue siendo alta. Esto debe ser considerado en las decisiones de costo-beneficio sobre la implementación de ingeniería y otros controles.

Apéndice 3. Referencias

1. **World Health Organization (WHO).** *Pandemic influenza risk management: a WHO guide to inform and harmonize national and international pandemic preparedness and response.* Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2017. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/259893>.
2. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC), National Center for Immunization and Respiratory Diseases (NCIRD).** *Influenza Risk Assessment Tool (IRAT).* Updated November 27, 2020. <https://www.cdc.gov/flu/pandemic-resources/national-strategy/risk-assessment.htm>.
3. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC), National Center for Immunization and Respiratory Diseases (NCIRD).** *Pandemic Severity Assessment Framework (PSAF).* Updated November 3, 2016. <https://www.cdc.gov/flu/pandemic-resources/national-strategy/severity-assessment-framework.html?web=1&wdLOR=c5C3A70B3-415D-477F-848E-9B10C26E1A43>.
4. **Freitas ARR, Napimoga M, Donalisio MR.** Assessing the severity of COVID-19. *Epidemiol Serv Saude* 29(2): e2020119, 2020. doi: 10.5123/S1679-49742020000200008.
5. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC), National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Diseases (NCEZID), Division of Global Migration and Quarantine (DGMQ).** *Nonpharmaceutical Interventions (NPIs).* Updated April 27, 2020. <https://www.cdc.gov/nonpharmaceutical-interventions/index.html>.
6. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC).** *Get Your Workplace Ready for Pandemic Flu.* Atlanta, GA: Community Interventions for Infection Control Unit, Division of Global Migration and Quarantine, National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Diseases, Centers for Disease Control and Prevention, 2017. <https://www.cdc.gov/nonpharmaceutical-interventions/pdf/gr-pan-flu-work-set.pdf>.
7. **PrepTalks: John M. Barry** "The Next Pandemic: Lessons from History". FEMA PrepTalks. <https://www.fema.gov/blog/preptalks-john-m-barry-next-pandemic-lessons-history>. February 27, 2018.
8. **American Hospital Association.** *Fast Facts on U.S. Hospitals, 2021.* In: *AHA Hospital Statistics, 2021 edition: American Hospital Association, 2021.* <https://www.aha.org/statistics/fast-facts-us-hospitals>.
9. **American Museum of Tort Law.** *Grimshaw vs. Ford Motor Company, 1981.* Accessed February 13, 2021. <https://www.tortmuseum.org/ford-pinto/>.

10. **EPA Science Advisory Board.** Review of Valuing Mortality Risk Reductions for Environmental Policy: A White Paper. EPA-SAB-11-011. Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency (EPA), December 10, 2010. [https://yosemite.epa.gov/sab%5Csabproduct.nsf/298E1F50F844BC23852578DC0059A616/\\$File/EPA-SAB-11-011-unsigned.pdf](https://yosemite.epa.gov/sab%5Csabproduct.nsf/298E1F50F844BC23852578DC0059A616/$File/EPA-SAB-11-011-unsigned.pdf).
11. **U.S. Environmental Protection Agency (EPA), National Center for Environmental Economics.** Valuing Mortality Risk Reductions for Environmental Policy, a White Paper, Draft December 10, 2010. <https://www.epa.gov/sites/production/files/2017-08/documents/ee-0563-1.pdf>.
12. **U.S. Environmental Protection Agency (EPA).** Mortality Risk Valuation. Updated November 20, 2020. <https://www.epa.gov/environmental-economics/mortality-risk-valuation#whatisvsl>.
13. **Webster I.** CPI Inflation Calculator. Accessed February 13, 2021. <https://www.in2013dollars.com/us/inflation/2006?endYear=2020&amount=7.40>.
14. **U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration (OSHA).** Regulations (Standards - 29 CFR 1904). <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1904>.
15. **U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration (OSHA).** OSHA memorandum for regional administrators: Revised Enforcement Guidance for Recording Cases of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). Published May 19, 2020, <https://www.osha.gov/laws-regs/standardinterpretations/2020-05-19>.

Apéndice 4. Consideración especial para trabajadores con condiciones médicas preexistentes

La hipertensión, las enfermedades cardiovasculares, la diabetes, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), la neoplasia y enfermedad renal crónica se consideran factores de riesgo para el aumento de la gravedad y las complicaciones de la infección por COVID-19. También existen enfermedades/comorbilidades propias del envejecimiento. La combinación puede aumentar significativamente el riesgo de complicaciones de COVID-19. Para estos grupos de trabajadores, sus “deficiencias” no los incapacitan para realizar las tareas esenciales de sus trabajos. Sin embargo, se les debe permitir trabajar desde casa cuando sea factible.

Los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC, por sus siglas en inglés) también recomiendan que los empleadores consideren ofrecer a los empleados con mayor riesgo de enfermedades graves realizar tareas que minimicen su contacto con los clientes y otros empleados (p. ej., reabastecer los estantes en lugar de trabajar como cajero, si el trabajador acepta esto).¹ Algunos sostienen que los trabajadores que no están dispuestos a asistir al trabajo por temor a complicaciones graves si se infectan no deben considerarse no aptos para trabajar; más bien, se debe considerar que estos individuos tienen una menor tolerancia al riesgo (es decir, una elección personal). El empleador debe desarrollar una política para hacer frente a este peligro percibido.

Aunque la evidencia del embarazo y las complicaciones de la COVID-19 no son ambiguas, se recomienda que las trabajadoras embarazadas puedan trabajar desde casa si es factible.

Apéndice 4. Referencias

1. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC), National Center for Immunization and Respiratory Diseases (NCIRD) Division of Viral Diseases.** Guidance for Businesses and Employers Responding to Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): Plan, Prepare and Respond to Coronavirus Disease 2019. Updated March 8, 2021. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/community/guidance-business-response.html>.

Apéndice 5. Industrias con desafíos únicos

Muchas industrias han experimentado desafíos únicos durante la pandemia de COVID-19. Industrias tan diferentes como la educación primaria/secundaria y la industria cárnica plantean dilemas al higienista industrial que necesita evaluar cómo y dónde colocar los controles en la fuente, la vía y el receptor. Estas decisiones serán afectadas por varias variables que presentan desafíos para el higienista industrial. En las Tablas A5.1 y A5.2 se ilustran ejemplos de industrias que se han

planteado estos desafíos durante la pandemia de COVID-19 y que podrían causar problemas durante futuras pandemias. El higienista industrial propondría muchas otras industrias y otros lugares de trabajo con desafíos únicos no incluidos en las tablas, como la capacidad de trabajar en casa y la disponibilidad de días de enfermedad remunerados.

Cuando la tabla tiene una “X” en una columna y una fila, la “X” se refiere a un desafío en esa industria o lugar de trabajo. La razón por la que se coloca una “X” en la columna se detalla en el texto que sigue a las tablas.

Tabla A5.1, Parte A

	Manufactura	Industria alimentaria	Contratistas independientes	Labor internacional
Distanciamiento social	x	x	x	x
Paneles divisorios	x	x		
Control en la fuente		x	x	x
Características demográficas	x	x		x
Ventilación	x	x		x
Pruebas		x	x	

x = Presencia de desafíos únicos

Tabla A5.1, Parte B

Manufactura	
Distanciamiento social/ Paneles divisorios	Se requiere que los trabajadores se muevan con frecuencia y trabajen cerca unos de otros, lo que dificulta el uso de paneles divisorios y el distanciamiento social
Control en la fuente	Se proporciona/ se refuerza el uso de mascarillas/ protectores faciales, lo que reduce la probabilidad de transmisión.
Características demográficas	Muchas personas con este trabajo se encuentran en poblaciones en riesgo (trabajadores minoritarios).
Ventilación	Se necesita ventilación en algunos entornos, por lo que las organizaciones tendrían que trabajar con ingenieros para garantizar una ventilación adecuada para reducir la propagación.
Pruebas	Las pruebas organizadas se implementan en todas las organizaciones.
Industria alimentaria	
Saneamiento general	Aumento en el saneamiento por precauciones de seguridad.
Distanciamiento social	Las líneas de producción que dependen de la máquina están predeterminadas y son difíciles de cambiar.
Paneles divisorios	Los trabajadores no están en un lugar definido todo el día, por lo que los paneles serían un estorbo o difíciles de organizar.
Control en la fuente/ Disponibilidad de equipos de protección personal	La empresa tendría que conseguir un gran volumen de equipos de protección personal (EPP), difícil (especialmente al inicio)
Características demográficas	Gran volumen de trabajadores inmigrantes (~27%), grupo demográfico vulnerable ¹
Ventilación	Se debe controlar la contaminación cruzada, por lo que se debe mantener cuidadosamente la ventilación.
Pruebas	Un gran volumen de trabajadores que requieren pruebas y la frecuencia de las pruebas pueden ser un desafío.
Contratistas independientes, Conductores de viajes compartidos	
Control en la fuente/ Disponibilidad de equipos de protección personal	Los contratistas independientes deberán ser responsables de sus propios EPP, podrían tener barreras de acceso (costo, disponibilidad). Ejemplo: Uber ofrece toallitas "Clorox" a los conductores. Escasas existencias disponibles.
Pruebas	Sin pruebas organizadas a través de empresas; los trabajadores tendrán que ser responsables de acceder a sus propias pruebas; los pasajeros no necesariamente requieren que se realicen pruebas.
Distanciamiento social	Conductor y pasajero de Uber en un espacio confinado: es difícil mantener una distancia de 2 m (6 pies).
Ventilación	Dependiendo del clima... normalmente se requiere abrir ventanas
Características demográficas	Una población amplia y diversa requiere servicios de mensajería para muchos grupos étnicos diferentes.
Paneles divisorios: Personal y pasajeros	Uber no proporciona paneles divisorios a todos los conductores – acceso desigual a la seguridad
Lugares de trabajo internacional: Por ejemplo, Reino Unido	
Distanciamiento social	Muchas empresas y lugares de trabajo tienen una ocupación demasiado alta para un distanciamiento social adecuado, lo que ha dado lugar a grandes brotes en el lugar de trabajo.
Control en la fuente/ Disponibilidad de equipos de protección personal	El Servicio Nacional de Salud de Gran Bretaña (NHS, por sus siglas en inglés) tuvo dificultades para distribuir los EPP que querían que la gente usara (N95 y quirúrgico). ²
Características demográficas	Las nuevas variantes podrían afectar a personas más jóvenes que las primeras cepas de SARS-CoV-2; algunas industrias han sido más afectadas que otras.
Ventilación	Las preocupaciones sobre la ventilación interior son las mismas que en los Estados Unidos.

1. Migration Policy Institute (MPI). The Essential Role of Immigrants in the U.S. Food Supply Chain. Published April, 2020.

<https://www.migrationpolicy.org/content/essential-role-immigrants-us-food-supply-chain>.

2. Hoernke K, Djellouli N, Andrews L, et al. Frontline healthcare workers' experiences with personal protective equipment during the COVID-19 pandemic in the UK: a rapid qualitative appraisal. *BMJ Open* 11(1): e046199, 2021. doi: 10.1136/bmjopen-2020-046199.

Tabla A5.2, Parte A

	Asistencia médica	Educación primaria y secundaria	Educación superior	Cuidados de larga duración
Distanciamiento: Personal	x	x	x	x
Distanciamiento: Pacientes/ Estudiantes	x	x		x
Paneles divisorios: Personal	x			
Paneles divisorios: Pacientes/ Estudiantes	x			
Control en la fuente: Personal		x	x	x
Control en la fuente: Pacientes/ Estudiantes	x			x
Características demográficas: Personal	x	x	x	x
Características demográficas: Pacientes/ Estudiantes	x			x
Ventilación: Personal	x	x		x
Ventilación: Pacientes/ Estudiantes	x	x		x
Pruebas: Personal	x	x		
Pruebas: Pacientes/ Estudiantes				

x = Presencia de desafíos únicos

Tabla A5.2, Parte B

Asistencia médica¹⁻³	
Distanciamiento social: Personal	Podría no ser posible el distanciamiento social en hospitales y clínicas. El personal se mueve continuamente y trabaja de manera cercana con los pacientes y otros miembros del personal, por lo que el distanciamiento social a veces no es lo ideal.
Distanciamiento social/ Paneles divisorios: Pacientes	<p>Se pueden implementar medidas de distanciamiento social/ paneles divisorios entre pacientes; los pacientes pueden ubicarse en habitaciones separadas con baños separados o, si la instalación tiene una planta libre, las camas pueden ubicarse a 2m (6 pies) con paneles divisorios instalados. Además, en entornos ambulatorios, se está implementando la telesalud.</p> <p>Compartir el baño en un pabellón puede ser un desafío.</p>
Paneles divisorios: Personal	Los paneles divisorios no se implementan fácilmente.
Control en la fuente: Personal	Proteja a los pacientes cuando se encuentren próximos, pero también es crucial tener EPP disponible para el personal (deben usar mayor protección respiratoria, como N95); la consideración de la planta y ciertas áreas debe determinar qué EPP se debe usar en esa área.
Control en la fuente: Pacientes	<p>A los pacientes se les puede controlar en la fuente (mascarillas quirúrgicas) si se les diagnostica COVID; sin embargo, no es obligatorio. Podría ser beneficioso para controlar las infecciones intrahospitalarias y proteger al personal.</p> <p>El uso de EPP en pacientes puede ser un gran desafío, especialmente con pacientes con enfermedades mentales.</p>
Características demográficas: Personal	Los hospitales se enfrentan a la escasez de personal, y muchos miembros de minorías son los más afectados.
Características demográficas: Pacientes	Algunas poblaciones tienen más probabilidades de ser diagnosticadas con COVID-19. Esto, además de otros problemas de salud y desigualdades, podría causar que estas poblaciones tengan una mayor probabilidad de hospitalización. También es menos probable que busquen atención médica por varias razones, como la incapacidad de faltar al trabajo, pagar la atención médica, etc. ⁴
Ventilación: Personal	Es posible que el personal del hospital no tenga acceso a fuentes de aire exterior adecuadas en el hospital debido a una ventilación inadecuada, lo cual es difícil considerando la cantidad de EPP que deben usar. La única fuente de ventilación de aire exterior que pueden obtener es en las salas de descanso, y los hospitales deben asegurarse de que las salas de descanso no estén en un lugar de retorno de aire. Los quirófanos también se pueden convertir en salas de presión negativa (ya que han disminuido las cirugías opcionales). ^{3,5}
	Muchos hospitales carecen de suficientes salas de presión negativa que ayuden a detener la propagación de COVID a través del aire/entre pacientes, especialmente si hay muchos pacientes con una enfermedad respiratoria.
	La dirección del flujo de áreas limpias a áreas sucias puede ser un desafío.
Pruebas: Personal	Hay tiempo de inactividad mientras se esperan los resultados de las pruebas de detección, lo que significa que algunos trabajadores de la salud no pueden trabajar durante el período de prueba, especialmente si el hospital requiere pruebas completas como un escaneo corporal para ver si hay algo presente dentro de los pulmones de la persona.
	Muchos hospitales no tenían la capacidad para realizar pruebas de COVID-19 cuando los pacientes o el personal ingresaban al hospital, y puede ser difícil evaluar a algunas personas que ingresan a través de la sala de emergencias. Se necesita aislamiento apropiado, EPP y control en las fuentes para los pacientes.

Tabla A5.2, Parte B (continuación)

Educación superior	
Distanciamiento social	Muchos espacios comunes tienen una densidad de ocupación alta, por ejemplo, dormitorios, duchas, biblioteca, salón de clases, comedor.
	Los dormitorios tienen una de las densidades de ocupación más altas del campus.
	Ascensores en el campus
	Manejo de la ocupación del aula
Pruebas	Estudiantes fuera del campus que no están siendo evaluados; pruebas disponibles para los miembros del personal y todos los estudiantes que asisten al campus; decisiones sobre la frecuencia con la que evaluar al personal y a los estudiantes (¿al azar, una vez a la semana, dos veces a la semana?). ¿Quién sería capaz de testearse voluntariamente en el campus?
	Las pruebas aleatorias pueden ser un acierto o un error, pueden o no ser una representación precisa de los casos.
Paneles divisorios	Entre los estudiantes y el personal de alimentos.
	Separadores entre el personal de la residencia y los estudiantes
Características demográficas	Los campus abiertos de la universidad dan lugar a que las personas que no están asociadas con la escuela podrían deambular por el campus y potencialmente propagar el virus.
	Mayor riesgo para el personal de mayor edad o personal con enfermedades crónicas.
	Gran riesgo para los familiares mayores de los estudiantes que regresan a casa; preocupaciones sobre los estudiantes internacionales y la posibilidad de salir del país.
Ventilación	El aire exterior en los edificios puede estar limitado cuando hay pocas ventanas y puertas abiertas; el potencial para el uso de sistemas mejorados de Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado (HVAC) (pero son muy costosas)
Control en la fuente/ Disponibilidad de equipos de protección personal	Trazabilidad de contactos de los estudiantes
	Aplicación médica para el autodiagnóstico: "Campus Clear" app. Sistemas de informes
	Limpieza de aulas: ¿se hace entre clases? ¿Los estudiantes son responsables de su propia área? ¿Con qué frecuencia se limpian los espacios?
	Las áreas problemáticas incluyen departamentos de música, entrenamiento de voz y salas donde se tocan instrumentos de viento, e investigación con animales (necesita trabajadores in situ).
Cuidados de larga duración	
Escasez de personal	Rotación de auxiliares de enfermería; salarios bajos (promedio < \$13,38 por hora); algunos miembros del personal trabajan en varias instalaciones a la vez, lo que significa que existe un mayor riesgo de exposición y propagación. ⁶⁻⁸
	Nula o mínimas licencias por enfermedad.
Características demográficas	Hay un mayor número de trabajadores con reticencia a la vacunación que trabajan en asilos de ancianos; el 53 % de los trabajadores registrados en asilos de ancianos son minorías, que se ven afectadas de manera desproporcionada por el COVID-19. ⁹
Distanciamiento social	Antes de la pandemia, la soledad ya era una preocupación entre los adultos mayores. Con el COVID-19, la soledad se convirtió en una preocupación mayor porque provocó un aumento de la depresión y los problemas de salud. El diseño de los espacios comunes dificulta que el personal proporcione espacios individualizados para los residentes. Se recomienda al personal que identifique a los residentes con alto riesgo de atragantarse que pueden toser mientras comen y que se desinfecten las manos cuando cambien de paciente a paciente.
Ventilación	Según los CDC, las mejoras y el mantenimiento de los sistemas HVAC en los edificios deben ser rigurosos. El mantenimiento y las mejoras a menudo dependen de los cambios ambientales y estacionales; las necesidades de ventilación pueden ser específicas para la condición del paciente y el estado de COVID.
Control en la fuente/ Equipos de protección personal	Grave escasez de EPP.

Tabla A5.2, Parte B (continuación)

Cuidados de larga duración (continuación)	
Control en la fuente: Pacientes/ Estudiantes	Las enfermedades de pérdida de memoria como la demencia y el Alzheimer son más propensas en los pacientes en asilos de ancianos, lo que les dificulta recordar las precauciones de COVID-19.
Características demográficas: Pacientes/ Estudiantes	El grupo demográfico de los asilos de ancianos contiene pacientes de edad avanzada que corren un mayor riesgo de sufrir impactos negativos por el COVID-19. Según Harris Poll, solo el 47 % de las personas mayores de 60 años están preocupadas por el impacto de la COVID-19. ¹⁰
Paneles divisorios	En algunos casos, las puertas cerradas y el aislamiento individual pueden representar riesgos para la seguridad de los residentes (p. ej., unidades de memoria). Hay barreras únicas relacionadas con los paneles divisorios y la ventilación en circunstancias en las que se sospecha o se confirma una infección, pero el residente requiere que la puerta esté abierta.
Educación Primaria y Secundaria	
Distanciamiento: Estudiantes	Puede ser difícil asegurar que los estudiantes se mantengan separados unos de otros, especialmente los niños más pequeños
Distanciamiento: Profesorado	Tener que interactuar con los niños y estar en situaciones que requieran contacto cercano, especialmente en emergencias
Control en la fuente: Personal	Puede ser difícil rastrear la fuente de COVID-19 ya que muchos maestros trabajan en contacto directo entre sí y con sus alumnos.
Características demográficas: Personal	Muchos miembros del profesorado son mujeres y no disponen de guarderías para retomar la enseñanza en clase. ¹¹
Ventilación: Personal y Estudiantes	
Pruebas: Personal	Las aulas requieren una ventilación adecuada, pero algunas no tienen ventanas o medios de ventilación adecuados; puede ser difícil ventilar en invierno.
Pruebas: Estudiantes	No siempre es posible. La frecuencia de las pruebas puede ser un desafío.

1. Ehrlich H, McKenney M, Elkbuli A. Protecting our healthcare workers during the COVID-19 pandemic. *Am J Emerg Med* 38(7): 1527-1528, 2020. doi: 10.1016/j.ajem.2020.04.024.
2. Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Common COVID-19 Citations: Helping Employers Better Protect Workers and Comply with OSHA Regulations. 2020. <https://www.osha.gov/sites/default/files/covid-citations-guidance.pdf>.
3. Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Emergency Temporary Standard: COVID-19 Healthcare Worksite Checklist & Employee Job Hazard Analysis. https://www.osha.gov/sites/default/files/COVID-19_Healthcare_ETS_Worksite_Checklist_Employee_Job_Hazard_Analysis.pdf.
4. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Introduction to COVID-19 Racial and Ethnic Health Disparities. Updated December 10, 2020. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/community/health-equity/racial-ethnic-disparities/index.html>.
5. Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Healthcare Workers and Employers. <https://www.osha.gov/coronavirus/control-prevention/healthcare-workers>.
6. Lepore M, Livingstone I, Naden D, Hatem M, Feng Z. IMPACTS OF MINIMUM WAGE INCREASES ON NURSING HOMES: FINAL REPORT. 2020. <https://aspe.hhs.gov/basic-report/impacts-minimum-wage-increases-nursing-homes-final-report> (published June 29, 2020).
7. Seavey D. *The Cost of Frontline Turnover in Long-Term Care: Better Jobs Better Care* (BJBC), The Institute for the Future of Aging Services (IFAS) and American Association of Homes and Services (AAHSA), 2004. https://www.leadingage.org/sites/default/files/Cost_Frontline_Turnover.pdf.
8. de Freytas-Tamura K. 'They Call Me a Criminal': Nursing Home Workers Who May Spread the Virus. Published September 10, 2020. <https://www.nytimes.com/2020/09/10/us/virus-florida-nursing-homes-contract-workers.html>.
9. Harrison J, Berry S, Mor V, Gifford D. "Somebody like me": understanding COVID-19 vaccine hesitancy among staff in skilled nursing facilities. *J Am Med Dir Assoc* 22(6): 1133-1137, 2021. doi: 10.1016/j.jamda.2021.03.012.
10. Swant M. Harris Poll: U.S. Seniors Are Least Worried and Least Informed about COVID-19 but Most at Risk. March 13, 2020. <https://theharrispoll.com/harris-poll-u-s-seniors-are-least-worried-and-least-informed-about-covid-19-but-most-at-risk/>.
11. Szal R. The Coronavirus Gender Gap. Ms. Magazine. March 13, 2020. <https://msmagazine.com/2020/03/13/coronavirus-covid19-gender-gap-women-workers-nurses-teachers-flight-airline-attendants/>.

Errata

Note: To improve accuracy, corrections were entered directly in the text on December 1, 2021.
The list below shows the original text for reference purposes.

1) Original Text (Page 9, paragraph 2):

However, epidemiological studies have demonstrated that fomite transmission of SARS-CoV-2 was not a critical exposure pathway to human infection.^{9,10}

2) Original Text (Page 34, paragraph 1):

When an N95 filtering facepiece respirator (FFR) is acceptable for protecting the wearer, the use of a tight-fitting air-purifying respirator (APR), while likely providing better protection, may not be a better choice if it will not be worn continuously (or properly) due to comfort issues.

3) Original Text (Page 34, paragraph 3):

Healthcare personnel working intimately with infected individuals should consider using tight-fitting APRs or PAPRs instead of FFRs due to their higher APF and because they are less likely to allow leakage around the perimeter of the facepiece.

4) Original table (Table 5.4, page 36):

Table 5.4: Ocupacional Hygiene Control Recommendations

Scenario	Minimum Ocupacional Hygiene PPE Control Measures
Outside the potentially infectious patient's room or containment	None recommended if the room is under negative pressure. Otherwise, an N95 or better FFR or an N95 or better half-facepiece EFR is recommended.
Entering the potentially infectious patient's room or containment	No special engineering controls. PPE: N95 or better FFR or N95 or better tight-fitting APR, vinyl or nitrile gloves, standard precautions.*
Close contact with potentially infectious patient	No special Engineering Control needed. PPE: N95 or better FFR or N95 or better half-facepiece EFR, (splash protection, vinyl or nitrile gloves, gown, eye and/or face cover, standard precautions.*
Infected patients or patients undergoing aerosol-generating procedures†	Negative pressure room. PPE: Full-facepiece EFR or PAPR, nitrile gloves, protective clothing (preferably disposable outer garments or coveralls), an impermeable apron or surgical gown with long cuffed sleeves, impermeable apron, disposable protective shoe covers or boots that can be disinfected, face shield, safety goggles.‡
Workers having the potential to come into close contact with potentially infected live or dead animals, or tissues	No specific engineering control. PPE: N95 or better FFR or N95 or better half-facepiece EFR, vinyl or nitrile gloves, gown, eye and face covers, Standard Precautions.*

Note: From "Table 3: Industrial Hygiene Control Measures" in *The Role of the Industrial Hygienist in a Pandemic*, by the AIHA Biosafety and Environmental Microbiology Committee, Fairfax, VA: AIHA, 2006. Adapted with permission. APR, air-purifying respirator; EFR, elastomeric facepiece respirator; FFR, filtering facepiece respirator; PPE, personal protective equipment.

† Aerosol-Generating Medical Procedures include:

- High-risk procedures include endotracheal intubation and extubation; high-frequency oscillatory ventilation; bag mask ventilation; bronchoscopy and bronchoalveolar lavage; laryngoscopy; positive pressure ventilation (BiPAP and CPAP); autopsy of lung tissue; nasopharyngeal washing, aspirate, and scoping; and sputum induction.
- Other, lower risk procedures include airway suctioning; high-flow oxygen (including single and double O₂ set ups, Optiflow and Airvo); breaking closed ventilation systems intentionally (e.g., open suctioning) or unintentionally (e.g., patient movement); cardiopulmonary resuscitation (CPR); tracheostomy care; chest physiotherapy (manual and mechanical cough assist device [MI-E]); administration of aerosolizing or nebulizing medications; and abscess/wound irrigation (nonrespiratory TB).

*See <https://www.cdc.gov/oralhealth/infectioncontrol/summary-infection-prevention-practices/standard-precautions.html> for CDC's Standard Precautions for Infection Prevention. For Standard (Universal) Precautions Guidelines described in the OSHA Bloodborne Pathogens Standard (29 CFR 1910.1030), see www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=10051.

‡ Safety goggles should offer splash protection, specifically indirect vented or nonvented goggles.

El Rol del Higienista Ocupacional en una Pandemia, 2da edición, Versión 2

Roger D. Lewis and Robert Strode, editores sénior

*Una publicación del Comité de Bioseguridad y Microbiología Ambiental
de la AIHA*

A los higienistas ocupacionales se les brindan recursos, información y herramientas para asesorar y ayudar a los trabajadores en general, los trabajadores de la salud y la gerencia a proteger a los trabajadores en caso de una pandemia. Esta guía identifica peligros, grupos de riesgo y controles recomendados; ofrece un plan de comunicación; describe el impacto de una pandemia en las organizaciones; y enumera recursos clave para contactar para obtener más información.



STOCK NUMBER:
SEPG21-???