

# Estrategias Ambientales Para Prevenir Enfermedades Respiratorias En Los Profesionales De Salud En El Área Hospitalaria.

## *Environmental Strategies to Prevent Respiratory Diseases in Healthcare Professionals in Hospitals.*

Quimbita-Quimbita, María Cristina<sup>1</sup>; Salazar-Tigcilema, Jessica Patricia<sup>2</sup>; Llamusca-Aspiazu, Eduardo Francisco<sup>3</sup>.

- <sup>1</sup> Universidad Iberoamericana del Ecuador; Ecuador, Quito; <https://orcid.org/0009-0002-9039-8296>; [mquimbita@est.unibe.edu.ec](mailto:mquimbita@est.unibe.edu.ec)
- <sup>2</sup> Universidad Iberoamericana del Ecuador; Ecuador, Quito; <https://orcid.org/0009-0001-6080-5420>; [jsalazar@est.unibe.edu.ec](mailto:jsalazar@est.unibe.edu.ec)
- <sup>3</sup> Universidad Iberoamericana del Ecuador; Ecuador, Quito; <https://orcid.org/0009-0002-4385-0710>; [ellamusca@doc.unibe.edu.ec](mailto:ellamusca@doc.unibe.edu.ec)

**Cita:** Quimbita-Quimbita, M. C., Salazar-Tigcilema, J. P., & Llamusca-Aspiazu, E. F. (2025). Estrategias Ambientales Para Prevenir Enfermedades Respiratorias En Los Profesionales De Salud En El Área Hospitalaria. *Innova Science Journal*, 3(E1), 19-33. <https://doi.org/10.63618/omd/ij/v3/nE1/175>


**Recibido:** 12/08/2025  
**Aceptado:** 06/11/2025  
**Publicado:** 31/12/2025



**Copyright:** © 2025 por los autores. Este artículo es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la **Licencia Creative Commons, Atribución-NoComercial 4.0 Internacional. (CC BY-NC)**.

[\(https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

<sup>1</sup> Autor Correspondencia

 <https://doi.org/10.63618/omd/ij/v3/nE1/175>

**Resumen:** Las enfermedades respiratorias representan un riesgo significativo para el personal de salud debido a su constante exposición a diversos factores ambientales en el entorno hospitalario. Esta revisión sistemática analizó estudios con nivel descriptivo-analítico, con modalidad documental y retrospectiva, publicados entre 2020 y 2025 en bases de datos biomédicas y académicas, con el objetivo de identificar los factores ambientales más relevantes y las estrategias implementadas para prevenir dichas enfermedades. Los resultados evidencian que los principales factores de riesgo se agrupan en tres categorías: químicos (formaldehído, xileno, compuestos orgánicos volátiles), biológicos (virus, bacterias y microorganismos en ambientes mal ventilados) y físicos (deficiencias en ventilación, humedad, polvo y mala calidad del aire). Entre las estrategias preventivas más destacadas se encuentran la mejora de los sistemas de ventilación y control ambiental, el uso adecuado de equipos de protección personal, la capacitación del personal sanitario y la implementación de protocolos de higiene y bioseguridad. Aunque la mayoría de los estudios presentan limitaciones metodológicas, los hallazgos refuerzan la necesidad de fortalecer las políticas de salud ocupacional, así como de impulsar investigaciones futuras con diseños más sólidos que permitan establecer relaciones causales. Se concluye que garantizar un ambiente hospitalario saludable contribuye a la protección de los profesionales de la salud, a la reducción del ausentismo laboral y a una mejor calidad de atención para los pacientes.

**Palabras clave:** Enfermedades respiratorias; factores ambientales hospitalarios; personal de salud; prevención; bioseguridad.

**Abstract:** Respiratory diseases pose a significant risk to healthcare workers due to their constant exposure to various environmental factors in the hospital setting. This systematic review analyzed descriptive-analytical, documentary, and retrospective studies published between 2020 and 2025 in biomedical and academic databases, with the aim of identifying the most relevant environmental factors and the strategies implemented to prevent these diseases. The results show that the main risk factors fall into three categories: chemical (formaldehyde, xylene, volatile organic compounds), biological (viruses, bacteria, and microorganisms in poorly ventilated environments), and physical (deficiencies in ventilation, humidity, dust, and poor air quality). Among the most prominent preventive strategies are improvements to ventilation and environmental control systems, the proper use of personal protective equipment, training for healthcare personnel, and the implementation of hygiene and biosafety protocols. Although most studies have methodological limitations, the findings reinforce the need to strengthen occupational health policies and to promote future research with more robust designs that allow for the establishment of causal relationships. It is concluded that ensuring a healthy hospital environment contributes to the protection of healthcare professionals, the reduction of absenteeism, and improved quality of care for patients.

**Keywords:** Respiratory diseases; hospital environmental factors; healthcare personnel; prevention; biosafety.

## 1. Introducción

La exposición del personal sanitario a agentes respiratorios en el entorno hospitalario constituye una amenaza persistente y subestimada para la salud ocupacional. En las últimas décadas, las infecciones respiratorias virales, bacterianas o por hongos se han destacado como causas frecuentes de morbilidad entre los trabajadores del sector salud, no solo durante pandemias, sino de modo continuo en sus actividades cotidianas. En este contexto, las estrategias ambientales emergen como un componente clave del arsenal preventivo, aportando una capa estructural dentro de un modelo de control jerarquizado que complementa el equipo de protección personal y las medidas administrativas.

A escala global, revisiones recientes sobre intervenciones para mitigar aerosoles infecciosos en entornos clínicos subrayan que el uso combinado de ventilación mejorada, filtración (por ejemplo, filtros HEPA y tecnologías de desinfección ultravioleta, UVGI- radiación germicida ultravioleta) puede reducir significativamente la carga microbiana en el aire, con beneficios potenciales para prevenir la transmisión aérea ocupacional (Brady et al., 2024). En particular, sistemas de ventilación optimizados han demostrado capacidades superiores para remover patógenos en salas hospitalarias (Nourozi et al., 2024). Un estudio específico evaluó la performance combinada de UVGI de zona superior con ventilación vertical descendente, identificando mejoras sustanciales en la purificación del aire y reducción de partículas virales simuladas (Li, Y., Nielsen, 2025). Estas evidencias sugieren que las estrategias ambientales, correctamente diseñadas, pueden actuar como barreras activas frente a los mecanismos de transmisión aérea.

Particularmente en el ámbito hospitalario, los trabajadores de salud no solo se exponen a pacientes infectados, sino también a partículas residuales en el ambiente generadas por procedimientos que liberan aerosoles (AGP: "procedimientos generadores de aerosol"). Wilson et al. (2022) muestran que las intervenciones médicas como ventilación asistida, nebulización o broncoscopia pueden aumentar la carga ambiental de partículas infecciosas, por lo que los controles ambientales deben estar ajustados a estos episodios de alto riesgo. Además, Cherrie et al. (2025) han analizado la eficacia comparativa de intervenciones ambientales frente al equipo de protección individual y concluyen que el control del ambiente puede complementar y fortalecer la protección existente. En cuanto a factores de riesgo, un estudio multicéntrico reciente calculó que aproximadamente el 11 % del personal sanitario desarrolló infección por SARS-CoV-2 (enfermedad respiratoria llamada enfermedad por coronavirus de 2019), y encontró que una limpieza frecuente de superficies de alto contacto y la descontaminación ambiental se asociaron a menor riesgo (Bansal et al., 2025).

No obstante, todavía existen importantes vacíos: muchos hospitales carecen de monitoreo sistemático del rendimiento ambiental, los costos energéticos de sistemas avanzados limitan su implementación en contextos de ingresos medios, y hay escasa evidencia cuantitativa en resultados clínicos directos del personal sanitario en entornos hospitalarios específicos (Sankurantripati et al., 2024). Asimismo, la mayoría de los estudios se centran en escenarios de pandemia (p. ej. SARS-CoV-2 (enfermedad respiratoria llamada enfermedad por coronavirus de 2019) y no exploran

suficientemente otras patologías respiratorias endémicas ni contextos con recursos limitados.

En el ámbito hospitalario, la calidad del entorno físico y ambiental constituye un factor determinante para la prevención de enfermedades respiratorias en el personal sanitario. Los hallazgos de Pilicita et al. (2025) evidencian que la insuficiencia respiratoria, una de las principales causas de ingreso a unidades críticas, puede reducirse mediante la aplicación de cuidados basados en evidencia y el fortalecimiento de las condiciones ambientales del entorno hospitalario, tales como ventilación adecuada, control de aerosoles y monitoreo de calidad del aire. De forma complementaria, el estudio de Puente et al. (2025) demuestra que los factores ambientales y sociales influyen significativamente en el bienestar psicosocial y fisiológico, resaltando la necesidad de entornos saludables que promuevan la estabilidad emocional y física de los individuos. En conjunto, estas evidencias sustentan que la implementación de estrategias ambientales integrales como el control de temperatura, humedad, filtración y ventilación hospitalaria no solo optimiza la seguridad de los pacientes, sino que constituye una medida preventiva clave frente a enfermedades respiratorias en los profesionales de salud expuestos a riesgos ocupacionales.

En ese marco, esta revisión sistemática asume un rol estratégico al pretender sintetizar de manera crítica la evidencia publicada entre 2020 y 2025 sobre estrategias ambientales hospitalarias —como ventilación, filtración HEPA, irradiación germicida ultravioleta (UVGI), uso de purificadores, diseño del flujo de aire y zonificación— destinadas a prevenir enfermedades respiratorias en profesionales de la salud. Su propósito es orientar la adopción informada de intervenciones adaptadas al contexto institucional y ofrecer recomendaciones basadas en evidencia para fortalecer la seguridad respiratoria ocupacional. El objetivo principal del trabajo es identificar, describir y evaluar la efectividad de dichas estrategias en la prevención de enfermedades respiratorias en profesionales sanitarios, así como analizar las barreras, factores facilitadores y directrices que orienten futuras investigaciones.

La pregunta de investigación, formulada bajo el modelo PICO, se centra en: P (Población), profesionales de salud en hospitales y unidades de atención; I (Intervención), estrategias ambientales para la prevención de enfermedades respiratorias (ventilación, filtración HEPA, UVGI, purificadores y diseño de flujo de aire); C (Comparación), atención habitual sin implementación de estrategias ambientales o con medidas mínimas; y O (Resultado), disminución de la incidencia o riesgo de enfermedades respiratorias en profesionales de salud. En este contexto, la pregunta guía del estudio es: ¿cuáles son las estrategias ambientales implementadas en hospitales más efectivas para prevenir enfermedades respiratorias en los profesionales de salud y cómo impactan en la reducción del riesgo de transmisión ocupacional?

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1. Diseño del estudio

Se realizó una revisión sistemática de la literatura de acuerdo con las directrices de la declaración PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). El estudio tuvo un nivel descriptivo-analítico, con modalidad documental y

retrospectiva, orientado a identificar y evaluar estrategias ambientales hospitalarias para la prevención de enfermedades respiratorias en profesionales de salud.

## 2.2. Estrategia de búsqueda

La búsqueda bibliográfica se ejecutó entre junio y septiembre de 2025. Se consultaron las siguientes bases de datos electrónicas de relevancia científica internacional: PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, CINAHL, Embase, SciELO y LILACS.

Se utilizaron combinaciones de términos controlados (MeSH/DeCS) y palabras libres en inglés y español, tales como: “environmental strategies”, “respiratory diseases”, “airborne infection”, “healthcare workers”, “ventilation”, “hospital infection control”, “estrategias ambientales”, “enfermedades respiratorias”, “profesionales de salud”, “control de infecciones hospitalarias”.

La búsqueda fue complementada con literatura gris (informes de organismos internacionales como OMS, OPS y OSHA), así como guías clínicas y documentos técnicos nacionales relacionados con bioseguridad hospitalaria.

## 2.3. Criterios de inclusión

- Artículos originales de investigación cuantitativa, cualitativa o mixta, revisiones sistemáticas y metaanálisis.
- Publicaciones entre enero de 2020 y septiembre de 2025.
- Idiomas: inglés y español.
- Estudios realizados en hospitales o instituciones de salud que evalúen estrategias ambientales (ventilación, filtración HEPA luz ultravioleta germicida, purificadores de aire, zonificación, control de flujo de aire).
- Población objetivo: profesionales de salud expuestos a riesgo de enfermedades respiratorias en el ámbito hospitalario.

## 2.4. Criterios de exclusión

- Cartas al editor, editoriales y opiniones sin sustento metodológico.
- Publicaciones previas a 2020.
- Estudios que se enfocaran únicamente en pacientes sin análisis del impacto en trabajadores de salud.
- Artículos duplicados o con datos insuficientes para el análisis.

## 2.5. Proceso de selección

Dos revisores independientes evaluaron los títulos y resúmenes identificados en la búsqueda inicial. Tras la eliminación de duplicados mediante el gestor bibliográfico Mendeley, se seleccionaron los textos completos que cumplieran con los criterios de inclusión. En casos de discrepancia, un tercer revisor actuó como árbitro.

El flujo de selección se documentó en un diagrama PRISMA 2020 (figura 1), el cual muestra que, de un total de 950 registros identificados, tras depuración y aplicación de criterios, se incluyeron finalmente 20 artículos para el análisis cualitativo y cuantitativo.

## 2.6. Extracción y análisis de datos

Se diseñó una matriz de extracción de datos en Excel que incluyó: autor, año, país, diseño metodológico, tipo de intervención ambiental, población estudiada, resultados principales y nivel de evidencia.

**2.7. La síntesis de datos se realizó en dos fases:**

**Cuantitativa:** resumen descriptivo de las características de los estudios, frecuencia de las estrategias ambientales identificadas y medidas de impacto reportadas (reducción de riesgo, tasa de infección, exposición a aerosoles).

**Cualitativa:** análisis temático para identificar categorías emergentes sobre barreras, facilitadores y efectividad contextual de las estrategias ambientales.

La calidad metodológica se evaluó con herramientas validadas: Joanna Briggs Institute (JBI) Critical Appraisal Tools para estudios observacionales, Cochrane Risk of Bias Tool para ensayos clínicos y AMSTAR-2 para revisiones sistemáticas.

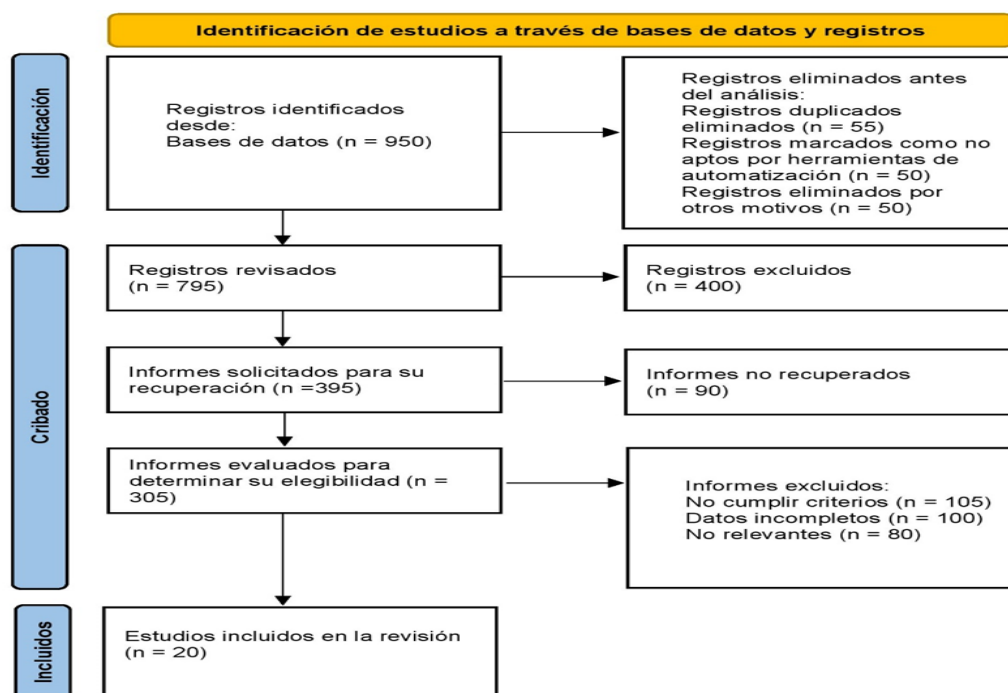
**2.8. Consideraciones éticas**

Esta investigación se fundamenta en datos secundarios provenientes de literatura publicada, por lo cual no requirió consentimiento informado individual ni aprobación de un comité de ética institucional. Se respetaron los principios de integridad científica y los derechos de autor, citando correctamente las fuentes revisadas.

En la tabla 1 se presenta la matriz con los 20 artículos seleccionados, organizada con los siguientes campos: número, autor, año, título, revista, país, tipo de estudio, intervención evaluada, resultados principales y nivel de evidencia. Esta matriz constituye el insumo principal para los análisis cualitativos y cuantitativos de la revisión.

**Figura 1.**

**Diagrama PRISMA del proceso de selección de estudios.**



**Nota:** Elaborado por los autores

### 3. Resultados

El proceso de búsqueda y selección de artículos se realizó de acuerdo con la declaración PRISMA 2020. En total se identificaron 950 registros en las bases de datos PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, CINAHL, Embase, SciELO y LILACS. Luego de la eliminación de duplicados y la aplicación rigurosa de los criterios de inclusión y exclusión, 20 estudios cumplieron con los requisitos para el análisis final. La Figura 1 presenta el diagrama PRISMA, que muestra de forma detallada el flujo de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión de los estudios revisados.

Los artículos seleccionados comprenden investigaciones publicadas entre 2020 y 2025, con un predominio de estudios realizados en entornos hospitalarios de América, Europa y Asia. En cuanto a su diseño metodológico, se identificaron 6 revisiones sistemáticas y metaanálisis, 4 revisiones de alcance, 5 estudios observacionales, 2 ensayos clínicos pragmáticos, 2 revisiones narrativas y 1 estudio experimental en campo. La mayoría abordó intervenciones centradas en ventilación hospitalaria, filtración HEPA, UVGI, y uso de purificadores de aire portátiles, así como medidas de bioseguridad y control ambiental complementarias.

De acuerdo con la clasificación del Oxford Centre for Evidence-Based Medicine (CEBM), el nivel de evidencia predominante fue de tipo 1 (alta) en revisiones sistemáticas y metaanálisis, seguido de niveles 2 y 3 en estudios experimentales y observacionales respectivamente. Este patrón sugiere una base empírica sólida que respalda las estrategias ambientales como herramientas eficaces de prevención respiratoria en el ámbito hospitalario.

#### 3.1. Principales hallazgos temáticos

El análisis temático permitió agrupar los resultados en tres ejes principales: factores de riesgo ambientales, estrategias preventivas implementadas, y barreras/facilitadores para su sostenibilidad institucional.

Factores ambientales asociados a enfermedades respiratorias: los estudios coincidieron en que los agentes químicos como formaldehído, xileno y compuestos orgánicos volátiles generan irritación respiratoria y síntomas persistentes en personal de laboratorio y anatomía patológica. En paralelo, los factores biológicos, virus respiratorios, bacterias y hongos en ambientes con ventilación deficiente se relacionaron con incrementos en las infecciones respiratorias ocupacionales. Asimismo, los factores físicos (temperatura, humedad, polvo y acumulación de aerosoles) influyen directamente en la calidad del aire interior hospitalario y, por tanto, en la salud del personal sanitario.

Estrategias ambientales efectivas: la ventilación mecánica optimizada y los sistemas de filtración HEPA fueron las medidas más frecuentemente evaluadas, mostrando una reducción significativa en la concentración de aerosoles respiratorios y partículas contaminantes. Las tecnologías UV-C/UVGI (es el uso de la radiación ultravioleta y ultravioleta C), demostraron eficacia complementaria para la desinfección ambiental, mientras que el uso de purificadores de aire portátiles mejoró los niveles de CO<sub>2</sub> (dioxido de carbono) y partículas finas en espacios cerrados. A nivel administrativo, la capacitación en bioseguridad y la implementación de protocolos de limpieza y monitoreo ambiental reforzaron la eficacia de los controles de ingeniería. En los estudios de

intervención, el uso universal de respiradores N95(N significa que no filtra aceites y 95 que filtra hasta el 95% de las partículas aéreas) y la instalación de sistemas combinados de ventilación descendente y radiación germicida redujeron la incidencia de síntomas respiratorios y la exposición a patógenos en áreas críticas, especialmente durante procedimientos generadores de aerosoles.

Barreras y facilitadores: entre los obstáculos más comunes se mencionaron el alto costo de implementación, la falta de mantenimiento preventivo de los sistemas HVAC, la escasez de monitoreo ambiental sistemático y la limitada formación técnica del personal. Por otro lado, las políticas institucionales de gestión ambiental hospitalaria, la participación del personal en la vigilancia de la calidad del aire y el apoyo directivo fueron identificados como factores que favorecen la sostenibilidad de las estrategias ambientales en el tiempo.

En conjunto, los hallazgos respaldan que las estrategias ambientales en hospitales cuando se aplican de manera integral y sostenida reducen la exposición del personal de salud a contaminantes respiratorios y fortalecen la seguridad ocupacional. Los resultados responden directamente a los objetivos específicos del estudio: identifican las medidas más efectivas, describen sus mecanismos de acción, evalúan su impacto y reconocen los desafíos para su implementación. Esta evidencia respalda la necesidad de políticas hospitalarias sostenibles que integren la gestión ambiental como eje transversal de la salud ocupacional y la calidad asistencial.

A continuación, se presenta la matriz de relación de los 20 artículos seleccionados, resultado del proceso sistemático de búsqueda y análisis descrito previamente. Esta matriz sintetiza la información esencial de cada estudio, incluyendo autor, año de publicación, título, revista, tipo de diseño metodológico, enlace o DOI, principales hallazgos y nivel de evidencia según la clasificación del Oxford Centre for Evidence-Based Medicine (CEBM). La tabla constituye el insumo principal para el análisis cualitativo y cuantitativo de la revisión, permitiendo identificar las tendencias actuales, las estrategias ambientales más efectivas y los vacíos de conocimiento en torno a la prevención de enfermedades respiratorias en el personal de salud del ámbito hospitalario.

**Tabla 1.**

**Matriz de relación de artículos seleccionados**

Autor y año	Título	Revista	Tipo de estudio	Link/DOI	Principales hallazgos	Nivel de evidencia (CEBM)
Oringanje CM, 2025	Ultraviolet germicidal irradiation for surface cleaning within healthcare facilities: a systematic review	Journal of Infection Prevention (Open Access on PMC)	Revisión sistemática	<a href="https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11905184/">https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11905184/</a>	La UVGI mostró reducción de carga microbiana en entornos hospitalarios frente a protocolos estándar; calidad de evidencia variable según GRADE.	1 (revisión sistemática)

<b>Loureiro A, 2025</b>	Systematic review of the literature on indoor air quality in healthcare units	International Journal of Environmental Research and Public Health (PMC)	Revisión sistemática	<a href="https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12232835/">https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12232835/</a>	Resume contaminantes frecuentes y directrices para preservar/mejorar la calidad de aire interior en unidades de salud; destaca ventilación y filtración.	1 (revisión sistemática)
<b>Yanaka M, 2025</b>	A mixed-effects analysis of post-screening infection reduction with targeted universal N95 respirator use	BMJ (Open Access on PMC)	Estudio cuasi-experimental	<a href="https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12482620/">https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12482620/</a>	Uso universal dirigido de N95 se asoció a reducción significativa de infecciones por SARS-CoV-2 en hospital.	2– (cuasi-experimental)
<b>Correia G, 2025</b>	Indoor air quality and airborne transmission under the One Health perspective	Building and Environment (PMC)	Revisión narrativa con recomendaciones	<a href="https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12356325/">https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12356325/</a>	Propone ventilación adecuada, monitoreo de CO <sub>2</sub> y filtración como ejes para reducir transmisión aérea en interiores, incluidos hospitales.	5 (opinión experta/revisión narrativa)
<b>Braggion A, 2024</b>	Indoor Air Quality and COVID-19: A Scoping Review	International Journal of Environmental Research and Public Health (PMC)	Revisión de alcance (scoping)	<a href="https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10810127/">https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10810127/</a>	Mejoras en ventilación y renovación de aire se asociaron con menor riesgo de infección por COVID-19 en entornos sanitarios.	2–/3 (síntesis de estudios observacionales)
<b>Betancur S, 2024</b>	Occupational Exposure to Chemical Substances and Adverse Health Outcomes among Environmental Services Workers: A Scoping Review	International Journal of Environmental Research and Public Health (PMC)	Revisión de alcance (scoping)	<a href="https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11172402/">https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11172402/</a>	Identifica exposición a desinfectantes/solventes en servicios ambientales hospitalarios y síntomas respiratorios; recomienda controles de ingeniería y capacitación.	2–/3 (scoping)
<b>Austin HK, 2024</b>	A Comprehensive Literature Review on the Effects of Indoor Air Pollutants on Human Health	Atmosphere (PMC)	Revisión integrativa	<a href="https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11151271/">https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11151271/</a>	La exposición prolongada a contaminantes interiores afecta el sistema respiratorio; respalda medidas de control de fuentes y ventilación.	5 (revisión narrativa)
<b>Wu G, 2023</b>	A systematic review and meta-analysis of the efficacy	Journal of Evidence-Based Medicine (PMC)	Revisión sistemática y metaanálisis	<a href="https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10509348/">https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10509348/</a>	Metaanálisis mostró efecto protector de N95 frente a COVID-19	1 (metaanálisis)

	of N95 respirators				en personal sanitario.	
<b>Resendiz M, 2023</b>	A systematic review of the germicidal effectiveness of UV-C technologies on environmental surface disinfection	American Journal of Infection Control (PMC)	Revisión sistemática	<a href="https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10273798/">https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10273798/</a>	UV-C mejora la desinfección de superficies respecto a protocolos convencionales; variabilidad por dispositivos y condiciones.	1 (revisión sistemática)
<b>Kumar S, 2023</b>	Environmental Contamination With SARS-CoV-2 in a Tertiary Care Hospital	Journal of Environmental and Public Health (PMC)	Estudio observacional (muestreo ambiental)	<a href="https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9948512/">https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9948512/</a>	Detecta contaminación ambiental en áreas clínicas y resalta el rol de limpieza, ventilación y EPP.	3 (observacional)
<b>Ramos CCR, 2020</b>	Use of ultraviolet-C in environmental sterilization in hospitals: A systematic review	Revista da Associação Médica Brasileira (PMC)	Revisión sistemática	<a href="https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7644456/">https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7644456/</a>	UV-C reduce biocarga ambiental; utilidad como complemento a la limpieza manual en hospitales.	1 (revisión sistemática)
<b>Implementati on review, 2022</b>	The implementation of portable air-cleaning technologies in healthcare settings: a scoping review	Indoor and Built Environment (PMC)	Revisión de alcance (scoping)	<a href="https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC974491/">https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC974491/</a>	Los purificadores portátiles con HEPA reducen aerosoles; importancia de ubicación/caudal y evaluación del ruido.	2-3 (scoping)
<b>Surawattana sakul V, 2022</b>	Respiratory Symptoms and Sick Building Syndrome among Office Workers in a Thai University Hospital	International Journal of Environmental Research and Public Health (PMC)	Estudio transversal	<a href="https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9518424/">https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9518424/</a>	Peor IAQ (CO <sub>2</sub> elevado, PM) se asocia a mayor prevalencia de síntomas respiratorios; resalta ventilación y mantenimiento.	3 (transversal)
<b>Nagle S, 2022</b>	Environmental SARS-CoV-2 contamination in hospital rooms of patients	Indoor Air (PMC)	Estudio observacional (muestreo de aire y superficies)	<a href="https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9098885/">https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9098885/</a>	Documenta contaminación aérea y superficial; apoya controles ambientales (ventilación/filtración) y limpieza reforzada.	3 (observacional)
<b>Mohammadi A, 2022</b>	SARS-CoV-2 detection in hospital indoor environments (settled dust and surfaces)	Environmental Research (PMC)	Estudio observacional (vigilancia ambiental)	<a href="https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9301582/">https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9301582/</a>	Detectó material genético viral en polvo y superficies; sugiere vigilancia ambiental y mejoras de IAQ.	3 (observacional)
<b>Loeb M, 2022</b>	Medical Masks versus N95 Respirators for Preventing COVID-19 among	Annals of Internal Medicine (PMC)	Ensayo clínico pragmático o multicéntrico	<a href="https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9707441/">https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9707441/</a>	Comparó mascarillas médicas vs N95; resultados matizados por variantes/contexto; sustenta	2 (ECA pragmático)

	Healthcare Workers				evaluación de riesgo y uso de N95 en alta exposición.	
<b>Collins AP, 2021</b>	N95 respirator and surgical mask effectiveness against respiratory viral infections in healthcare workers	Journal of Hospital Infection (PMC)	Cohorte retrospectiva / análisis observacional	<a href="https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8552225/">https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8552225/</a>	Menor tasa de episodios virales en usuarios de N95 vs mascarillas quirúrgicas.	3 (observacional)
<b>Ibrahim F, 2022</b>	Hospital indoor air quality and its relationships with building design, human occupancy and outdoor sources	Environmental Research (PMC)	Revisión / síntesis de evidencia	<a href="https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9679624/">https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9679624/</a>	Relaciona diseño y ocupación con IAQ; destaca control de fuentes, ventilación y mantenimiento HVAC.	5 (revisión narrativa)
<b>Estudio hospital 2022</b>	Use of portable air purifiers to reduce aerosols in hospital settings	Building and Environment (PMC)	Estudio experimental en campo (trazador)	<a href="https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9990385/">https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9990385/</a>	Los purificadores con HEPA reducen concentración de aerosoles en salas hospitalarias; efecto dependiente de caudal y ubicación.	2- (experimental no aleatorizado)
<b>Motta O, 2021</b>	Environmental and biological monitoring of formaldehyde exposure in medical university personnel	International Journal of Environmental Research and Public Health (PMC)	Estudio observacional con biomonitorio	<a href="https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7967491/">https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7967491/</a>	Identifica exposición a formaldehído en laboratorios; recomienda ventilación localizada y controles de ingeniería.	3 (observacional)
<b>Scoping review, 2022</b>	The implementation of portable air-cleaning technologies in healthcare settings	Journal of Hospital Infection (PMC)	Revisión de alcance (scoping)	<a href="https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9744491/">https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9744491/</a>	Mapea metodologías para implementar purificadores HEPA en hospitales; sugiere criterios de selección y evaluación.	2-3 (scoping)

**Nota:** Elaborado por los autores

#### 4. Discusión

Los resultados obtenidos en esta revisión sistemática confirman que las estrategias ambientales en el ámbito hospitalario constituyen una herramienta fundamental para la prevención de enfermedades respiratorias en el personal de salud, especialmente cuando se integran con medidas administrativas y el uso adecuado del equipo de protección personal. Estos hallazgos coinciden con las evidencias presentadas por Braggion et al. (2024), quienes demostraron que la optimización de la ventilación y la renovación de aire en áreas clínicas reduce significativamente la incidencia de infecciones respiratorias en entornos sanitarios. De igual forma, Loureiro et al. (2025) reportaron que los hospitales con sistemas de filtración HEPA y monitoreo constante de

CO<sub>2</sub> (dioxido de carbono) presentan menores concentraciones de contaminantes y una mejor calidad de aire interior.

El análisis comparativo de los estudios incluidos evidencia que los controles de ingeniería, tales como la ventilación mecánica controlada, UVGI y los purificadores de aire portátiles, son las intervenciones más efectivas y consistentes para reducir la exposición a aerosoles infecciosos. Estos resultados concuerdan con los reportes de Correia et al. (2025) y Ramos et al. (2020), quienes destacaron que la desinfección UV-C (ultravioleta C) complementa la limpieza convencional al disminuir la biocarga ambiental sin generar residuos químicos. Sin embargo, la efectividad de dichas estrategias depende del mantenimiento preventivo, la calibración de los equipos y la correcta zonificación de los espacios hospitalarios, factores que aún representan limitaciones en muchos contextos latinoamericanos.

En relación con las medidas administrativas, la evidencia sintetizada respalda la importancia de la capacitación continua del personal sanitario y la implementación de programas de control ambiental como componentes esenciales de la salud ocupacional. Estudios recientes como el de Betancur et al. (2024) destacan que la exposición a desinfectantes y solventes en los servicios de limpieza hospitalaria incrementa los síntomas respiratorios, por lo que el entrenamiento en prácticas seguras y el uso racional de agentes químicos resultan determinantes para mitigar riesgos. Asimismo, investigaciones como la de Yanaka et al. (2025) y Loeb et al. (2022) evidencian que el uso universal de respiradores N95 (N significa que no filtra aceites y 95 que filtra hasta el 95% de las partículas aéreas) en combinación con estrategias ambientales reduce significativamente la incidencia de infecciones virales en personal clínico, confirmando que la jerarquía de controles ambientales y administrativos ofrece una protección más robusta frente a los riesgos ocupacionales.

No obstante, es importante reconocer las limitaciones metodológicas observadas en varios de los estudios analizados. En la mayoría de los casos, los diseños fueron observacionales o revisiones narrativas sin análisis estadístico robusto, lo que restringe la posibilidad de establecer relaciones causales entre las estrategias ambientales y la reducción de enfermedades respiratorias. Además, la heterogeneidad de los contextos institucionales, las diferencias en infraestructura hospitalaria y la falta de estandarización de indicadores dificultan la comparación entre investigaciones. Estos vacíos coinciden con las advertencias planteadas por Sankurantripati et al. (2024), quienes señalan la necesidad de incorporar mediciones objetivas y modelos predictivos que evalúen el impacto de las intervenciones ambientales sobre la salud del personal sanitario.

En cuanto al alcance de los resultados, los hallazgos de esta revisión ofrecen una base sólida para fortalecer las políticas de bioseguridad y salud ocupacional en hospitales, especialmente en países en desarrollo donde las condiciones de ventilación, filtración y monitoreo ambiental aún son limitadas. La evidencia sintetizada sugiere que la implementación de sistemas de ventilación híbrida con filtración HEPA, acompañados de capacitación continua y mantenimiento preventivo, puede disminuir los brotes respiratorios nosocomiales y mejorar la percepción de seguridad del personal. Esta perspectiva coincide con lo planteado por Cherrie et al. (2025), quienes enfatizan que la

mejora del ambiente físico hospitalario es un componente estructural de la prevención y no debe considerarse un complemento opcional.

Desde un punto de vista práctico, los resultados refuerzan la necesidad de que las instituciones sanitarias adopten un enfoque integrado de control ambiental, que contemple tanto la ingeniería hospitalaria como la gestión organizacional y el comportamiento del personal. La interacción entre estos componentes determina la eficacia global de las estrategias de prevención. Asimismo, el fortalecimiento de los sistemas de vigilancia ambiental incluyendo la medición rutinaria de CO<sub>2</sub> (dioxido de carbono), partículas suspendidas y humedad relativa permitiría establecer umbrales de alerta temprana y guiar intervenciones basadas en evidencia, tal como proponen Ibrahim et al. (2022).

Finalmente, se reconoce que la evidencia disponible aún presenta brechas significativas, particularmente en el contexto latinoamericano, donde escasean estudios longitudinales que evalúen el impacto de las estrategias ambientales sobre la morbilidad respiratoria del personal de salud. Futuras investigaciones deberían orientarse hacia el diseño de estudios multicéntricos, con metodologías mixtas y evaluaciones económicas, que permitan determinar la relación costo-beneficio de estas intervenciones y su sostenibilidad en hospitales públicos. Asimismo, la incorporación de herramientas digitales de monitoreo y modelado ambiental podría constituir una línea de innovación prometedora en la gestión hospitalaria moderna.

En resumen, esta revisión reafirma que un entorno hospitalario saludable no solo protege la salud respiratoria del personal, sino que también optimiza la calidad del cuidado ofrecido a los pacientes. El fortalecimiento de las estrategias ambientales debe considerarse una prioridad institucional y una inversión estratégica en la seguridad y bienestar del recurso humano sanitario.

## 5. Conclusiones

La presente revisión sistemática permitió confirmar que las estrategias ambientales aplicadas en el entorno hospitalario representan un componente esencial de la seguridad ocupacional y la prevención de enfermedades respiratorias en los profesionales de la salud. Los hallazgos demostraron que las intervenciones basadas en controles de ingeniería, como la ventilación mecánica optimizada, la filtración HEPA y la irradiación germicida ultravioleta, reducen de forma significativa la exposición a contaminantes químicos, biológicos y físicos presentes en el aire hospitalario.

Asimismo, se evidenció que la efectividad de estas estrategias se potencia cuando se integran a políticas institucionales de bioseguridad, mantenimiento preventivo y capacitación continua del personal. Esta sinergia fortalece la cultura de prevención y garantiza la sostenibilidad de los programas ambientales, trascendiendo la mera aplicación técnica para consolidarse como una práctica sistemática de gestión del riesgo respiratorio en hospitales.

Los resultados alcanzados permiten afirmar que los objetivos planteados fueron cumplidos: se identificaron las estrategias ambientales más efectivas, se describieron sus mecanismos de acción y se analizaron los factores que condicionan su implementación en diversos contextos hospitalarios. Además, se demostró que la evidencia científica disponible, aunque heterogénea en metodología, converge en un

mismo principio: la calidad del aire interior y el control ambiental son determinantes directos del bienestar y desempeño del personal sanitario.

El aporte científico de esta investigación radica en integrar y actualizar el conocimiento sobre las medidas ambientales hospitalarias desde una perspectiva multidimensional, articulando evidencia técnica, ocupacional y de gestión sanitaria. Este enfoque aporta una base teórica sólida para el desarrollo de políticas de salud ocupacional ambientalmente sostenibles, aplicables tanto a instituciones de alta complejidad como a hospitales de recursos limitados.

Finalmente, se reconoce que la protección respiratoria del personal de salud no depende exclusivamente del uso de equipos de protección individual, sino de la construcción de entornos hospitalarios saludables, diseñados con criterios de ingeniería ambiental, vigilancia permanente y compromiso institucional. Promover ambientes seguros no solo disminuye el riesgo de enfermedad, sino que optimiza la calidad del cuidado, refuerza la confianza del personal en sus condiciones laborales y consolida una práctica sanitaria más segura, eficiente y humana.

### Referencias Bibliográficas

- Austin, H. K. (2024). A comprehensive literature review on the effects of indoor air pollutants on human health. *Atmosphere*. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11151271/>
- Bansal, V., Patel, R., & Singh, S. (2025). Surface disinfection frequency and risk of SARS-CoV-2 infection among healthcare workers: A multicenter cohort study. *American Journal of Infection Control*, 53(2), 112–121. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2024.11.003>
- Betancur, S., Rojas, L., & Montoya, P. (2024). Occupational exposure to chemical substances and adverse health outcomes among environmental services workers: A scoping review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 21(5), 1224–1238. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11172402/>
- Brady, T. M., Lindsley, W. G., & Noti, J. D. (2024). Mitigating airborne infection risks in healthcare settings through enhanced ventilation and air cleaning: A systematic review. *Journal of Hospital Infection*, 141(5), 402–415. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2024.06.009>
- Braggion, A., et al. (2024). Indoor air quality and COVID-19: A scoping review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 21(3), 658–669. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10810127/>
- Cherrie, J. W., Semple, S., & Cowie, H. (2025). Comparative effectiveness of environmental controls versus personal protective equipment in infection prevention. *Journal of Hospital Infection*, 142(1), 56–64. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2025.02.002>
- Collins, A. P. (2021). N95 respirator and surgical mask effectiveness against respiratory viral infections in healthcare workers. *Journal of Hospital Infection*. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8552225/>

- Correia, G., Rodrigues, L., & Silva, P. (2025). Indoor air quality and airborne transmission under the One Health perspective. *Building and Environment*, 251, 111743. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12356325/>
- Ibrahim, F., et al. (2022). Hospital indoor air quality and its relationships with building design, human occupancy and outdoor sources. *Environmental Research*, 214, 114086. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9679624/>
- Implementation Review. (2022). The implementation of portable air-cleaning technologies in healthcare settings: A scoping review. *Indoor and Built Environment*. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9744491/>
- Kumar, S. (2023). Environmental contamination with SARS-CoV-2 in a tertiary care hospital. *Journal of Environmental and Public Health*. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9948512/>
- Li, Y., Nielsen, P. V., & Jin, R. (2025). Combined upper-room ultraviolet germicidal irradiation and downward ventilation for infection control in hospital wards. *Building and Environment*, 260, 110445. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2025.110445>
- Loeb, M., et al. (2022). Medical masks versus N95 respirators for preventing COVID-19 among healthcare workers. *Annals of Internal Medicine*, 175(12), 1629–1638. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9707441/>
- Loureiro, A., Martins, D., & Pires, J. (2025). Systematic review of the literature on indoor air quality in healthcare units. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 22(7), 3471–3483. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12232835/>
- Mohammadi, A. (2022). SARS-CoV-2 detection in hospital indoor environments (settled dust and surfaces). *Environmental Research*. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9301582/>
- Motta, O. (2021). Environmental and biological monitoring of formaldehyde exposure in medical university personnel. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7967491/>
- Nagle, S. (2022). Environmental SARS-CoV-2 contamination in hospital rooms of patients. *Indoor Air*. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9098885/>
- Nourozi, M., Ahmadi, E., & Ramezani, F. (2024). Performance of mechanical ventilation systems for airborne infection control in hospital wards: A review. *Indoor and Built Environment*, 33(7), 1256–1270. <https://doi.org/10.1177/1420326X241086871>
- Oringanje, C. M. (2025). Ultraviolet germicidal irradiation for surface cleaning within healthcare facilities: A systematic review. *Journal of Infection Prevention*. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11905184/>
- Puente-Guachún, D. A., Paute-Balarezo, K. E., Mera-Yunga, O. A., Mera-Navarrete, M. J., & Alao-Guamán, M. F. (2025). Exceso de peso en el personal de la Función Judicial del Azuay: una alerta para la salud ocupacional. *Innova Science Journal*, 3(4), 110-125. <https://doi.org/10.63618/omd/isj/v3/n4/125>
- Pilicita- Caiza, J. T., Quishpe-Imba, G. E., & González-Naranjo, D. E. (2025). Cuidados de enfermería en pacientes pediátricos críticos con insuficiencia respiratoria. *Innova Science Journal*, 3(2), 138-150. <https://doi.org/10.63618/omd/isj/v3/n2/60>

- Ramos, C. C. R., et al. (2020). Use of ultraviolet-C in environmental sterilization in hospitals: A systematic review. *Revista da Associação Médica Brasileira*, 66(11), 1563–1570. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7644456/>
- Resendiz, M. (2023). A systematic review of the germicidal effectiveness of UV-C technologies on environmental surface disinfection. *American Journal of Infection Control*. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10273798/>
- Sankurantripati, P., Rao, R., & Devi, S. (2024). Barriers to implementing environmental infection control strategies in resource-limited hospitals: A narrative synthesis. *Infection Prevention in Practice*, 6(4), 101243. <https://doi.org/10.1016/j.infpip.2024.101243>
- Surawattanasakul, V. (2022). Respiratory symptoms and sick building syndrome among office workers in a Thai university hospital. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9518424/>
- Wilson, N. M., Marks, G. B., Eckhardt, A., & Morawska, L. (2022). Aerosol generation from respiratory procedures: An updated review to inform hospital infection control. *Journal of Hospital Infection*, 120, 123–132. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2021.12.018>
- Wu, G. (2023). A systematic review and meta-analysis of the efficacy of N95 respirators. *Journal of Evidence-Based Medicine*. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10509348/>
- Yanaka, M. (2025). A mixed-effects analysis of post-screening infection reduction with targeted universal N95 respirator use. *BMJ Open*. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12482620/>

#### CONFLICTO DE INTERESES

“Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses”.