

IMPORTANCIA DEL USO DE LA VENTILACIÓN COMO MÉTODO DE CONTROL DE CONTAMINANTES EN RECINTOS HOSPITALARIOS

Elaborado por:
- Pablo Zúñiga Moreno

Palabras Claves:
Ventilación, métodos de control

1. INTRODUCCIÓN

Los recintos hospitalarios son establecimientos destinados al diagnóstico y tratamiento de personas enfermas, donde a menudo se practica investigación y docencia¹. Para tal fin, cuentan tanto con personal idóneo como también con equipamiento adecuado para diagnosticar enfermedades, además del tratamiento médico y quirúrgico de personas enfermas y heridas, considerando alojamiento durante este proceso².

Para el desarrollo de las distintas actividades y tratamientos dentro de este tipo de recintos, se realizan procedimientos que involucran la potencial exposición de trabajadores a agentes de riesgos de diferente índole, incluyendo aquellos de naturaleza higiénica como químicos y biológicos, lo que puede derivar en enfermedades profesionales. En este contexto, se emplea la ventilación como uno de los métodos de control por excelencia para minimizar la exposición a este tipo de sustancias con la finalidad de proteger la salud de las personas. Además, esta medida permite el control de la direccionalidad de los flujos de aire, minimizando la contaminación cruzada que puede producirse por el arrastre de sustancias, tomando en cuenta la susceptibilidad de los pacientes en áreas críticas, como por ejemplo en quirófanos. Su uso también se extiende a manejar la confortabilidad ambiental, en términos de la temperatura, velocidad y humedad relativa del aire, con el fin de reducir molestias del personal de la salud y pacientes.

Por lo tanto, y en función de la importancia de la ventilación en este tipo de recintos, la presente nota técnica tiene como finalidad describir el funcionamiento de la ventilación dentro de este tipo de recintos.

2. OBJETIVO

Describir los tipos de ventilación aplicables a recintos hospitalarios, indicando los estándares correspondientes en cada caso.

3. DESARROLLO

De acuerdo con la norma ASHRAE 170:2021, los recintos hospitalarios mantienen 3 tipos de espacios, según se describe a continuación:

- Para pacientes hospitalizados: son espacios para la estadía de pacientes que requerirán 24 horas o más de atención.
- Para pacientes ambulatorios: son espacios para aquellos pacientes que requieran menos de 24 horas para su atención.
- Para salud, cuidados y apoyo para residentes: son espacios destinados para pacientes que requieren cuidados paliativos, asistencia de vida, para vida independiente y rehabilitación para pacientes hospitalizados.

Dada la diversidad de actividades realizadas en estos espacios, hay algunas situaciones o contextos en que se debe considerar la implementación de cierto tipo de ventilación por sobre otra, sobre todo cuando existe una población trabajadora expuesta directamente a agentes químicos como sustancias anestésicas, asfixiantes, cancerígenas y algunos agentes biológicos como virus y bacterias, donde necesariamente se debe optar por un tipo de ventilación que capte el contaminante en la misma área donde éste se genera y no por un manejo general de la masa de aire, orientado más bien a obtener un aire confortable.

Los tipos de ventilación a aplicar al interior de los recintos hospitalarios se presentan en los siguientes puntos.

1 Esta definición es la que otorga la RAE a hospital. Se considera hospital como sinónimo de recinto hospitalario.

2 <https://www.britannica.com/science/hospital/Mental-health-facilities>

3.1. Ventilación General

Este tipo de ventilación se utiliza para proporcionar una calidad del aire interior aceptable, con el objetivo de minimizar las molestias que pueden producirse entre los ocupantes del espacio en relación con el aire circundante. En general, en este tipo de recintos, la ventilación general se diseña en función a controlar la confortabilidad ambiental (temperatura, humedad y olores) y generar un entorno aséptico en cada uno de los espacios mencionados, según sus propios requerimientos. No obstante, las condiciones recomendadas en estándares reconocidos (como ASHRAE 170) corresponden a requisitos mínimos, los cuales se adecúan a la mayoría de personas que habiten estos espacios, pero en otras podrían experimentarse molestias relacionadas principalmente con disconfort y con la potencial transmisión aérea de contagios debido a susceptibilidades y sensibilidades personales.

Si bien el Anexo I de la presente nota explicita los valores de referencia más importantes a considerar para la ventilación general en base a la clasificación dada por la norma ASHRAE 170:2021, a continuación, se describen los parámetros más importantes a tener en cuenta para el manejo de la ventilación general dentro de estos recintos.

3.1.1. Renovaciones-hora. Hay que indicar que la renovación de aire puede hacerse con una mezcla de aire exterior y aire que puede recircularse con fines de eficiencia energética³. Por lo tanto, es necesario definir una cantidad mínima de renovaciones-hora solo considerando aire exterior y otra que considere la mezcla de ambos para cada una de las dependencias de acuerdo a su función y criticidad (donde se requiera presión positiva, se calculan en función del caudal de aire suministrado y donde se requiera presión negativa, se calculan en función del aire extraído (ver ítem 3.1.3).

La normativa nacional, a través del Decreto Supremo N°594/1999 de MINSAL, establece las renovaciones-hora con las que deben cumplir todos los espacios laborales a nivel nacional, sin hacer distinción entre los rubros

de cada uno. Por lo tanto, se pueden tomar estándares internacionales como referencias siempre y cuando éstos no contradigan lo dispuesto por este reglamento.

3.1.2. Temperatura y humedad relativa. Las condiciones de confortabilidad ambiental son el resultado de la combinación de factores **ambientales** (temperatura, radiación térmica, humedad relativa y velocidad del aire) y factores **personales** (nivel de actividad y vestimenta), las que resultan ser favorables para la mayoría de los ocupantes. No obstante, en algunas áreas de recintos hospitalarios existen requerimientos ambientales que se desvían de los criterios de confortabilidad, con el objetivo de respaldar resultados terapéuticos del paciente, las prácticas asépticas y la protección del trabajador.

Por lo general, para la obtención de las condiciones de confortabilidad en algunas de estas áreas, se implementan sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC en inglés) que recirculan aire, existiendo criterios básicos recomendados internacionalmente (ASHRAE 170), de los cuales se destacan los siguientes:

- El aire externo suministrado debe ser prefiltrado y preacondicionado.
- Debe ser suministrado a un solo espacio.
- Se debe proporcionar filtración MERV-8 como mínimo (ver ítem 3.1.4) para cualquier flujo de aire que pase sobre una superficie diseñada para condensar agua, ubicando el filtro antes de ésta.

3.1.3. Presiones relativas entre espacios. La presión relativa tiene relación con la dirección en la que el aire escurre por el interior de las dependencias de un recinto hospitalario. De esta forma, permite generar barreras aerodinámicas que separan espacios adyacentes y se minimiza la contaminación cruzada (el movimiento del aire al interior del recinto debe desplazarse desde áreas limpias hacia otras menos limpias).

3 Por ejemplo, en el caso de uso de sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC en inglés)

En general, la norma EN ISO 14644-4:2022 recomienda que la diferencia de presión entre dos salas adyacentes en espacios limpios esté en el rango 5 a 20 Pa (0,02 a 0,08 inH₂O); por otro, lado la norma ASHRAE 170:2021 recomienda una diferencia de al menos 2,5 Pa (0,01 inH₂O).

3.1.4. Filtración y concentración de partículas. Con el objetivo de controlar la concentración de partículas viables y no viables en el interior de cada espacio, se hace necesario que el flujo de aire sea filtrado en la inyección y/o extracción, lo cual se realiza a través del uso de filtros HEPA o MERV de diferente tipo, según la criticidad y especificación requerida en cada espacio⁴.

3.2. Ventilación Localizada

Tal como lo mencionado anteriormente, hay algunas situaciones que se dan al interior de los recintos hospitalarios en los cuales la ventilación general no es la alternativa a implementar, ya sea por la potencial exposición directa de trabajadores a agentes químicos y biológicos considerados peligrosos para la salud, entonces deben ser controlados en el foco de contaminación; o bien, por las características de algunas actividades que requieren que muestras o preparaciones se mantengan en un entorno con una determinada concentración de partículas. En estos casos se implementa una *ventilación localizada*, la cual contempla el arrastre del contaminante desde el foco hacia una boca de aspiración, evitando que pase por las vías respiratorias del trabajador expuesto, ya que el foco de contaminación se sitúa entre la persona y la boca de aspiración.

Adicionalmente a asegurar la protección de la salud de la población trabajadora expuesta a un agente específico, la ventilación localizada permite proteger el producto o muestra que se esté manipulando y el medio ambiente que rodea el proceso, ya sea el espacio mismo o el exterior.

Este tipo de ventilación se utiliza ampliamente en áreas de farmacia, preparación y manipulación de agentes citostáticos, en laboratorios para análisis de enfermedades infecciosas y absorción atómica,

en áreas de esterilización por óxido de etileno y de manipulación de alimentos para proteger éstos, entre otras áreas específicas, siendo la ventilación localizada más utilizada al interior de recintos hospitalarios las Cabinas de Seguridad Biológicas (C.S.B.), las cuales se describen a continuación:

3.2.1. Cabina de Seguridad Biológica. Son equipos que proporcionan una barrera tanto física como aerodinámica para la manipulación segura de sustancias que son potencialmente tóxicas o infecciosas, capaces de afectar la salud de los trabajadores. Su diseño se basa en un volumen de trabajo perfectamente delimitado por donde circula un caudal de aire predefinido, lo que se logra controlando el flujo generado (laminar), velocidades frontal y descendente, presiones y porcentaje de recirculación del aire, entre otros factores.

Estas cabinas se clasifican de acuerdo al nivel de protección otorgado al operador y producto manipulado, presentando también características diferentes en cuanto a la descarga o recirculación del aire. Por estos motivos, para una adecuada selección y uso de una estas cabinas, se debe tomar en consideración al menos los siguientes criterios:

- Identificar desde el punto de vista técnico los productos a manipular al interior de la cabina.
- Contar con procedimientos respecto de las operaciones a realizar al interior de la cabina.
- Considerar el funcionamiento de la cabina en conjunto con el sistema de aire de la sala donde está inserta⁵.

Al igual que el caso de la ventilación general, existen varias referencias internacionales con estándares a considerar para cabinas en referencia a la fabricación de éstas. Comúnmente, las cabinas pueden ser fabricadas bajo la norma europea (EN 12469) o estadounidense

4 La filtración de aire exterior que se inyecta a los espacios debe determinarse en función a la criticidad de cada área.

5 Cuando se requiera proteger al operador y al ambiente, estas salas se encuentran a presión negativa respecto a la sala colindante. Si se requiere proteger al producto la sala debe estar a sobrepresión respecto a la aledaña.

(ANSI/NSF-49), en donde se especifican los parámetros de diseño y recomendaciones según clasificación de cada clase y tipo de cabina.

Tomando como referencia la norma ANSI/NSF-49:2019, se presenta un resumen en la Tabla N°4 en el Anexo IV de la presente nota técnica.

3.3. Criterios a considerar

Es importante tomar en consideración algunos aspectos de orden general respecto al tipo de ventilación a aplicar en las diferentes áreas de un recinto hospitalario, las cuales se indican a continuación:

a. Los inyectores se deben ubicar dentro de cada espacio de forma conveniente para permitir que la circulación del aire al interior de éste sea homogénea y eficiente. Además, las superficies de estos dispositivos deben permitir la realización de una limpieza adecuada, recomendándose considerar para tal fin, aquellas enlistadas en el Anexo II de la presente nota técnica.

b. Con respecto a las rejillas de extracción, para los siguientes casos considerar:

En salas de aislación de infecciones aéreas y áreas de protección ambiental, deben ubicarse cerca de la puerta de la habitación.

- En salas de operaciones, deben ubicarse dos en paredes laterales bajas en esquinas opuestas o lo más separadas posible.
- En la morgue o salas de autopsias, se proveen rejillas laterales bajas a menos que el aire sea descargado a través de la mesa de autopsias.

c. Proceder a una mantención rigurosa de los circuitos de *shafts*, espacios definidos en el diseño del edificio cuya finalidad es permitir incorporar ductos para el transporte de aire, ya que éstos pueden representar una posible fuente de contaminación cruzada.

d. En caso de la realización de trabajos que involucren la generación de polvo al interior de un recinto hospitalario donde las actividades propias del espacio no puedan ser interrumpidas, se recomienda confinar dichos espacios a través de la generación de presiones interiores negativas respecto al entorno, para evitar que el polvo salga y se disperse por el recinto.

e. Las tomas de aire exterior de los sistemas de ventilación general deben ser ubicadas en función a los focos de polución, fuentes de emanación de olores desagradables y la ubicación de las descargas de aire contaminado, con el objetivo de evitar que los sistemas HVAC aspiren contaminado. Las distancias recomendadas se presentan en la Tabla N°3 del Anexo III.

4. CONCLUSIÓN

En conjunto con otros métodos de control como lo son la asepsia química y protocolos de trabajo, la ventilación y manejo del aire en recintos hospitalarios es fundamental para minimizar la exposición de las personas a agentes de riesgos químicos y biológicos, siendo el método más eficiente para impedir la propagación de sustancias aéreas (partículas viables y no viables, gases, por ejemplo) entre áreas adyacentes y, por consecuencia, evitar la contaminación cruzada al controlar la direccionalidad de los flujos al establecer patrones de presiones relativas entre los espacios interiores y el uso de filtración de alta eficiencia (filtros HEPA) para el control de la concentración de partículas en función de la criticidad individual de cada espacio. Además, permite generar condiciones adecuadas de confortabilidad ambiental para minimizar las molestias entre pacientes y personal de la salud. No obstante, para asegurar su correcto funcionamiento es necesario que los sistemas que manejan el aire sean mantenidos y evaluados de forma periódica.

Dentro de este tipo de recintos se aplican ventilación general y localizada las que tienen funciones diferentes y complementarias, por lo que no deben aplicarse para otros objetivos a los nombrados anteriormente.

5. REFERENCIAS

- 5.1. ANSI/ASHRAE/ASHE Standard 170, "Ventilation of Health Care Facilities", 2021.
- 5.2. ASHRAE, "ASHRAE Handbook – Fundamentals", 2017.
- 5.3. EN/ISO 14644-4, "Cleanrooms and associated controlled environments—Part 4: Design, construction and start-up", 2022

- 5.4. EN 12469, "Biotechnology. Performance criteria for microbiological safety cabinets", 2000.
- 5.5. ISP, "Protocolo de Evaluación de Áreas de Preparación de Agentes Citostáticos", Segunda versión, 2021.
- 5.6. ISP, "Protocolo de Evaluación de Cabinas de Seguridad Biológica", 2021.
- 5.7. NSF/ANSI-49, "Biosafety Cabinetry: Design, Construction, Performance, and Field Certification", 2019.
- 5.8. UNE 100713, "Instalaciones de acondicionamiento de aire en hospitales", 2005.

6. DEFINICIONES

- 6.1. **Aire exterior:** Corresponde al aire ambiente externo al recinto cerrado.
- 6.2. **Aire de extracción:** aire retirado de un ambiente y enviado al exterior por medios mecánicos. Aire de retorno: aire retirado de un ambiente y reusado como aire de suministro.
- 6.3. **Descarga de aire:** Se refiere a la extracción de aire desde el interior del recinto hospitalario hacia el exterior de éste.
- 6.4. **Filtro HEPA (High Efficiency Particulate Air):** Son filtros absolutos de partículas desechables. Retiene los microorganismos y partículas en suspensión existentes en el aire y que tiene una eficiencia de 99,995% o más de partículas mayores a 0,3 micrones de diámetro. Considerar un filtro con clasificación mayor o igual a H14 (según norma ASHRAE Estándar N° 52.2).
- 6.5. **Filtración MERV (Minimum Efficiency Reporting Value):** Corresponde a una escala de medición que permite informar la efectividad de los filtros de aire con más detalle que otras clasificaciones, la cual fue diseñada por ASHRAE y se encuentra disponible en la norma ANSI/ASHRAE 52.2.
- 6.6. **Flujo laminar:** Se define como tal a un flujo de aire ordenado de baja velocidad cuyo valor medio está dentro de un rango de 90 pies/min \pm 20 pies/min. Es fácilmente comprobable en Cabinas de Seguridad Biológica, a la salida de filtros HEPA, en filtro de mangas, etc.
- 6.7. **Inyector de aire:** Dispositivo que inyecta y distribuye el aire acondicionado y prefiltrado al interior de los espacios del recinto hospitalario proveniente de los sistemas de ventilación HVAC.
- 6.8. **Partículas no viables:** Son aquellas de naturaleza inorgánica.
- 6.9. **Partículas viables:** Son aquellas que pueden transportar microorganismos y promueven la proliferación de microorganismo.
- 6.10. **Recirculación de aire:** Corresponde a una fracción del aire que no será descargado al exterior, el que se mezcla con el aire exterior que será inyectado al interior del recinto hospitalario. Se utiliza este mecanismo como una forma de eficiencia energética; no obstante, no debe aplicarse en espacios como quirófanos, por ejemplo.
- 6.11. **Renovaciones-hora:** También denominados cambios por hora, corresponde al número de veces que el volumen de aire interior de un recinto es cambiado por otro de mejor calidad, durante el lapso de una hora.
- 6.12. **Turnos de desocupación:** Se refiere a un sistema aplicado dentro de los recintos hospitalarios que contempla la desocupación de un espacio por un lapso de tiempo determinado después de finalizar un turno de trabajo y antes de comenzar el siguiente.

Tabla N°1a:

Extracto de Tabla 7-1 "Parámetros de Diseño – Pacientes hospitalizados" (ASHRAE 170:2021)

Unidades de enfermería y otras áreas de cuidado de pacientes	Presión Relativa	Renovaciones – hora mínima		Descarga total aire	Recirculación del aire	Turnos de Desocupación	Eficiencia mín. filtro	Diseño		
		exterior	total					Humedad	Temperatura	
Antesalas de aislación de infecciones aéreas	(*)	No requerida	10	Sí	No	Sí	MERV-8	No requerida	No requerida	
Salas de aislación de infecciones aéreas	Negativa	2	12	Sí	No	Sí	MERV-14	Máx. 60%	21-24 °C	
Estación de atención al paciente de cuidados intensivos	No requerida	2	6	No requerida	No	Sí	MERV-14	20-60%	21-24 °C	
Sala de trauma/reanimación del departamento de emergencias	Positiva	3	15	No requerida	No	Sí	MERV-14	20-60%	21-24 °C	
Área de triaje del servicio de emergencia	Negativa	2	12	Sí	No requerida	Sí	MERV-8	Máx. 60%	21-24 °C	
Sala de operaciones	Positiva	4	20	No requerida	No	Sí	MERV-16	20-60%	20-24 °C	
Habitación de paciente	No requerida	2	4	No requerida	No requerida	Sí	MERV-14	Máx. 60%	21-24 °C	
Antesala de protección ambiental	(*)	No requerida	10	No requerida	No	No	HEPA	No requerida	No requerida	
Cuidado intensivo de heridos (unidad de quemados)	Positiva	2	6	No requerida	No	Sí	HEPA	40-60%	21-24 °C	
Instalaciones de salud conductual y mental										
Dormitorio de pacientes y residentes	No requerida	2	2	No requerida	No requerida	Sí	MERV-8	No requerida	No requerida	
Tratamiento y diagnóstico										
Broncoscopia, recolección esputo y administración pentamidina	Negativa	2	12	Sí	No	Sí	MERV-14	No requerida	20-23 °C	
Área de tratamiento de diálisis	No requerida	2	6	No requerida	No requerida	Sí	MERV-8	No requerida	22-26 °C	
Hidroterapia	Negativa	2	6	No requerida	No requerida	Sí	MERV-8	Máx. 60%	22-27 °C	
Sala de procesamiento de instrumentos	Negativa	2	10	Sí	No	No	MERV-8	No requerida	No requerida	
Sala de tratamientos	No requerida	2	6	No requerida	No requerida	Sí	MERV-8	Máx. 60%	21-24 °C	
Instalaciones de apoyo a pacientes										
Áreas de preparación de comidas	No requerida	2	10	No requerida	No	Sí	MERV-8	No requerida	22-26 °C	
Área de trabajo de laboratorio, general	Negativa	2	6	No requerida	No requerida	Sí	MERV-8	No requerida	21-24 °C	
Área de trabajo de laboratorio, lavado de vidrio	Negativa	2	10	Sí	No requerida	Sí	MERV-8	No requerida	No requerida	
Área de trabajo de laboratorio, tranfer de material	Positiva	2	4	No requerida	No requerida	Sí	MERV-8	No requerida	21-24 °C	
Instalaciones de soporte: Proceso de esterilización										
Ensamblaje limpio/cuarto de trabajo	Positiva	2	4	No requerida	No	No	MERV-8	Máx. 60%	20-23 °C	
Sala de trabajo sucia/sala de descontaminación	Negativa	2	6	Sí	No	No	MERV-8	No requerida	16-23 °C	
Otras instalaciones de soporte general										
Sala de autopsias	Negativa	2	12	Sí	No	No	MERV-8	No requerida	20-24 °C	
Almacenamiento de material peligroso	Negativa	2	10	Sí	No	No	MERV-8	No requerida	No requerida	
Lavandería, sala de procesamiento	Negativa	2	10	Sí	No	No	MERV-8	No requerida	No requerida	
Baños	Negativa	No requerida	10	Sí	No	Sí	MERV-8	No requerida	No requerida	

(*) En este caso, se deben cumplir con los requerimientos indicados en la sección 7.2.2 de la norma ASHRAE 170:2021.

Tabla N°1b:
 Extracto de Tabla 8-1 "Parámetros de Diseño — Pacientes ambulatorios especializado" (ASHRAE 170:2021)

	Presión Relativa	Renovaciones – hora mínima		Descarga total aire	Recirculación del aire	Eficiencia mín. filtro	Diseño	
		exterior	total				Humedad	Temperatura
Cirugía y Departamento de Emergencia (ED)								
ED descontaminación humana	Negativa	2	12	Sí	No	MERV-14	No requerida	No requerida
ED sala de examen/tratamiento	No requerida	2	6	No requerida	No requerida	MERV-14	Máx. 60%	21–24 °C
ED Área de espera para pública	Negativa	2	12	Sí	No requerida	MERV-8	Máx. 65%	21–24 °C
Sala de operaciones	Positiva	4	20	No requerida	No	MERV-16	20–60%	20–24 °C
Diagnóstico y tratamiento								
Sala de imágenes clase 1	No requerida	2	6	No requerida	No requerida	MERV-8	Máx. 60%	22–26 °C
Sala de imágenes clase 2	Positiva	3	15	No requerida	No	MERV-14	20–60%	21–24 °C
Sala de imágenes clase 3	Positiva	4	20	No requerida	No	MERV-16	20–60%	20–24 °C
Área de tratamiento del cáncer	No requerida	2	6	No requerida	No requerida	MERV-8	Máx. 60%	21–24 °C
Sala de procedimiento de endoscopia	No requerida	2	6	No requerida	No	MERV-8	Máx. 60%	20–23 °C
Sala de trabajo de laboratorio	Negativa	2	6	Sí	No requerida	MERV-8	No requerida	21–24 °C
Medicina nuclear	Negativa	2	6	Sí	No	MERV-8	No requerida	21–24 °C
Procesamiento estéril								
Sala de equipamiento esterilizador	Negativa	No requerida	10	Sí	No	MERV-8	No requerida	No requerida
Sala de trabajo limpia	Positiva	2	4	No requerida	No	MERV-14	Máx. 60%	16–23 °C
Sala de descontaminación	Negativa	2	6	Sí	No	MERV-8	No requerida	16–23 °C
Espacio de servicio/apoyo								
Lavandería/procesamiento de lino	Negativa	2	10	Sí	No	MERV-8	No requerida	No requerida
Sala de trabajo limpia o suministro limpio	Positiva	2	10	No requerida	No requerida	MERV-8	No requerida	No requerida
Sala de trabajo sucia o mantenimiento sucio	Negativa	2	6	Sí	No	MERV-8	No requerida	22–26 °C

Tabla N°1c:
 Extracto de Tabla 9-1 "Parámetros de Diseño – Salud, cuidados y apoyo para residentes" (ASHRAE 170:2021)

	Presión Relativa	Renovaciones – hora mínima		Descarga total aire	Recirculación del aire	Turnos de Desocupación	Eficiencia mín. filtro	Diseño	
		exterior	total					Humedad	Temperatura
Residencias de salud: Asilo de ancianos									
Salas de aislamiento	Negativa	2	12	Sí	No	Sí	MERV-14	Máx. 60%	21-29 °C
Terapia ocupacional	No requerida	2	6	No requerida	No requerida	Sí	MERV-14	No requerida	21-29 °C
Habitaciones de residentes	No requerida	2	2	No requerida	No requerida	Sí	MERV-14	Máx. 60%	21-29 °C
Residencias de salud: Instalaciones para enfermos terminales									
Habitaciones de residentes	No requerida	2	2	No requerida	No requerida	Sí	MERV-8	Máx. 60%	21-24 °C
Baño/sala de baño	Negativa	No requerida	10	Sí	No	Sí	MERV-8	No requerida	21-24 °C
Cuidado y apoyo a residentes: Instalaciones para asistencia de vida									
Vivienda/Actividad/Comedor de residentes	No requerida	No requerida	No requerida	No requerida	No requerida	Sí	MERV-8	No requerida	No requerida
Habitaciones de residentes	No requerida	No requerida	No requerida	No requerida	No requerida	Sí	MERV-8	No requerida	21-29 °C
Cuidado y apoyo a residentes: Servicio									
Centro de preparación de alimentación	No requerida	2	10	No requerida	No	Sí	MERV-8	No requerida	22-26 °C
Lavandería, central y personal	Negativa	2	10	Sí	No	No	MERV-8	No requerida	No requerida
Sala de medicación	No requerida	2	4	No requerida	No requerida	Sí	MERV-8	Máx. 60%	21-24 °C
Cuidado y apoyo a residentes: Espacio de apoyo									
Utilidades limpias	Positiva	2	4	No requerida	No requerida	No	MERV-8	No requerida	No requerida
Almacén de desechos peligrosos	Negativa	2	10	Sí	No	No	MERV-8	No requerida	No requerida

ANEXO II

CLASIFICACIÓN DE LOS INYECTORES DENTRO DE RECINTOS HOSPITALARIOS

De acuerdo con ASHRAE, los inyectores de aire se pueden clasificar en los siguientes tipos:

- Grupo A:** Clasificándose en A1 y A2. El grupo A1 corresponde a los inyectores montados en o cerca del techo que descargan aire de forma horizontal; el grupo A2 corresponde a inyectores que descargan horizontal y que no están influenciadas por una superficie adyacente (chorro libre).

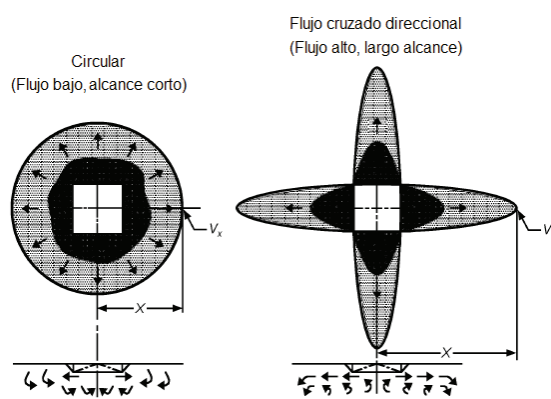


Figura N°1a:

Ejemplos de patrones de flujo de aire del grupo de inyectores A1

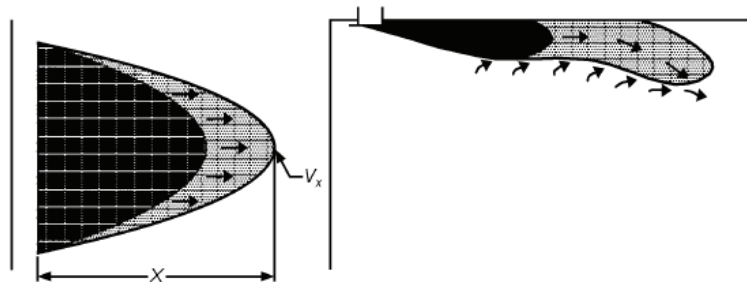


Figura N°1b:

Ejemplos de patrones de flujo de aire (no isotérmicos) de inyectores Grupo A1

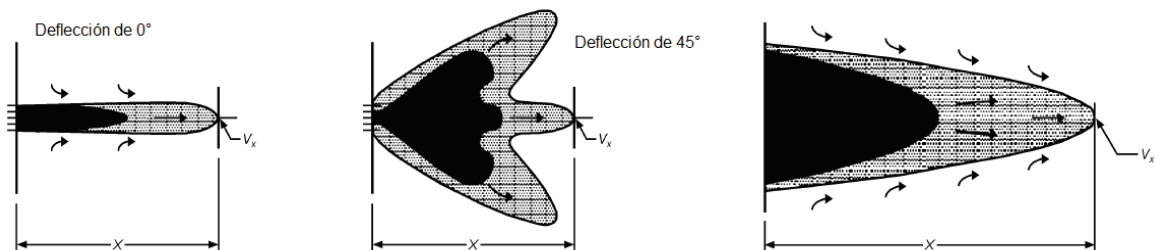


Figura N°1c:

Ejemplos de patrones de flujo de aire (isotérmicos) de inyectores Grupo A2

- b. **Grupo B:** Son los inyectores montados en o cerca del piso y que descargan el aire de forma vertical en un chorro lineal.

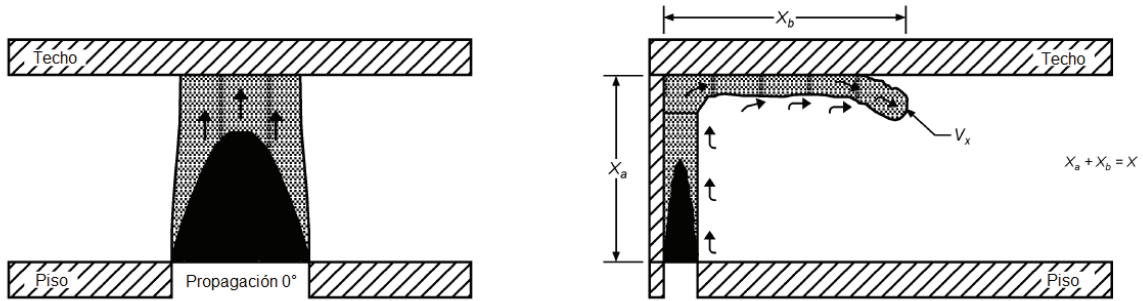


Figura N°2:

Ejemplos de patrones de flujo de aire (no isotérmicos) de inyectores Grupo B

- c. **Grupo C:** Son los inyectores montados en o cerca del piso y que descargan el aire de forma vertical en un chorro que se extiende.

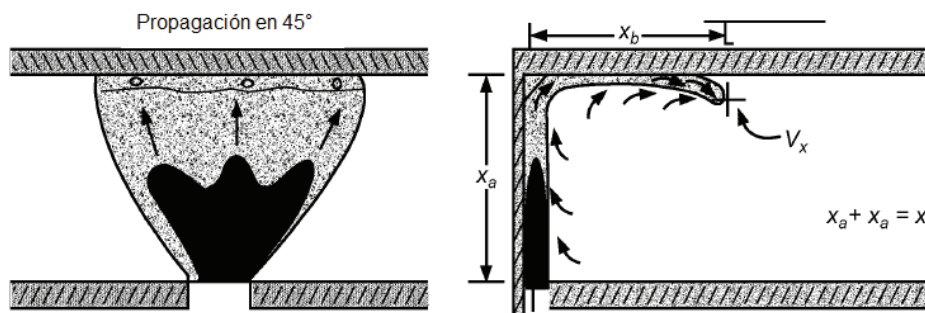


Figura N°3:

Ejemplos de patrones de flujo de aire (no isotérmicos) de inyectores Grupo C

- d. **Grupo D:** Son los inyectores montados en o cerca del piso que descargan aire horizontalmente. En sistemas totalmente estratificados, la velocidad de salida es baja y en sistemas mixtos son más altas.

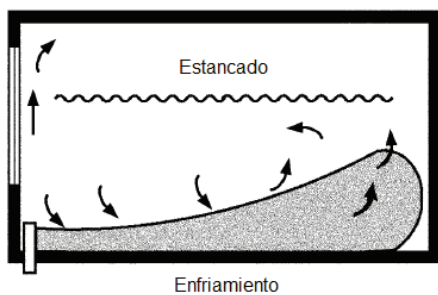


Figura N°4a:

Ejemplos de patrones de flujo de aire (no isotérmicos) de inyectores Grupo D (Alta velocidad)

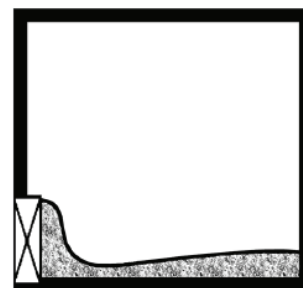


Figura N°4b:

Ejemplos de patrones de flujo de aire (no isotérmicos) de inyectores Grupo D (Baja velocidad)

- e. **Grupo E:** Son los inyectores que proyectan el aire de forma vertical hacia abajo. En sistemas totalmente estratificados, la velocidad de salida es baja y en sistemas mixtos son más altas.

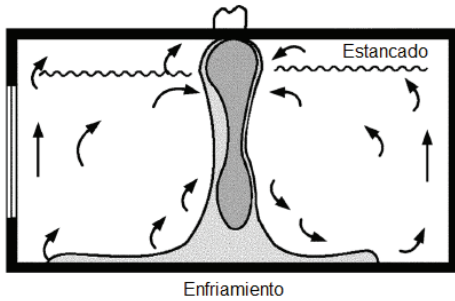


Figura N°5a:

Ejemplos de patrones de flujo de aire (no isotérmicos) de inyectores Grupo E (Alta velocidad)

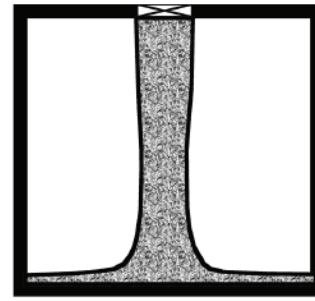


Figura N°5b:

Ejemplos de patrones de flujo de aire (no isotérmicos) de inyectores Grupo E (Baja velocidad)

En centros hospitalarios, la Tabla N°2 recomienda el posicionamiento de la inyección de aire de acuerdo con la función del espacio:

Tabla N°2:

Tabla 6-2 Inyección del aire suministrado (ASHRAE 170:2021)

Designación del espacio (De acuerdo a su función)	Clasificación de salida de aire de suministro(a)
Salas de operación(b), salas de procedimientos	Difusores de suministro dentro del conjunto de difusores de suministro primario: Grupo E, sin aspiración; Difusores de suministro adicionales dentro de la habitación: Grupo E
Salas de ambiente protector	Grupo E; sin aspiración
Unidades de cuidados intensivos de heridas (unidades de quemados)	Grupo E; sin aspiración
Salas de traumas (crisis o shock)	Grupo E; sin aspiración
Salas de aislamiento de infecciones aéreas	Grupo A o Grupo E
Salas para un solo paciente o residentes(c)	Grupo A, Grupo D o Grupo E
Todos los demás espacios de cuidado de pacientes o residentes	Grupo A o Grupo E
Todos los otros espacios	Sin requerimientos

- Nota: Consulte el Manual de ASHRAE de 2017–Fundamentos, Capítulo 20 (ASHRAE [2017b]), para conocer las definiciones relacionadas con la clasificación y el rendimiento de las salidas.
- Los cirujanos pueden necesitar sistemas de distribución de aire alternativos para algunas cirugías especializadas. Dichos sistemas se considerarán aceptables si cumplen o superan los requisitos de esta norma.
- Los sistemas de distribución de aire que utilizan difusores del Grupo D deben cumplir con los siguientes requisitos:
 - El sistema debe diseñarse de acuerdo con las “Pautas de diseño” en la Evaluación del rendimiento del sistema y las Pautas de diseño para ventilación por desplazamiento, Capítulo 7.
 - El difusor de suministro debe ubicarse donde no pueda bloquearse permanentemente (Nota informativa: por ejemplo, frente al pie de la cama).
 - La rejilla de salida/retorno de la habitación debe estar ubicada en el techo, aproximadamente por encima de la cabecera de la cama del paciente o del residente.
 - La rejilla de transferencia al cuarto de baño estará ubicada sobre la zona ocupada.

ANEXO III

POSICIONAMIENTO DE TOMAS DE AIRE

Con la finalidad de evitar contaminación cruzada en el aire que se inyecta al interior de los recintos hospitalarios, es importante ubicar las tomas de aire externo de los sistemas HVAC en función de focos de polución y fuentes de emanación de malos olores, tomando como referencia lo indicado en la Tabla N°3, de acuerdo a los lineamientos recomendados en ASHRAE 62.1.

Tabla N°3:

Distancia mínima de separación de tomas de aire, en metros

Objeto	Distancia mínima
Escapes contaminados significativamente (Nota 1)	5
Escapes peligrosos o nocivos (Nota 2 y Nota 3)	10
Ventilas, chimeneas y escapes de aparatos y equipos de combustión (Nota 4)	5
Entradas de garajes, estacionamientos y colas en cine al aire libre (Nota 5)	5
Zonas de carga de camiones y puertos, áreas de estacionamiento/espera de buses (Nota 5)	7,5
Autopistas, calles y zonas de estacionamiento (Nota 5)	1,5
Vías públicas con alto volumen de tránsito	7,5
Tejados, miradores o superficies directamente debajo de la toma (Nota 6 y Nota 7)	0,3
Almacenamiento y recogida de basuras o basureros	5
Tomas o piscinas de torres de enfriamiento	5
Escapes de torre de enfriamiento	7,5

Nota1: Escapes con concentración significativa de contaminantes, intensidad de irritación sensorial significativa o malos olores.

Nota2: Las salidas de aire de campanas de humo de laboratorios deberán estar en concordancia con los estándares NFPA 45-1991 y ANSI/AIHA Z9.5-1992.

Nota3: Escapes nocivos o peligrosos de aire con gran cantidad de humos o gases y/o partículas potencialmente peligrosas, bioaerosoles o gases con concentración lo suficientemente alta para ser consideradas peligrosas. Información sobre criterios de separación para ambientes industriales pueden encontrarse en el manual de Ventilación Industrial ACGIH y en el HandBook ASHRAE-Aplicaciones HVAC.

Nota4: Se permiten distancias más cortas de separación si se establecen de acuerdo a: a) Capítulo 7 del ANSI Z233.1/NFPA 54-2002 para aparatos o equipos que quemen gas natural como combustible, b) Capítulo 6 de NFPA 31-2001 para aparatos o equipos que quemen petróleo como combustible, o c) Capítulo 7 de NFPA 211-2003 para otros aparatos o equipos de combustión.

Nota5: Distancia medida al lugar más cercano donde probablemente esté localizado el escape del vehículo.

Nota6: La distancia de separación mínima no aplica para superficies que tengan una pendiente mayor de 45 grados respecto de la horizontal o que tengan menos de 3 centímetros de ancho.

Nota7: Donde se espere que haya acumulación de nieve, la distancia deberá incrementarse en una cantidad equivalente a la profundidad de la capa de nieve.

ANEXO IV CABINAS DE SEGURIDAD BIOLÓGICAS

Tabla N°4:

Clasificación de cabinas de seguridad biológica según estándar ANSI/NSF-49:2019

Clase	Tipo	Velocidad Frontal	Flujo de aire	Químicos Tóxicos/ radionúclidos	Nivel de bioseguridad	Flujo de aire
I	--	75 pie/min 0,38 m/s	Ingreso frontal, extracción trasera a un filtro HEPA. Ducto para extracción al exterior	No	2,3	A, P
II	A1	75 pie/min 0,38 m/s	Ingreso frontal: volumen reciclado 70% a través de filtro HEPA; Extracción a través de filtro HEPA	No	2,3	A, P, Pp
	A2	100 pie/min 0,51 m/s	Igual que A1, pero el plenum está presurizado negativamente respecto al ambiente; ducto de extracción o recirculación.	Si	2,3	A, P, Pp
	B1	100 pie/min 0,51 m/s	Ingreso frontal: volumen reciclado 30% a través de filtro HEPA; Extracción a través de filtro HEPA	Si cantidades mínimas	2,3	A, P, Pp
	B2	100 pie/min 0,51 m/s	Ingreso frontal sin reciclaje de aire; extracción total a través de filtro HEPA, ducto de extracción.	Si	2,3	A, P, Pp
III	--	No aplica	Suministro y extracción de aire a través de 2 filtros HEPA	Si	2,3	A, P, Pp

NOTAS: A: Protección ambiental; P: Protección al personal; Pp: Protección al producto