

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

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

Ing. Florín Moreno Zamorano.
Sección Seguridad en el Trabajo.
Departamento Salud Ocupacional.
Instituto de Salud Pública de Chile.
Diciembre 2016.

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

1. INTRODUCCIÓN.

Desde el punto de vista de la Prevención de Riesgos al interior de las empresas, el uso de sistemas de ventilación como método de control representa una de las herramientas más eficaces para la eliminación y/o disminución de la exposición de los trabajadores, principalmente frente a exposiciones a riesgos de tipo químico y biológico. Adicionalmente, su uso para climatizar ambientes también genera beneficios a nivel de éstos desde el punto de vista del confort obtenido (temperatura, velocidad y humedad relativa del aire existente).

Para el caso de los recintos hospitalarios, el uso de la ventilación no sólo se ha consolidado como una herramienta eficaz y eficiente para la reducción de la concentración de agentes contaminantes en estos ambientes (tales como microorganismos, polvo, gases narcóticos y desinfectantes entre otros), sino que también ha permitido generar barreras de protección entre una dependencia y otra (concepto de diferencial de presión), tomando en consideración la susceptibilidad de los pacientes en áreas críticas, como por ejemplo quirófanos.

Tomando en consideración lo ya expuesto, la utilidad del tema en cuestión y el rol de referencia del Instituto, se presenta esta nota técnica con la finalidad dar a conocer en forma general los principales conceptos a considerar para la implementación y mantención de la ventilación como método de control al interior de recintos hospitalarios.

2. OBJETIVO.

Explicitar conceptos genéricos a considerar para la implementación y mantención de sistemas de ventilación al interior de recintos hospitalarios.

3. DESARROLLO.

3.1. Ventilación General.

La ventilación general es la manera común de tener una buena calidad de aire, en la que la humedad relativa, la temperatura ambiental y la velocidad del aire se conjugan para brindar condiciones de confortabilidad aceptables de acuerdo a parámetros establecidos por estándares internacionales. Para la obtención de este objetivo, se debe aplicar el concepto de “renovaciones hora”, el cual indica las veces en que se renueva el volumen de la sala por hora (aire). Para poder obtener las renovaciones del aire necesarias dependiendo de la criticidad del área hospitalaria¹, se debe tener especial consideración en los siguientes puntos:

1 Una clasificación importante respecto de la criticidad de las áreas hospitalarias la proporciona la norma UNE 100713:2005.

- Determinar la concentración de la carga microbiana en el área.
- Establecer y localizar las inyecciones y extracciones de aire necesarias para el tratamiento de la carga microbiana que existe en el área. En este sentido, es muy importante considerar la criticidad del área, ya que dependiendo de las características de ésta se hace necesaria la inyección y/o extracción de aire filtrado, lo cual se realiza a través del uso de filtros HEPA² de diferente tipo (a modo de ejemplo, en quirófanos el aire inyectado debe ser filtrado mientras que en otros sectores como sala de pacientes, pabellón de quemados o salas oncológicas, también se filtra el aire a la salida).
- Direccionar el movimiento del aire generando un diferencial de presión entre el área en donde se necesitan las renovaciones de aire y la adyacente³. De esta forma, se generará el arrastre de las partículas consideradas “viables y no viables”⁴, lo que se traducirá en una reducción de la carga microbiana.

Considerando las diferentes áreas críticas hospitalarias, desde el punto de vista de la ventilación, uno de los manejos más críticos se produce en el área de quirófanos, sector que debido a sus características especiales, el arrastre de las partículas viables y no viables no debe superar un máximo de 10 partículas por pie³, con un escurrimiento del aire del tipo “laminar”, tomando en consideración una inyección filtrada de éste al área.

Si bien existen varias referencias internacionales con estándares a considerar para áreas hospitalarias, como por ejemplo la norma UNE 100713:2005 entre otras, la principal referencia utilizada corresponde a los parámetros propuestos por la sociedad Americana de ingenieros de calefacción, refrigeración y aire acondicionado (ASHRAE), en donde se especifican los niveles tanto de renovaciones /hora, como también de diferenciales de presión entre una sala y otra, entre otros parámetros, para una diversidad de dependencias hospitalarias, lo cual se presenta en la siguiente tabla:

REGULACIONES ASHRAE (U.S.A.)					
PRESIONES DIFERENCIALES Y VENTILACIÓN DE DISTINTAS AREAS HOSPITALARIAS					
Designación del Área	Pres. Difer. Respecto al área vecina	Necesidad de 100% de aire exterior	Cant. mín de aire exterior: Vol/hora	Cant. mín de aire total: Vol/hora	Necesidad de enviar todo el aire al exterior
Quirófanos Generales con 100% de aire exterior	+	SI	15	15	SI
Quirófanos Generales	+	Optativo	5	25	Optativo
Sala de Partos y Emergencia	+	Optativo	5	25	Optativo
Neonatología	+	Optativo	5	12	No
Salas de Recuperación	0	Optativo	2	6	No
Salas de Terapia Intensiva	+	Optativo	2	6	Optativo
Internación de Pacientes	0	Optativo	2	2	Optativo

2 Ver ítem “definiciones” del presente documento.

3 Para la generación de este efecto no se precisa de un diferencial de presión grande (su rango varía entre 5 a 20 Pascales de acuerdo a la EN14644 - Parte 4). Sin embargo, esta medida ya se considera muy eficiente como barrera sanitaria.

4 Partículas en estado sólido o líquido que pueden actuar como transportadores de bacterias (viables) o presentar un carácter inerte (no viables). Para propósitos de clasificación de aire limpio, sus diámetros se encuentran en un rango que va desde 0,2 µm a 5 µm.

Circulaciones Sector Internación	0	Optativo	2	4	Optativo
Salas de Aislación (*)	0	Si	2	6	Si
Ante-Cámara Sala Aislación	0	Optativo	2	10	Optativo
Salas de Rayos x y Consultorios de Diagnóstico y de Tratamiento	–	Optativo	2	6	Optativo
Rehabilitación e Hidroterapia	–	No	2	6	No
Áreas de Trabajo Sucias	–	Optativo	4	12	Optativo
Áreas de Trabajo Limpias	+	Optativo	2	4	No
Sala de Autopsia	–	Optativo	2	12	Si
Toilletes	–	Optativo	Optativo	10	Si
Recintos lavachatas	–	Optativo	Optativo	10	Si
Baños	–	Optativo	Optativo	10	Si
Retretes para personal	–	Optativo	Optativo	10	Si
Salas de Esterilización de equipos	–	Optativo	Optativo	10	Si
Sector recepción ropa usada	–	Optativo	Optativo	10	Si
Laboratorios en general (*)	–	Optativo	2	6	Optativo
Laboratorios de transferencia (*)	+	Optativo	2	4	Optativo
Centro Preparación de alimentos	0	Si (*)	2	10	Si
Lavadero de platos	–	Optativo	Optativo	10	Si
Almacenamiento de Alimentos	0	Optativo	Optativo	2	Optativo
Lavandería en general	0	Si	2	10	Si
Depósitos de ropa sucia	-	Optativo	Optativo	10	Si
Depósito de ropa limpia	+	Optativo	2	2	Optativo
Depósito de anestésicos(*)	0	Optativo	Optativo	8	Si
Servicios Generales:					
Centros de Descontaminación	–	Optativo	2	6	Si
Centro de trabajos limpios	+	Optativo	2	4	Optativo
Centro de mat. No estéril	0	Optativo	2	2	Optativo
NOTAS: (+) Presión Positiva, (-) Presión Negativa, (0) igual Presión, (*) Requerimientos Especiales					

3.2. Ventilación Localizada.

Dada la diversidad de actividades que se realizan en los recintos hospitalarios, existen algunas situaciones en que el uso de la ventilación general no es suficiente para resolver el problema de exposición a sustancias químicas por parte de los trabajadores de estas áreas⁵, por lo que necesariamente se deben implementar medidas de control basadas en sistemas de ventilación localizada, como campanas de encerramiento total, de encerramiento total con acceso frontal de captación y salida al exterior, o captos externos.

Como este tipo de soluciones son ampliamente utilizadas en áreas como Farmacia, manipulación de citostáticos, laboratorios (análisis de enfermedades infecciosas y absorción atómica) y áreas de esterilización por óxido de etileno y de manipulación de alimentos para proteger al producto entre otras áreas específicas, a continuación se indican algunas directrices a considerar para su uso.

3.2.1. Cabina de Bioseguridad.

Las Cabinas de Bioseguridad⁶ son equipos cerrados con acceso frontal a la zona de trabajo, que son utilizados para trabajar en forma segura con agentes potencialmente tóxicos o infecciosos, a través de una barrera de contención física. Su diseño se basa en un volumen de trabajo perfectamente delimitado por el cual circula un caudal de aire prefijado. Para tal fin, necesariamente se debe tener control sobre el tipo de flujo generado (laminar), velocidades de ingreso del aire⁷, presiones y porcentaje de recirculación del aire entre otros factores.

Existen diferentes tipos de cabinas las cuales se clasifican de acuerdo al nivel de protección brindado al operador y producto manipulado, presentando también características diferentes en cuanto a la eliminación o recirculación del aire. Por estos motivos, para una adecuada elección y uso de una cabina, 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 inserta⁸.

Al igual que el caso de la ventilación general, existen varias referencias internacionales con estándares a considerar para cabinas. No obstante, una de las más utilizadas corresponde al criterio propuesto por la National Sanitation Foundation a través de su norma NSF 49, en donde se especifican una serie de parámetros y recomendaciones según clasificación de cabina, de lo cual se presenta un resumen en la siguiente tabla:

5 las cuales pueden ser anestésicas, asfixiantes, corrosivas, cancerígenas, explosivas etc.

6 También conocidas como cabinas de seguridad biológica (CSB), gabinetes de bioseguridad o campanas de flujo laminar.

7 Es precisamente la velocidad de ingreso la variable más relevante usada para generar niveles de protección en la cabina.

8 En algunos casos cuando se requiere 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.

CABINAS DE BIOSEGURIDAD SEGÚN ESTÁNDAR NSF-49:2012						
Clase	Tipo	Velocidad Frontal pie/min cm/s	Flujo de aire	Químicos Tóxicos/ radionúclidos	Nivel de bioseguridad	Tipo de protección
I		75/38.1	Ingreso frontal, extracción trasera a un filtro HEPA. Ducto para extracción al exterior	No	2,3	A,P
II	A1	75/38.1	Ingreso frontal: volumen reciclado 70% a través de filtro HEPA; Extracción a través de filtro HEPA	No	2,3	A,P,Pp
II	A2	100/50.8	Igual que IIA1, pero el plenum presurizado negativamente respecto al ambiente; ducto de extracción o recirculación.	Si	2,3	A,P,Pp
II	B1	100/50.8	Ingreso frontal: volumen reciclado 30% a través de filtro HEPA; Extracción a través de filtro HEPA	Si cantidades mínimas	2,3	A,P,Pp
II	B2	100/50.8	Ingreso frontal sin reciclaje de aire; extracción total a través de filtro HEPA, ducto de extracción.	Si	2,3	A,P,Pp
III		NA	Suministro y extracción de aire a través de 2 filtros HEPA	Si	2,3	A,P,Pp

NOTAS: fpm, pié/min; cm/s, centímetro/segundo; A, Protección ambiental; P, Protección al personal; Pp, Protección al producto

3.3. Otros Criterios de Importancia 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:

- En cuanto a la circulación de aire al interior de los recintos hospitalarios, ésta siempre debe ser direccional e ir de un grado de menor a mayor contaminación.
- Es de suma importancia evitar reingreso de aire sucio emitido por salas y equipos al exterior del edificio a través de sistemas de aire acondicionado. Para ello hay tablas y fórmulas que permiten considerar cuál es la distancia mínima recomendada entre la salida del aire contaminado y una toma de aire exterior, evitándose contaminación cruzada.
- El Shaft o espacio definido por el diseño del edificio y que tiene la finalidad de permitir incorporar ductos para el transporte de aire, es en muchos casos causante de contaminación cruzada. Una mantención rigurosa de estos circuitos debe ser una prioridad en mantención.

- Es de suma importancia manejar el control de polvo cuando se efectúan trabajos en dependencias del hospital y en donde las actividades propias del recinto no pueden ser interrumpidas. En estos casos el confinamiento de estas áreas es recomendable, las cuales a su vez deben mantener a través de sistemas de ventilación presiones interiores negativas respecto al entorno, para evitar que el polvo salga y se disperse por el recinto.

3.4. Documentación de Referencia.

Si bien en el contexto de esta nota técnica ya se han mencionado los criterios técnicos internacionales más utilizados para estandarizar la implementación y mantención de sistemas de ventilación general y localizada en recintos hospitalarios (criterios ASHRAE; UNE 100713:2005; NSF-49:2012), es importante indicar el aporte en esta área producido en el Instituto de Salud Pública de Chile (ISP)⁹, específicamente en lo relacionado con áreas limpias, cabinas de bioseguridad y medición de partículas no viables, lo cual se detalla a continuación¹⁰:

- Protocolo de Evaluación de Áreas de Preparación de Agentes Citostáticos¹¹.
- Protocolo de Evaluación de Cabinas de Seguridad biológica (CSB) en Áreas de Preparación de Agentes Citostáticos¹².
- Protocolo de Medición de Partículas en Áreas de Preparación de Agentes Citostáticos¹³.

4. CONCLUSIONES.

El manejo de aire en hospitales es fundamental para mantener condiciones de confortabilidad requeridas por los pacientes y el personal que allí labora, pero lo más destacado es que se ha comprobado estadísticamente que, además de los métodos químicos de asepsia y de áreas hospitalarias críticas como quirófanos, el manejo de aire ha reducido las infecciones en intervenciones quirúrgicas a porcentajes ínfimo y esto se ha logrado por el uso de filtros de aire HEPA y el manejo adecuado de presiones relativas.

9 Institución de referencia en Salud Ocupacional a nivel nacional

10 Si bien los documentos presentan el apellido de "áreas de preparación de citostáticos, debido a su contenido técnico, éstos presentan la particularidad de poder ser aplicados a otras áreas hospitalarias.

11 <http://www.ispch.cl/sites/default/files/D012-PR-500-02-001%20Protocolo%20evaluaci%C3%B3n%20C3%A1rea.pdf>

12 <http://www.ispch.cl/sites/default/files/D011-PR-500-02-001%20Protocolo%20evaluaci%C3%B3n%20CSB.pdf>

13 <http://www.ispch.cl/sites/default/files/D010PR50002001--04092014A.pdf>

5. DEFINICIONES.

- **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.
- **Aire de suministro:** aire suministrado al ambiente por medios mecánicos. Para propósito de esta norma la clasificación de filtros será de acuerdo al estándar ASHRAE 52.2- 2007 así: MERV: el United States Department of Energy recomienda un “Valor de eficacia mínima a reportar” (Minimum Efficiency Reporting Value) MERV, según lo estipulado en el protocolo de ensayo ASHRAE 5.2.2-1999. Filtro baja eficiencia: MERV 1-4 (menos del 20%) Eficiencia Media: MERV 5 al 12 (al menos 20% y menos de 80%) Alta eficiencia: MERV 13 al 16 (mayor al 80%)
- **Filtro HEPA (High Efficiency Particulate Air Filters):** filtro con eficiencia igual o superior al 99.97% medido con partículas de 0.3 micrones con prueba DOP, con marco metálico.
- **Cambios por hora:** número de veces que el volumen de aire de un recinto es cambiado por hora, se expresa en cambios por hora.
- **Clases de salas de cirugía** (de acuerdo al Colegio Americano de Cirujanos-American College of surgeons):
 - **Clase A:** Se hacen procedimientos quirúrgicos menores, desarrollados bajo la piel, con anestesia local o regional sin sedación pre operativo. Excluye rutas intravenosa, espinal y epidural, estos métodos son para salas tipo B o C.
 - **Clase B:** Se desarrollan procedimientos mayores o menores en conjunto con sedación oral, intravenosa o bajo drogas analgésicas o disociativas.
 - **Clase C:** Procedimientos quirúrgicos mayores que requieren anestesia general o regional y soporte de las funciones vitales del cuerpo. Las facilidades para cirugía ambulatoria generalmente son clase A y pueden bajo ciertas circunstancias ser clase B.
- **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.
- **Flujo Turbulento:** Es un flujo de alta velocidad cuya característica de escurrimiento es errática e impredecible. Estos flujos se encuentran principalmente en ductos de ventilación industrial.