

Ventilación general en hospitales

*General ventilation in hospital
Ventilation générale dans des hôpitaux*

Redactores:

M. Gracia Rosell Farrás
Ingeniero Técnico Químico

CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO

Adriano Muñoz Martínez
Técnico Superior de Prevención

HOSPITAL SANT PAU. BARCELONA

En los hospitales la ventilación tiene que cubrir las necesidades clínicas y proporcionar las condiciones higiénicas adecuadas con el fin de proteger a los pacientes y a los profesionales que realizan sus tareas en éste ámbito y a su vez, realizar el tratamiento térmico del ambiente. Desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales, la ventilación de los lugares de trabajo es una medida de protección colectiva que permite eliminar o reducir el contenido de agentes contaminantes que puedan estar presentes en el ambiente. En esta Nota Técnica de Prevención (NTP) se comentan los criterios de las diferentes normativas aplicables para obtener una buena calidad del aire.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

En prevención de riesgos laborales la ventilación es una herramienta que permite mantener unas condiciones de trabajo seguras y saludables reduciendo o eliminando los contaminantes ambientales generados en el lugar de trabajo. Si además el aire de ventilación se climatiza permite trabajar en condiciones confortables. En los centros sanitarios la ventilación y el acondicionamiento del aire ha que cumplir con una serie de requisitos especiales, inherentes con las propias funciones y considerando la susceptibilidad de los pacientes. Además del mantenimiento del clima ambiental, uno de los cometidos específicos de la instalación de acondicionamiento de aire es la reducción de la concentración de agentes contaminantes, tales como microorganismos, polvo, gases narcóticos, desinfectantes, sustancias odoríferas u otras sustancias contenidas en el ambiente.

Existen distintas normas específicas aplicables al diseño, control y mantenimiento de los sistemas de aire acondicionado de los centros sanitarios, entre las que cabe destacar la norma UNE-100713:2005, sobre instalaciones de acondicionamiento de aire en hospitales, la UNE-EN ISO 14644, sobre salas limpias y locales anexos, el HVA Desing Manual for Hospital and Clinics, publicado por la American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE), los Criterios CDC, así como recomendaciones de tipo general para

la prevención de infecciones quirúrgicas, redactadas y promovidas por la autoridad laboral competente de las diferentes comunidades autónomas donde este ubicado el centro sanitario.

En la presente NTP se comentan los criterios que deben cumplir los sistemas de acondicionamiento de aire según la norma UNE-100713:2005 y otras normas relacionadas, partiendo de la base de que los conocimientos básicos sobre ventilación general por dilución y las especificaciones y clasificación de tipos de aire son conocidos. Para una mayor información sobre el tema se puede consultar la NTP nº 742 sobre ventilación general de edificios.

2. ASPECTOS GENERALES

Las unidades técnicas de acondicionamiento del aire deben de estar diseñadas para asegurar la circulación del caudal de aire necesario entre los diferentes locales, disponiendo de accesos fáciles, que permitan llevar a cabo las tareas de limpieza, desinfección, mantenimiento y cambio de filtros. El sentido de la circulación del aire será desde las zonas más limpias hacia las zonas más sucias, y las condiciones termo-higrométricas han de ser las adecuadas para cada lugar, y todo ello, sin que el nivel de presión sonora supere los 40dB(A) en el peor de los casos. En las tablas 1 y 2 se indican los valores

Local	UNE 100713:2005				ASRAE			
	Temperatura		Humedad relativa (HR)		Temperatura		Humedad relativa (HR)	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
En todo el centro sanitario	26 °C	24 °C	55%	45%	24 °C	21 °C	60%	30%
Quirófanos	26 °C	22 °C	55%	45%	24 °C	20 °C		

Tabla 1. Condiciones termo-higrométricas

mínimos y máximos de temperatura y humedad, según la norma UNE 100713:2005 y ASHRAE, así como los valores máximos de presión sonora según norma UNE 100713:2005.

Local	Presión sonora máxima
Sala de reanimación de quirófanos Habitaciones (todas) cuidados intensivos	35 dB(A)
Resto del hospital	40 dB(A)

Tabla 2. Nivel de presión sonora

3. CLASIFICACIÓN DE LOS SECTORES DEL HOSPITAL Y EXIGENCIAS DE CADA ZONA

Según la norma UNE 100713:2005 los locales se clasifican en dos clases:

- Locales clase I con exigencias muy elevadas de asepsia.
- Locales de clase II con las exigencias habituales.

Los primeros disponen de tres niveles de filtración del aire y los segundos de dos. Las clases de filtros requeridas en cada caso se indican en la tabla 3.

La circulación de aire entre locales de diferentes clases sólo es admisible cuando se realiza desde locales con requisitos de calidad de aire elevados con respecto a la presencia de gérmenes, hacia locales con requisitos menos exigentes. Por este motivo, han de preverse exclusas de aire en los siguientes casos:

- Entre locales de clase I y de clase II
- Entre locales de clase I y el exterior
- Entre locales de la misma clase I, cuando sea necesario (por ejemplo: entre quirófanos y zonas de cuidados intensivos)

Para que la función de estas exclusas quede asegurada es necesario que nunca puedan estar abiertas a la vez la puerta de entrada y salida.

4. TOMAS DE AIRE EXTERIOR Y SALIDAS DE EXPULSIÓN

Tanto por exigencias técnicas como higiénicas, la situación de las rejillas de toma y expulsión de aire son importantes para la calidad del aire interior y para evitar riesgos de contaminación hacia edificios colindantes. Las distancias recomendadas por la norma UNE-100713:2005 están descritas en la tabla 4. Son distancias mínimas

que deben ser objeto de estudio en cada caso debido, a la variabilidad de las condiciones meteorológicas, a la orografía del terreno y a las estructuras de los edificios colindantes.

Fuente de contaminación	Distancia mínima en m
Lugar de circulación de vehículos	10
Cubiertas o tejados	2,5
Terreno	2,5

Tabla 4. Distancias mínimas de separación

Las distancias mínimas que debe haber entre la descarga de aire contaminado y la toma de aire dependerán, del grado de contaminación del aire descargado, de la velocidad de la descarga y del caudal del efluente. Para su cálculo se utiliza la siguiente ecuación:

$$d = 0,004 \cdot \sqrt{Q} \left(\sqrt{f} \pm \frac{V}{2} \right)$$

d: la distancia mínima de separación, en m

Q: caudal del efluente, en l/s

f: factor de dilución.

V: velocidad de la descarga, en m/s.

Según la dirección de la descarga, el signo que se toma será positivo o negativo y dependerá de si la dirección de la descarga con respecto a la toma de aire es a favor o en contra. El factor de dilución varía según la clase de efluente según se indica en la tabla 5.

5. QUIRÓFANOS

Dadas las altas exigencias de calidad ambiental exigidas por el tipo de trabajo que se realiza en los quirófanos, éstos reciben un tratamiento diferenciado en función de las características específicas de su utilización.

Clasificación

La norma UNE 100713:2005 clasifica los quirófanos como locales de clase I, lo que indica, como ya se ha comentado anteriormente, que se trata de locales con altas exigencias respecto a la presencia de gérmenes. Según la experiencia, en los quirófanos, es necesario impulsar un caudal mínimo de aire de 2400 m³/h para garantizar una concentración media de gérmenes en el aire (k_R^*)

Nivel de filtración (clase de local)	Clase de filtro (eficiencia)	Norma	Localización
1 (I, II)	F5 (40% < 60%)	UNE-EN 779	En la toma de aire exterior, si la longitud del conducto es >10m, sino, en la entrada de aire de la central de tratamiento o después de la eventual sección de mezcla.
2 (I, II)	F9 (>95%)	UNE-EN 779	Después de la unidad de tratamiento de aire y al comienzo del conducto de impulsión
3 (I)	H13 (99,95%)	UNE-EN 1822-1	Lo más cerca posible del local a tratar. En locales clase I, en la propia unidad terminal de impulsión de aire.

Tabla 3. Clases de filtros localización

Clase de efluente	Procedencia del aire	Valor de f
1	Espacios sin fuentes de contaminación definidas como oficinas, aulas, salas de conferencias, tiendas, habitaciones de hoteles	5
2	Espacios que pueden tener una leve contaminación, salas de fotocopiadoras, comedores, restaurantes, vestuarios, aseos de accesos restringidos cocinas de viviendas, aire procedente de locales donde se fuma ocasionalmente	10
3	Espacios con significados indicios de contaminación, aseos públicos, aseos de hospitales, ventilación general de cocinas comerciales, laboratorios y lavanderías en seco, piscinas, ventilación primaria de redes de evacuación de aguas fecales, aire de locales donde su fuma moderadamente	15
4	Espacios con gases o humos molestos o tóxicos, cabinas de pinturas, garajes, campanas de cocinas, campanas de laboratorios, almacén de productos químicos, salas de maquinaria frigorífica, salas de almacenamiento de ropa sucia, chimeneas de aparatos que queman combustibles gaseosos, locales donde se fuma mucho	25
5	Aire que contiene concentraciones elevadas de partículas, bio-aerosoles o gases peligrosos como chimeneas de calderas de combustibles sólidos o líquidos, campanas de humos sin tratamientos, torres de refrigeración y condensadores evaporativos	50

Tabla 5. Clases de efluentes

producidos exclusivamente en el propio quirófano, sin que existan grandes diferencias entre distintos puntos del mismo cuando están dotados de un sistema por difusión de mezcla de aire y un mínimo de 20 movimientos /h. A este caudal de aire se le llama caudal de referencia.

El grado de contaminación μ_s se define por la relación entre $\frac{K_s}{K_R}$ donde:

k_s es la concentración media de gérmenes en el área de protección, considerando como tal la zona de operaciones y mesa de instrumental.

k_R es la concentración media de gérmenes en el aire del quirófano con un caudal de aire impulsado igual al de referencia.

La norma UNE-EN ISO 14644-1:2000, sobre salas limpias, se ajusta a las necesidades de calidad del aire requeridas en el quirófano y en consecuencia se ha utilizado como referencia para la clasificación de los diferentes tipos de quirófanos. La clasificación se basa en las características de la intervención y en el riesgo de infección postoperatorio. De acuerdo con esta norma los quirófanos se clasifican en: quirófanos tipo A, que son los que tienen un nivel de asepsia más elevado, quirófanos tipo B que corresponden a un nivel intermedio en cuanto a la exigencia de asepsia y quirófanos tipo C cuando el

nivel de exigencia frente a la contaminación por agentes biológicos es menos exigente. En la tabla 6 se especifican las diferentes clasificaciones de los quirófanos según las distintas normas.

Ventilación

Tomando como base la norma UNE-EN ISO 14644-1:2000 y desde un punto de vista preventivo frente a las infecciones quirúrgicas en los quirófanos, la ventilación puede ser de flujo unidireccional o turbulento y el número de aportaciones de aire exterior tiene que ser igual o superior a 20 renovaciones hora.

En los quirófanos de clase A, se admite tanto el sistema unidireccional como turbulento, aunque se recomienda el sistema unidireccional. En este caso se admite la recirculación del aire, que debe ser del mismo quirófano y tratada de igual manera que el aire exterior. Se recomienda un mínimo de 35 movimientos/h. En los quirófanos de clase B y C se admite el régimen turbulento y en caso de los quirófanos de clase B los movimientos del aire deben ser de 20 por hora, siendo el aire del 100% exterior. En los quirófanos de clase C los movimientos de aire tienen que ser iguales o superiores a 15 por hora y también con un aire 100% exterior.

Tipo quirófano	UNE 100713:2005	UNE-EN ISO 14644-1:2000	Denominación quirófano	Tipo de intervención
A	Clase I	ISO clase 5	Quirófanos de alta tecnología. Cirugía especial.	Transplantes de órganos, cirugía cardíaca, cirugía vascular, cirugía ortopédica con implantes, neurocirugía,...
B	Clase I	ISO clase 7	Quirófanos convencionales	Cirugía convencional y de urgencias. Resto de operaciones quirúrgicas.
C	Clase I	ISO clase 8	Quirófano de cirugía ambulatoria	Cirugía ambulatoria. Salas de partos.

Tabla 6. Tipos de quirófano y clasificación del mismo según norma UNE 100713:2005 y UNE-EN ISO 14644-1:2000

La norma UNE 100713:2005 indica que aunque con las tres etapas de filtración se obtiene una buena calidad del aire, se debe impulsar un caudal mínimo de aire exterior de 1200 m³/h, para mantener la concentración de los gases de anestesia y desinfectantes dentro de un nivel ambiental aceptable ($\leq 0,4$ ppm) en locales clase I, como es el caso de los quirófanos. Esta norma indica, también, que para quirófanos con altas exigencias respecto a gérmenes, es necesario impulsar un mínimo de 2400 m³/h cuando están dotados de sistema de difusión por mezcla de aire, con un mínimo de 20 movimientos por hora.

La norma UNE-EN 13779:2008, sobre la ventilación de edificios no residenciales, indica como requisito para la climatización la recirculación del aire interior, y que el caudal de aire exterior aportado debe establecerse en función de la tasa de aportación de contaminante al ambiente de quirófono y del valor límite ambiental (ventilación por dilución).

Aunque, según las distintas normas, existen disparidad de criterios no se exige que el aire de ventilación de quirófanos sea totalmente exterior. Deberá serlo en la medida que se evite una concentración de contaminantes químicos por encima de los niveles establecidos como límites ambientales, como son los valores límite de exposición profesional que se pueden consultar en la NTP nº 606 sobre exposición laboral a gases anestésicos.

En la tabla 7 se resumen los caudales de ventilación, así como las condiciones termo-higrométricas de sobre-presión y tipos de filtro según la clase de quirófono.

6. EXIGENCIAS DE CLIMATIZACIÓN EN DIFERENTES ZONAS DEL HOSPITAL

En la tabla 8 se detallan diferentes tipos de locales, su clasificación y caudales de aire de ventilación indicados por la norma UNE 100713:2005 y se comparan con los indicados por la American Society of Heating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). Además, se indican las referencias de otros criterios.

7. MANTENIMIENTO Y CONTROL DE LAS INSTALACIONES DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE

Para que todo funcione correctamente se debe prestar atención a la limpieza sistemática, y cuando proceda, a la desinfección de los humectadores de aire, incluyendo Calderines de agua, baterías de calefacción o refrigeración y la bandeja de recogida de aguas de condensación. Para ello los usuarios llevarán a cabo una serie de controles técnicos e higiénicos que se resumen en la tabla 9.

Tipo de quirófono	Caudal mínimo de aire impulsado	Movimientos/hora (MH)	Temperatura Humedad	Presión	Filtros
Clase A	2400 m ³ /hora 1200 m ³ /hora (aire exterior)	Mínimo 30	18°C-26°C 45- 55 % de humedad	+ 20 Pa a + 25Pa	F5/F9/H14
Clase B		Mínimo 20	22°C-26°C 45- 55 % de humedad		F5/F9/H13
Clase C	Mínimo 15				

Tabla 7. Caudal de ventilación, movimientos hora del aire, temperaturas, presión y filtros indicados para quirófanos.

Controles técnicos	Al sustituir los filtros absolutos, comprobar la ausencia de fugas a través del filtro y la estanqueidad en la junta
	Verificar periódicamente el sentido del flujo del aire. Prestar especial atención a la posible reducción del caudal de aire por la variación de la pérdida de carga en los filtros. El caudal de aire siempre debe permanecer constante
Controles higiénicos	Comprobación higiénica de las instalaciones de acondicionamiento de aire especialmente en los ambientes clase I
	Contaje de partículas y medición de los microorganismos contenidos en el aire ambiente después de la sustitución de las células filtrantes del 3er nivel de filtración
	Presencia del higienista tras las reparaciones que puedan tener posibles efectos de carácter higiénico
	Todas las comprobaciones deben incluir análisis microbiológicos

Tabla 9. Tipos de control que debe llevar a cabo el usuario

Área hospitalaria	UNE 100713: 2005		ASHRAE				Otros criterios.
	Clasificación local	Caudal mínimo aire exterior (m ³ /h.m ²)	Presión	Renovaciones aire exterior/hora	Renovaciones totales/hora	Recirculación	
Quirófanos y áreas críticas							
Quirófanos clase A y B	I	Ver tabla 7	positiva	5	25	no	UNE-EN ISO 14644 -1:2000. Salas limpias
Sala de partos	I	15	positiva	5	25	no	
Sala de reanimación	II	15		2	6	no	
Cuidados intensivos	II	30		2	6	no	
Neonatos	II	15		2	6	no	
Urgencias traumatología			positiva	3	15	no	
Endoscopia digestiva	I	30	negativa	2	6	no	
Broncoscopia	I	30	negativa	2	12	no	
Sala de urgencias	II	30	negativa	2	12	no	
Sala de criba			negativa	2	12	no	
Sala de espera radiología			negativa	2	12	no	
Sala de procedimientos.			positiva	3	15	no	
Hospitalización							
Habitación hospitalización	II	15		2	6		
Baño habitación	II		negativa		10	si	
Habitación hematología. protección paciente	I	30	positiva	2	12	no	Criterios CDC.
Habitación aislamiento	II	10	negativa	2	12	no	
Antesala habitaciones aislamiento	II	10	negat/posi		10	no	
Pasillos	II	15	-	2	2	no	
Diagnóstico por imagen. Radioterapia. Medicina nuclear							
Radiología intervencionista hemodinámica			positiva	3	15	no	UNE-EN ISO 14644-1:1000 1. Salas limpias
Radiología convencional	II	15			6	-	
Cuarto obscuro /sala revelar			negativa		10	si	
Sala de exploración. Despacho de visita					6		
Sala de tratamiento					6		
Esterilización central.							
Sala de equipos de esterilización.	II		negativa		10	si	
Sala de limpieza-descontaminación	II		negativa	2	6	si	
Sala estéril. Óxido de etileno	II		negativa		10	si	
Sala limpia	I		positiva	2	4	no	
Almacén material estéril	II		positiva	2	4	no	
Laboratorios							
Bioquímica	II		positiva	2	6	no	NTP 373: La ventilación general en el laboratorio. INSHT. Norma UNE-EN 13779:2008.
Anatomía. patológica. Histología. Citología	II		negativa	2	6	no	
Microbiología	II		negativa	2	6	no	

Tabla 8. Comparación entre los criterios de ventilación de la norma UNE 100713:2005 y los criterios ASHRAE y referencias de otros criterios.

BIBLIOGRAFIA

- (1) UNE 100713:2005.
Instalaciones de acondicionamiento de aire en hospitales.
- (2) EN-ISO 14644-1:2000.
Salas limpias y locales controlados.
- (3) UNE-EN 13779:2008.
Ventilación de edificios no residenciales.
- (4) ASHRAE
HVAC Desing Manual for Hospitals and Clinics.
American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Atlanta, GA 30329 (2003)
- (5) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO
Límites de exposición profesional para agentes químicos en España.
INSHT, 2008
- (6) CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC).
Guidelines for Environmental Infection Control in Health-Care Facilities. Recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC).
U.S. Department of Health and Human Services Atlanta, GA 30333(2003)