

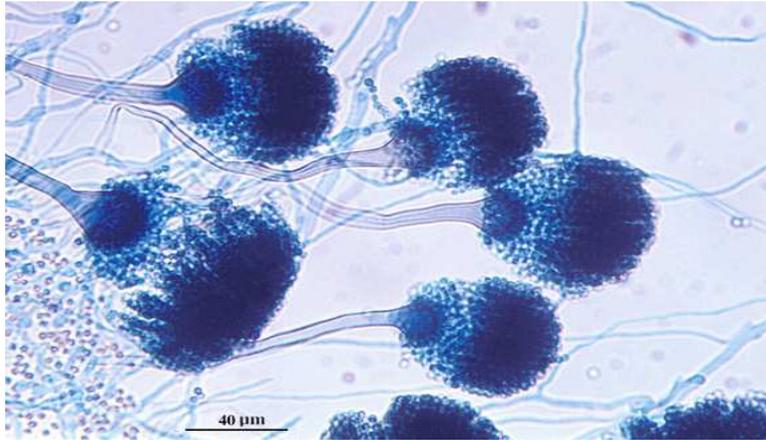
DTIE 1.06 CLIMATIZACION EN HOSPITALES

PAULINO PASTOR PÉREZ

DIRECTOR DE AMBISALUD

EXPERTO ESPAÑOL EN CEN TC156 SC18 VENTILACION DE HOSPITALES.





- La infección nosocomial continua siendo en la actualidad un problema relevante en los hospitales.
- Factores
 - mayor frecuencia de pacientes con compromiso inmunitario
 - aparición de microorganismos resistentes,
 - aumento en la complejidad de las intervenciones realizadas
 - realización de procedimientos invasivos

No es cuestión de suerte que tu hipoteca mejore. Es lo que pasará cuando la traigas a 

Portada > Salud > Medicina

ENCUENTRO DIGITAL Charle con Marta Robles >>

LAS MÁS HABITUALES

Infecciones hospitalarias, un problema común

Actualizado lunes 05/03/2007 19:04 (CET)



CRISTINA DE MARTOS (elmundo.es)

MADRID.- Una infección hospitalaria o nosocomial es un proceso contraído en un centro sanitario. Por definición, el paciente que la padece no presentaba síntomas ni signos de la enfermedad en el momento de su ingreso ni estaba en periodo de incubación. Los agentes infecciosos suelen ser organismos oportunistas que viven en los hospitales y aprovechan la debilidad de la persona para invadir su organismo.



Según las estadísticas de la Organización Mundial de

▲ Imagen de un cultivo de 'Candida albicans'.

COMUNIDAD VALENCIANA

TITULARES »

▶ ESTÁ PASANDO El cierre de RTVV Caso Fabra Financiación autonómica El escándalo de la cooperación Caso Gürtel Caso Emarsa MÁS TEMAS »

El hospital de Alzira aísla a siete pacientes por una infección bacteriana

▪ La Asociación El Defensor del Paciente pide una investigación a la Fiscalía de Valencia

SARA VELERT Valencia | 1 ENE 2014 - 20:25 CET 4

Archivado en: Infecciones hospitalarias Alzira Condiciones hospitalarias Provincia Valencia Valencia Hospitales Fiscalía Comunidad Valenciana Asistencia sanitaria España Sanidad Poder judicial

59
 52
 0
 1

 Enviar
 Imprimir
 Guardar

El [hospital de La Ribera](#) (Alzira) mantiene aislados a siete pacientes de la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) por una infección bacteriana. Según fuentes del centro, los afectados, que fueron ingresados por diferentes patologías, están "colonizados o infectados" por una bacteria multiresistente que ha obligado a separarlos del resto de pacientes. El origen de la infección es un enfermo que entró directamente en la UCI [hace](#) unas semanas. La bacteria afecta a personas con problemas respiratorios.

La infección hospitalaria la dio a conocer este miércoles a través de un comunicado la Asociación El Defensor del Paciente, que remitió un escrito a la Fiscalía de Valencia para exigir una "investigación exhaustiva" de un "presunto brote" y que se depuren posibles responsabilidades. La asociación se hizo eco de una denuncia en la que se atribuían a la infección cuatro muertes, diez afectados en la UCI y un [número](#) indeterminado de menores contagiados. La queja, además,

PUBLICIDAD

Google Pays Me \$129 an Hour

Google has blessed me with a \$4,800 a Month Income. >> [Read How](#)

Sara Velert

1 de enero 2014

Según los datos del Estudio de Prevalencia de Infecciones Nosocomiales en España (EPINE) la prevalencia de infecciones nosocomiales ha ido descendiendo desde el 9,9% en 1990 hasta el 8,1% en 2005

La cifra actual se sitúa entorno al 8%.

La localización más frecuente de infección nosocomial según datos del EPINE 2005 es la respiratoria (21,7%).

Según el EPINE las infecciones de herida quirúrgica suponen un 21,3% de todas las infecciones nosocomiales

► Infecciones hospitalarias

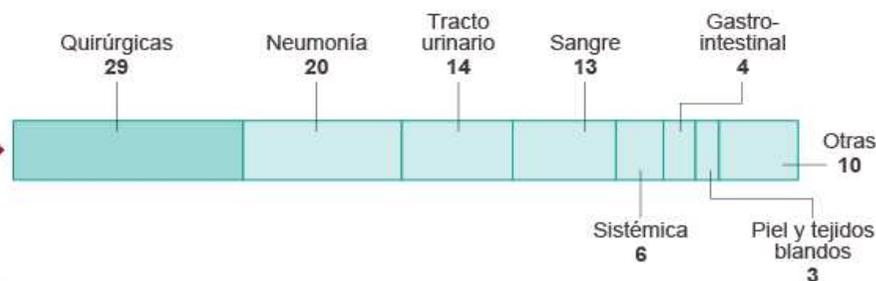
% de pacientes hospitalizados que las han sufrido



*Reino Unido

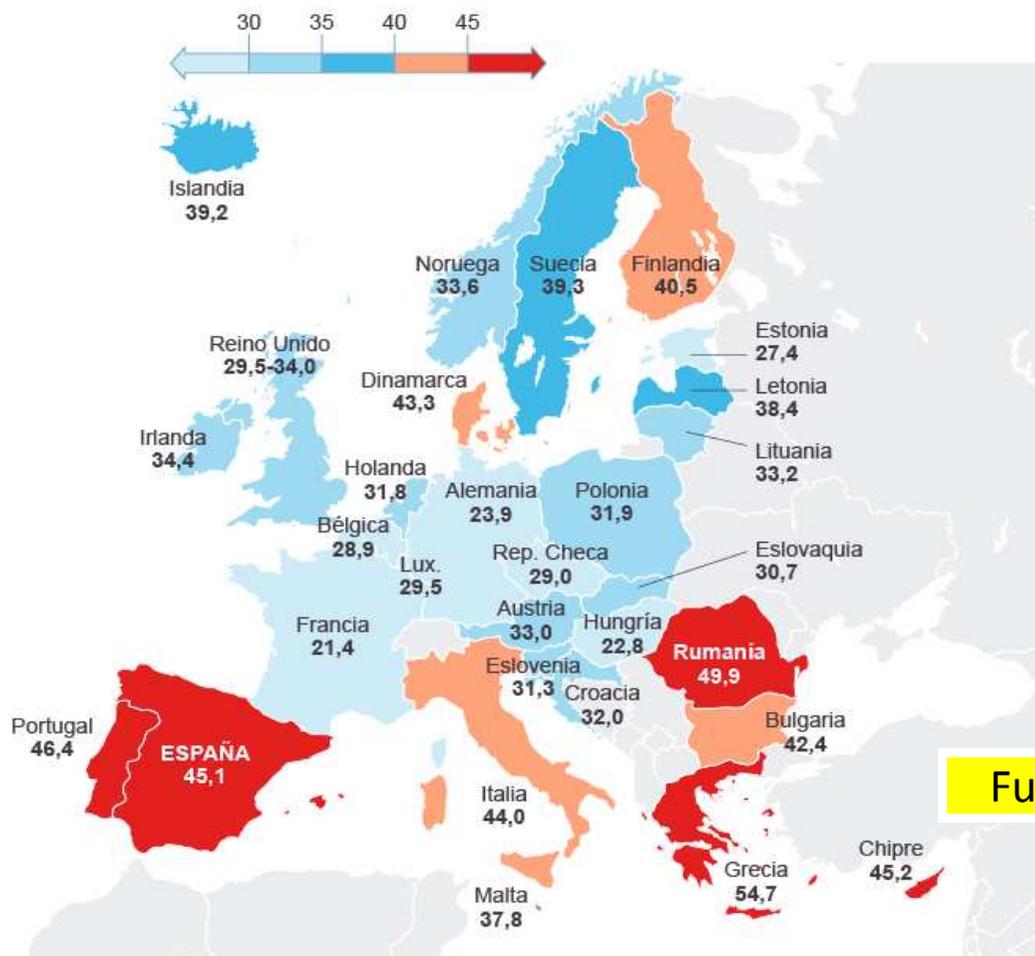
► Tipos de infecciones

En hospitales de España, en % sobre el total



► Uso de antibióticos

% de pacientes de hospitales que han tomado antibióticos en el último año



Fuente: El País

- Coste medio de hospitalización según el tipo de patología y cuidados precisos:

Desde 500 a 1.300 €. Promedio 700€

- Sobre-estancia promedio por infección nosocomial:

9 días

SOBRECOSTE POR INF. NS. = 6.300 € por caso

TOTAL DE INGRESOS HOSPITALARIOS ANUALES:

Aprox. 5.000.000

INFECCIONES: 8,2% = 410.000 INGRESOS

COSTE PROMEDIO: 6.300 €

**COSTE ANUAL DE LAS INFECCIONES
NOSOCOMIALES**

2.600 MILLONES DE EUROS

COSTE EN VIDAS

MERMA DE CALIDAD ASISTENCIAL

Además del coste de días de trabajo perdidos
mas de 200 millones de euros/año



¿SERIA ACEPTABLE PARA LA INDUSTRIA
FARMACEUTICA PERDER EL 8,2% DE LA
PRODUCCION POR NO LLEVAR A LA PRACTICA
UNAS CORRECTAS GMP (GOOD
MANUFACTURING PRACTICES)?

El impacto de la falta de asepsia ambiental esta infravalorado en la practica preventiva hospitalaria

Se maximizan los esfuerzos en la transmisión directa por materiales y personas

Quizá olvidamos que los materiales y personas también se contaminan por deposición de partículas ambientales y por contacto con partículas en suelos, paredes y mobiliario que se re-suspenden con el movimiento.

COMUNICACIÓN: INGENIEROS Y MEDICOS

TITULO: DTIE CLIMATIZACION DE HOSPITALES

1.	Introducción	3
2.	Alcance:.....	4
3.	Terminología:.....	5
4.	Normativa y guías aplicables a climatización de hospitales.....	7
5.	Descripción de las diferentes áreas hospitalarias:.....	9
6.	Parámetros ambientales a considerar:.....	14
7.	Sistemas de climatización en hospitales:.....	35
8.	Aspectos diversos de la climatización de hospitales.....	112
8.1.	Procedimientos de validación y cualificación.....	112
8.2.	Operación y mantenimiento de sistemas.....	114
8.3.	Obras y reformas en hospitales.....	121
8.4.	Eficiencia energética	126
8.5.	Cargas térmicas en entornos hospitalarios.....	129
	Bibliografía y referencias	131

- **Proceso de Diseño**



- **Proceso de Diseño**



Áreas generales de hospitalización

Zonas más comunes de hospitalización general:

- Habitaciones de hospitalización generales
- Aseos internos de las habitaciones de hospitalización
- Habitaciones de neonatos
- Habitación de infeccioso
- Habitación de entorno protegido (inmunodeprimido u otros)
- Antesalas o esclusas
- Salas de espera
- Pasillos

Áreas de obstetricia

Zonas más comunes de obstetricia:

- Dilatación y postparto
- Paritorios

Áreas críticas

Áreas críticas más comunes:

- Quirófanos convencionales
- Quirófanos de alto riesgo
- Postoperatorio (salas de despertar)
- Unidades de cuidados intensivos (UCI)
- Unidades de cuidados intensivos para neonatos
- Urgencias, salas de curas.
- Áreas de apoyo
- Pasillos
- Sala de medicación
- Áreas de limpio
- Áreas de sucio

Áreas de diagnóstico y tratamiento

Áreas incluidas en este ámbito:

- Unidades de diagnóstico por imágenes
- Cateterismo
- Endoscopia
- Radiología
- Unidades de nuevas tecnologías médicas
- Fecundación in Vitro
- Laboratorios de células madre
- Unidades de tratamiento especiales (quemados, trasplantes, diálisis, etc.)
- Laboratorios
- General
- Sangre
- Bioquímica
- Anatomía patológica
- Microbiología

Tipo de área

Áreas de servicios ambulatorios

- Hospital de día
- Consultas externas
- Etc.

Áreas administrativas y de servicio

Dentro de este capítulo se incluyen:

- Áreas administrativas
- Unidades de apoyo médico
 - Esterilización
 - Farmacia
 - Cocinas
 - Alimentación parenteral
 - Almacenes
 - Mortuorios
 - Mantenimiento y limpieza
 - Lavandería almacén de limpio
 - Lavandería sucio
 - Aseos generales

Focos de contaminación

• Diseño



Clase de sala:

Clases asignadas a las habitaciones utilizadas con fines médicos que puede hacerse en base a un nivel de contaminación por materia particulada máximo admisible.

Otra forma de clasificación de las salas se puede hacer en base al tipo de cirugía a desarrollar: Clasificación según ASHRAE:

Clase A: pequeñas intervenciones quirúrgicas realizadas con anestesia tópica o local sin sedación preoperatoria. Se excluyen procedimientos por vía intravenosa, espinal y epidural, que requieren clase B o C.

Clase B: procedimientos quirúrgicos menores o mayores con sedación oral, parenteral o intravenosa o con fármacos analgésicos o disociativos.

Clase C: procedimientos quirúrgicos que requieren anestesia general y equipamiento de apoyo de funciones de soporte vital.

Norma Francesa- NF S 90-351 – Áreas de ambiente controlado: Requisitos de calidad de aire ESTABLECE 4 NIVELES DE RIESGO

Tableau 12 — Classes de risque en fonction du type d'activité

Blocs opératoires Types d'activité / actes	Classe de risque	Observation
Salle d'orthopédie prothétique	4 ^a	Pour l'activité avec implant articulaire
Salle polyvalente, d'ORL/OPH et autre orthopédie	3	Pour l'activité sans implant articulaire
Salle de chirurgie digestive et viscérale, urologie	3	Pour l'ensemble de l'activité
Salle de chirurgie cardio-vasculaire	3	
Salle de greffe d'organe	4	
Salle d'opération des grands brûlés	4 ^a	Dans le cas d'une utilisation dédiée
Salle de neuro-chirurgie	3	Pour l'ensemble de l'activité
Salle de chirurgie plastique, esthétique et reconstructrice	3	Pour les actes invasifs
Salle d'obstétrique, gynécologie	3	
Salle d'endoscopie	1	Salle d'endoscopie digestive avec pose d'endoprothèse : classe de risque 1 ou 2
Salle d'arthroscopie	3	Ou 2 selon analyse de risque et appréciation médicale
Salle hémodynamique	3	
Salle de soins pré opératoire (SSPO)	2	Si l'établissement de santé juge leur construction ou leur utilisation nécessaire
Salle de soins post interventionnels (SSPI)	2	
Circulation dans les blocs opératoires	2	Concerne la circulation d'accès aux salles d'opération
Stockage dispositif médical stérile	2	

Tableau 16 — Valeurs guides de performance aéraulique au repos

Classe de risque	Classe de propreté particulaire	Cinétique d'élimination des particules	Classe de propreté micro-biologique	Pression différentielle (positive ou négative)	Plage de températures	Régime d'écoulement de l'air de la zone à protéger	Autres spécifications, valeur minimale
4 ^a	ISO 5	CP 5	M1	15 Pa ± 5 Pa	19 °C à 26 °C	Flux unidirectionnel	Zone sous le flux Vitesse d'air de 0,25 m/s à 0,35 m/s
							taux d'air neuf du local ≥ 6 volumes/heure
3	ISO 7	CP 10	M10	15 Pa ± 5 Pa	19 °C à 26 °C	Flux unidirectionnel ou non unidirectionnel	taux de brassage ≥ 15 volumes/heure
2	ISO 8	CP 20	M100	15 Pa ± 5 Pa	19 °C à 26 °C	Flux non unidirectionnel	taux de brassage ≥ 10 volumes/heure

EL NIVEL DE RIESGO 1 NO TIENE REQUISITOS ESPECIFICOS

Nivel de riesgo

NORMA UNE 171340:2011 Validación y cualificación de salas de ambiente controlado

Tabla 1 – Clasificación de las áreas hospitalarias en función de su riesgo y el tipo de ventilación/filtración asociado

LISTA DE ÁREAS	ÁREAS MUY ALTO RIESGO- 3NF (HEPA)	ÁREAS ALTO RIESGO- 3NF (HEPA)				AREAS RIESGO INTERMEDIO
	Flujo unidireccional Alto riesgo	Flujo mezcla Alto nivel de filtración	Flujo mezcla turbulento	Salas en sobrepresión	Salas en depresión	Requisitos medios de filtración IDA1
QUIRÓFANOS	Trasplantes, cardiovascular, prótesis, neurocirugía, oftalmología, etc	Cirugía convencional y cesáreas. Pasillos, almacén estéril, de esterilización				Resto áreas en bloque quirúrgico
SALAS PARTO						Partos Salas de dilatación y anexas
SALAS EXPLORACIÓN			Rx intervencionista Exploraciones funcionales vasculares y traumatológicas			Otras exploraciones no invasivas
UNIDADES Y TERAPIAS ESPECIALES	Onco-hematología Hematología (según criterio médico)					Cuidados Intensivos (UCIs) Reanimación Hemodiálisis, Neonatos Salas de quimioterapia
HOSPITALIZACIÓN y CONSULTAS				Habitaciones inmunodeprimidos	Habitaciones de infecciosos	
ZONAS AUXILIARES				Zonas de envasados, preparación de medicamentos y alimentación parenteral (cabinas) Criobiología	Laboratorios citostáticos	Banco de sangre Lavandería

- Diseño



Parámetros ambientales a considerar:

Confort térmico

Partículas en suspensión

Clasificación de calidad de aire de las zonas

Control del ruido

Presión diferencial

Sentido de flujo del aire

Patrones de flujo del aire

Tiempo de recuperación de sala

Presencia de biocontaminantes

- Contaminación fúngica en hospitales

- Contaminación bacteriana en hospitales

- Contaminación vírica en hospitales

Presencia de otros tipos de contaminantes

Valores de parámetros de diseño

ZONA	VALORES DE PARAMETROS AMBIENTALES						
	T* (°C)	HR (%)	Ventilación (m ³ /(h.m ²)) excepto RPH	Clase de sala	Sobre/Depresión (Pa)	Biocontaminantes	Ruido (dBA)
AREAS CRITICAS							
Quirófanos de alto riesgo	22-26*	45-55	15-20 RPH 1.200 m ³ /h A/E	ISO 6	S >20 Pa	<10	40
Quirófanos convencionales	22-26*	45-55	15-20 RPH 1.200 m ³ /h A/E	ISO 7	S >10 Pa	<100	40
Pre y Postoperatorio (salas de despertar)	22-26	45-55	15	ISO 8	S >10 Pa	<200	40 35 en sala de despertar
Unidades de cuidados intensivos (UCI)	24-26	45-55	30	ISO 7	S >2,5 Pa	<100	40
Unidades de cuidados intensivos para neonatos	24-26	45-55	30	ISO 7	S >2,5 Pa	<100	40
Urgencias, salas de curas.	24-26	45-55	30	ISO 8	S >2,5 Pa	<200	40
Pasillos en áreas críticas	24-26	45-55	10	n.a.	n.a.	Según UNE 171330	40

• Diseño



Selección del tipo de sistema

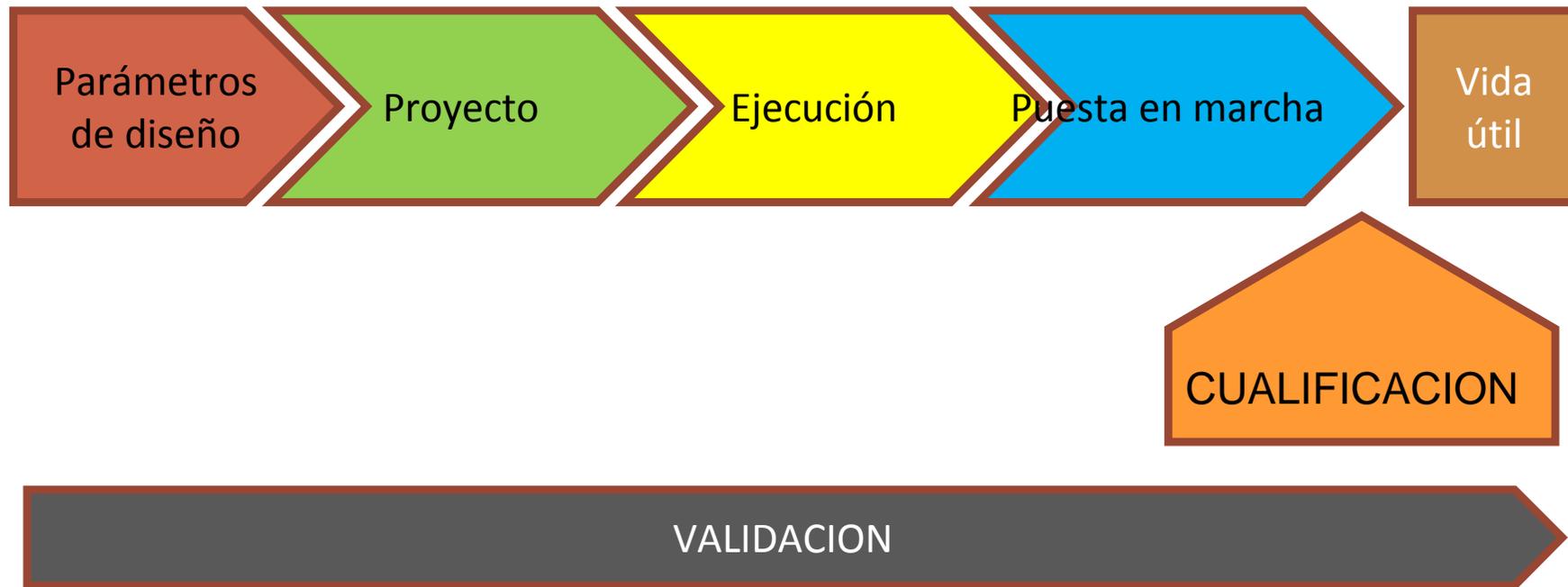
RESUMEN DE SISTEMAS SEGUN TIPOLOGIA DE ESPACIOS

ZONA	CARACTERISTICAS RECOMENDABLES DE LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN		
HOSPITALIZACION	Tipos de sistemas posibles	Filtración	Difusión de aire
Habitaciones de hospitalización generales Salas de espera Pasillos	Sistema agua-aire con elementos terminales (fancoil o inductores) a 4 tubos con aporte de aire primario Sistema agua-aire de techo radiante/refrescante con aporte de aire primario Sistema todo aire de caudal variable	Según RITE al menos en el aire primario filtro final F9 y prefiltro F6 o F7 según calidad del aire exterior. Filtro de gases calidad de aire exterior ODA5	Flujo mezcla
Habitaciones de neonatos	Sistema todo aire de caudal constante		Flujo mezcla
Habitación de infecciosos Habitación de entorno protegido (inmunodeprimidos u otros) Antesalas o esclusas	Sistema todo aire de caudal constante para asegurar la sobrepresión en el sentido que interese		Flujo unidireccional en infecciosos o mezcla
OBSTETRICIA	Tipos de sistema	Filtración	Difusión de aire
Paritorios Dilatación y postparto	Sistema todo aire de caudal constante para asegurar la sobrepresión en el sentido que interese.	Según RITE al menos en el aire primario filtro final F9 y prefiltro F6 o F7 según calidad del aire exterior. Filtro de gases calidad de aire exterior ODA5 y Filtro HEPA H13 final	Flujo unidireccional o mezcla

Selección del tipo de sistema

AREAS CRITICAS	Tipos de sistema	Filtración	Difusión de aire
Quirófanos de alto riesgo	Sistema todo aire de caudal constante para asegurar la sobrepresión en el sentido que interese. Difusión de tipo flujo unidireccional con filtro HEPA H13 final (recomendable incrementar la calidad del filtro a H14) Un climatizador por quirófano	Según RITE al menos en el aire primario filtro final F9 y prefiltro F6 o F7 según calidad del aire exterior. Filtro de gases calidad de aire exterior ODA5 y Filtro HEPA H13 final	Flujo unidireccional
Quirófanos convencionales	Sistema todo aire de caudal constante para asegurar la sobrepresión en el sentido que interese. Un climatizador por quirófano		Flujo unidireccional o mezcla
Pre y Postoperatorio (salas de despertar) Unidades de cuidados intensivos (UCI) Unidades de cuidados intensivos para neonatos Sala de medicación Áreas de limpio	Sistema todo aire de caudal constante.		Difusión flujo mezcla
Urgencias, salas de curas.	Sistema todo aire de caudal constante. Sistema agua-aire de inductores a 4 tubos		Difusión flujo mezcla
DIAGNOSTICO Y TRATAMIENTO	Tipos de sistema	Filtración	Difusión de aire
Unidades de diagnostico por imágenes con requisitos especiales Cateterismo Endoscopia	Sistema todo aire de caudal constante.	Según RITE al menos en el aire primario filtro final F9 y prefiltro F6 o F7 según calidad del aire exterior. Filtro de gases calidad de aire exterior ODA5 y Filtro HEPA H13 final	Difusión flujo mezcla

Proceso de validación



- DISEÑO: NORMA UNE 100713 (EN REVISION)
- VALIDACION:
 - PROCESO QUE ABARCA DESDE LA CONCEPCION DE UN PROYECTO HASTA LA PUESTA EN MARCHA
- CUALIFICACION
 - ENSAYOS FINALES DE PUESTA EN MARCHA
 - VERIFICA INSTALACION
- RECUALIFICACION:
 - ENSAYOS DE CONFIRMACION DE PARAMETROS DE DISEÑO, TRAS UN PERIODO DE FUNCIONAMIENTO
 - VERIFICA MANTENIMIENTO

NORMA UNE 171340:2011 Validación y cualificación de salas de ambiente controlado

Tabla 2 – Validaciones de las salas de ambiente controlado, los organismos que las realizan, los parámetros a tener en cuenta y los criterios adoptados

Salas de ambiente controlado	Validación previa a puesta en marcha	Validación post mantenimiento (incluidos cambios de filtros)	Validación anual “en reposo”
Organismo de validación	EXTERNO	EXTERNO o INTERNO	EXTERNO
Parámetros ambientales	<ul style="list-style-type: none"> – T° y HR% – Microbiología – Partículas clasificación – Ruido 	<ul style="list-style-type: none"> – T° y HR% – Microbiología – Partículas clasificación – Ruido 	<ul style="list-style-type: none"> – T° y HR% – Microbiología – Partículas clasificación – Ruido
Parámetros de instalación	<ul style="list-style-type: none"> – Presión diferencial – Validación colocación filtro absoluto – Caudales y renovaciones/h – Sentido del flujo aire – Análisis de configuración del flujo de aire – Recuperación de la sala 	<ul style="list-style-type: none"> – Presión diferencial – Clasificación del quirófano – Según el alcance de la reforma 	<ul style="list-style-type: none"> – Presión diferencial – Validación colocación filtro absoluto – Caudales y renovaciones/h – Sentido del flujo aire – Ensayo de recuperación de la sala
Condiciones técnicas de la tabla A.1 de la Norma UNE 100713			
Condiciones higiénicas de la Norma UNE 100012			



Coherente con tipo de problema detectado:

P. ejemplo:

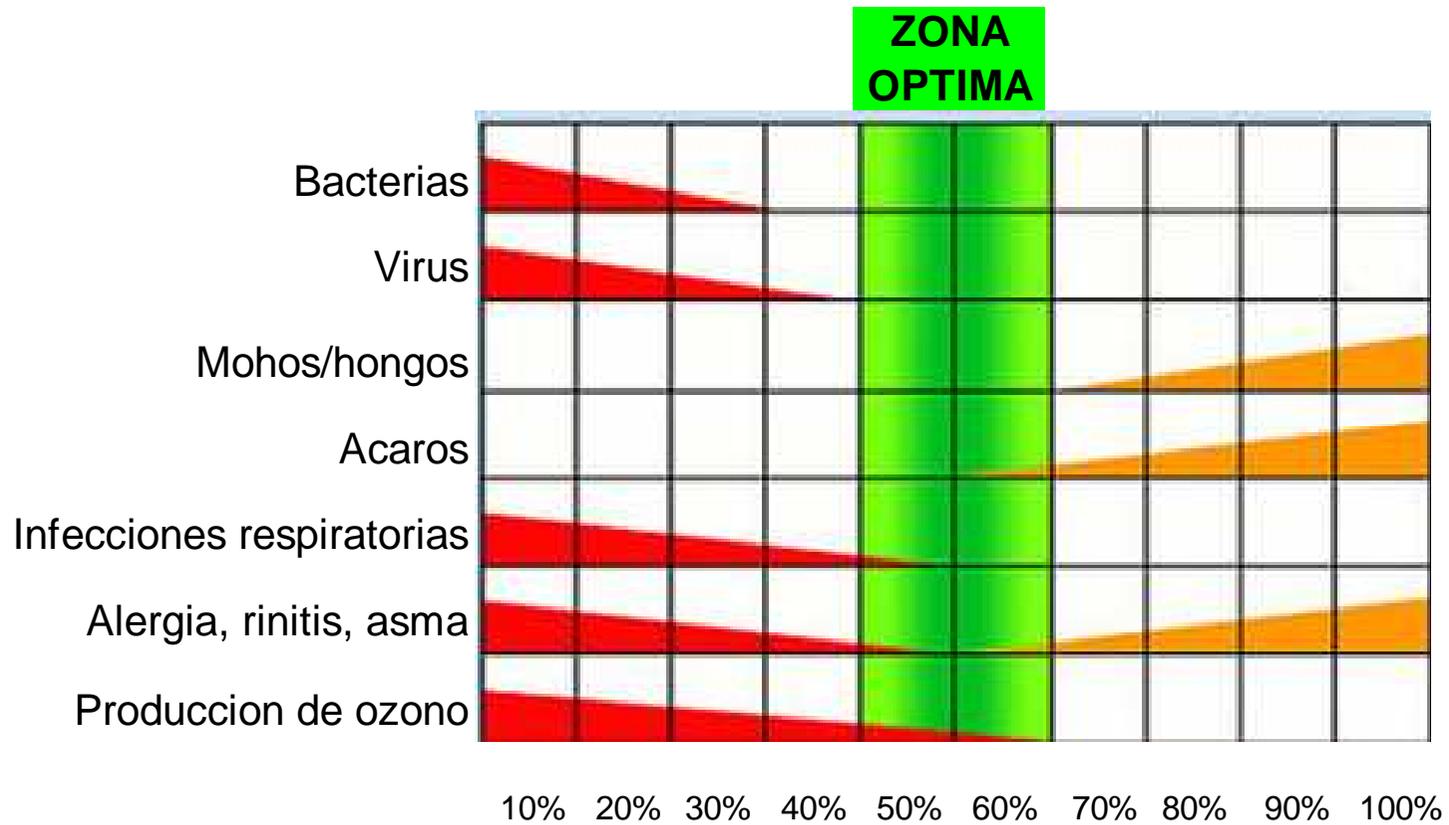
No conformidad: Presencia de Hongos en un quirófano

Posible acción correctiva: Cambio de filtros HEPA y limpieza de conductos

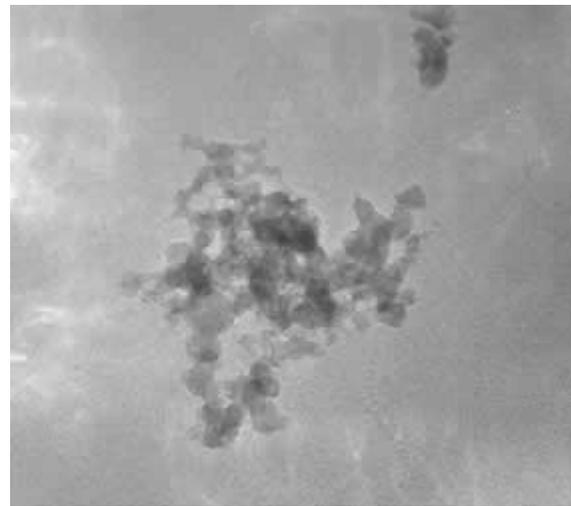
¿Se ha comprobado la sobrepresión? Los hongos pueden proceder de las puertas

- Temperatura y Humedad Relativa
 - Confort
 - Productividad
 - Requisitos médicos (pacientes u operaciones)
 - Impacto sobre contaminación

IMPACTO DE LA HUMEDAD RELATIVA



- Microbiología ambiental
 - La presencia de contaminación biológica en los centros hospitalarios es la causa última de las infecciones nosocomiales.
 - Hongos
 - Bacterias



¿DONDE ESTAN LOS MICROORGANISMOS?

Aspergillus sp	Sistemas de ventilación mal mantenidos, Filtros de aire * Excrementos de palomas en las cercanías de las tomas de aire Marcos de los filtros de aire Fancoils y acondicionadores de aire de ventana Aire de retorno contaminado, Aire de extracción contaminado Falsos techos , Aislamiento de fibra y techos de metal perforado Techos acústicos, Ignifugación de materiales Materiales de construcción de madera húmedos Obras de construcción dentro o en el entorno cercano al hospital Ventanas abiertas a obras de construcción Compuertas cortafuegos en conductos Aspiradoras del hospital , Ascensores Reposabrazos del mobiliario, Paredes, Muebles de cocina , Alimentos Plantas ornamentales
----------------	---

Fuente: Centro de Control de Enfermedades de Atlanta (CDC)

¿DONDE ESTAN LOS MICROORGANISMOS?

Mucor/Rizopus sp	Filtros de aire Falsos techos Helipuerto
Penicillium sp	Maderas en descomposición Tuberías de agua con fugas Filtros de aire Aislamiento de fibra de vidrio en aislamiento Productos anestésicos
Cladosporium sp	Filtros de aire

Fuente: Centro de Control de Enfermedades de Atlanta (CDC)

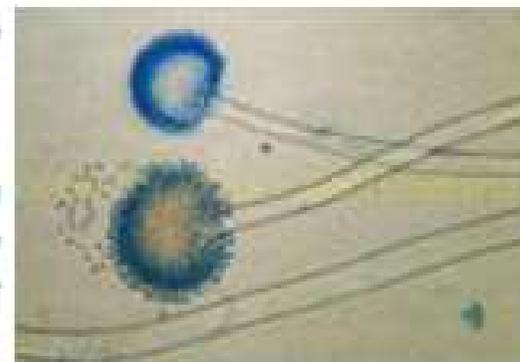
Los sistemas de climatización deben jugar un papel importante en el control de la presencia de hongos en el ambiente de los hospitales y para ello deben disponer de sistemas de filtración acorde a los requisitos más actuales del nuevo RITE.

Los hongos se reproducen generando esporas que son dispersadas en el ambiente.

En general, las esporas de hongos varían enormemente en forma y tamaño, pero como promedio se acepta un tamaño aerodinámico de alrededor de 30 micrones.

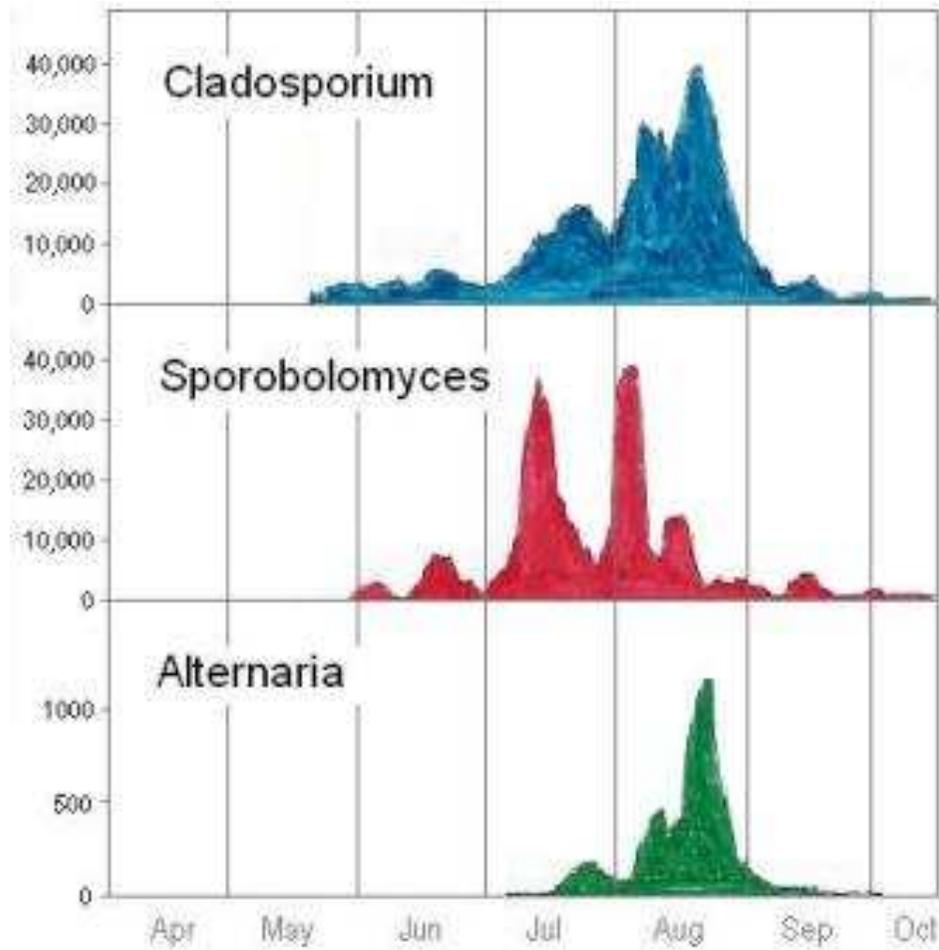
Para *Aspergillus sp.* el tamaño aerodinámico promedio se encuentra entre 2 y 3 micrones, 10 veces más pequeño y por ello más difícil de controlar.

Candida oscila en torno a 10 a 20 micrones.



Fuente allergyclinic.co.uk.

Niveles de hongos en el exterior



- CURIOSIDAD:
 - DISEÑO DE QUIROFANOS EN UK
 - QUIROFANOS NORMALES
 - F7
 - MAXIMIZAR VENTILACION
 - QUIROFANOS DE ALTA TECNOLOGIA
 - H13

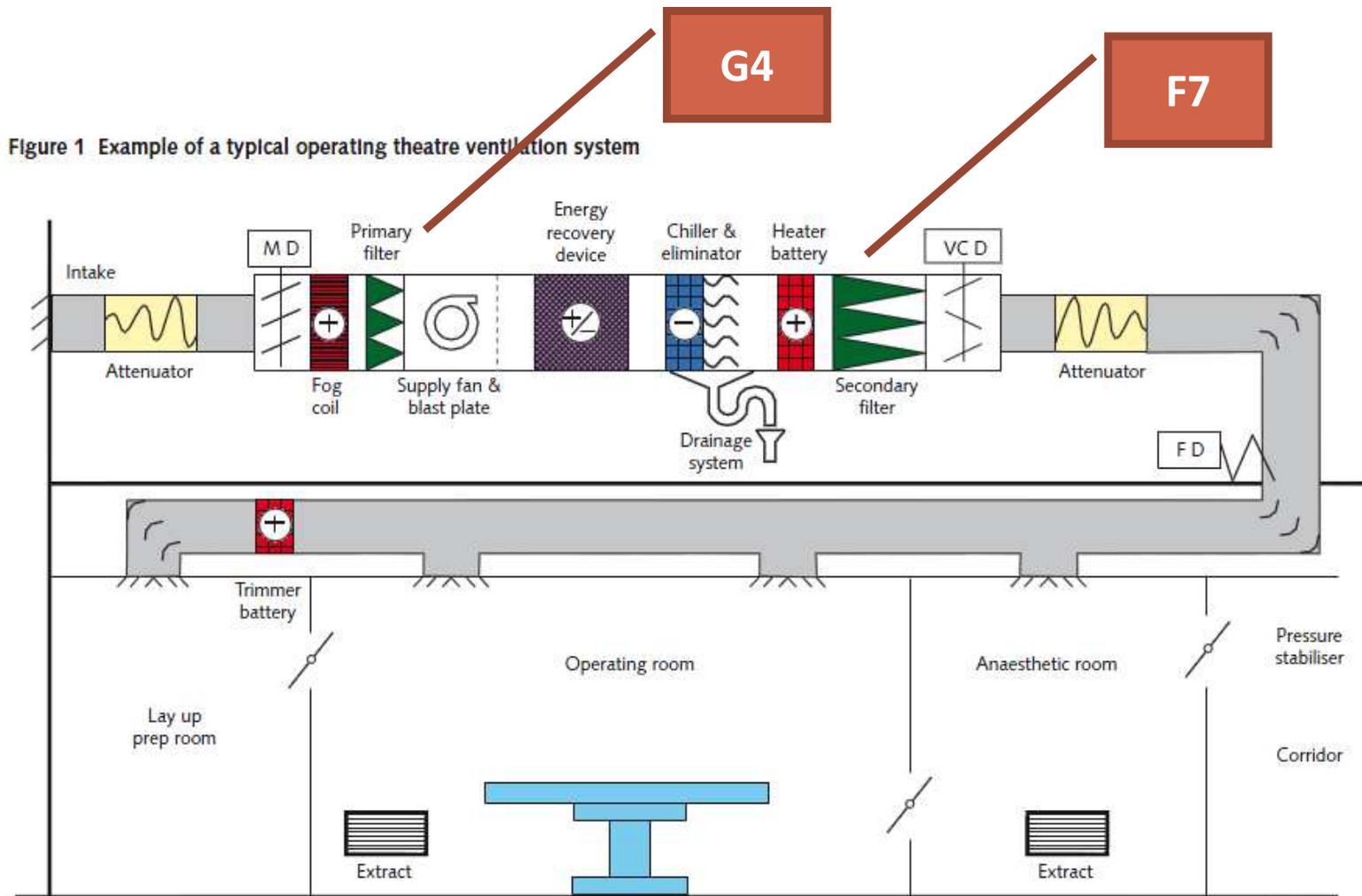
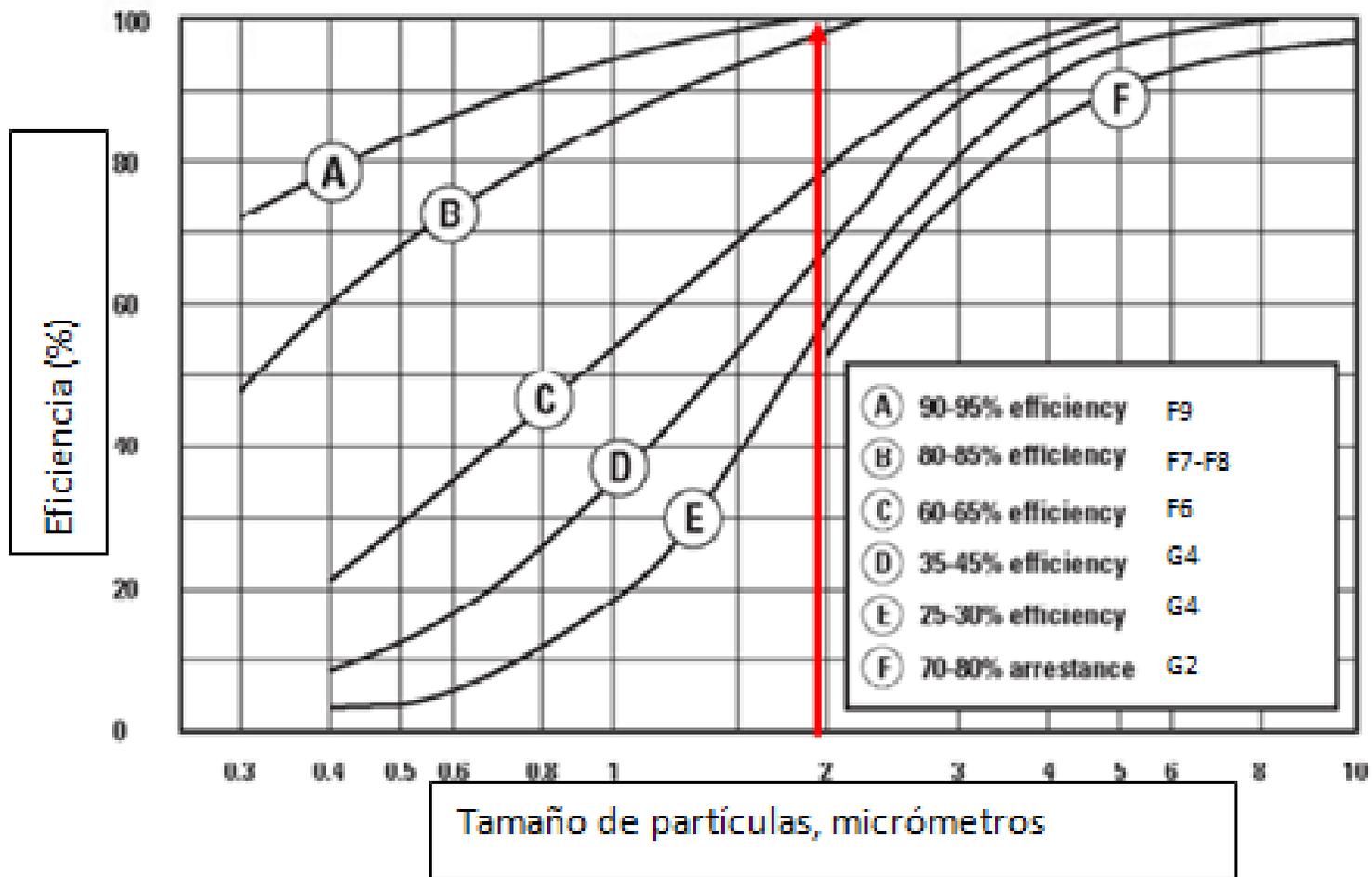


Figure 1 Example of a typical operating theatre ventilation system

QUIROFANO CONVENCIONAL EN UK



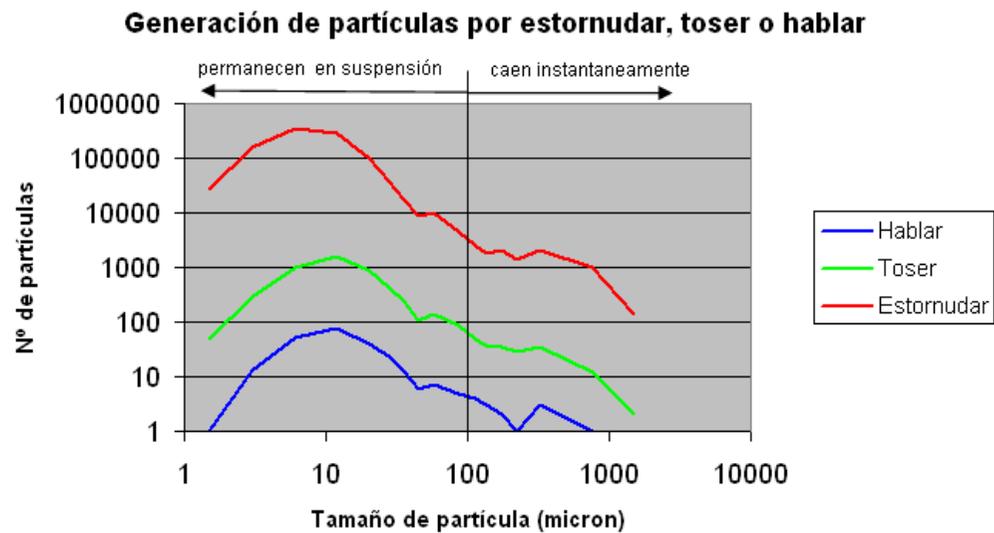
FILTRO DE CALIDAD F7:

- 5% DE PARTICULAS DE 3 MICRAS
- CAUDAL DE AIRE: 20 RPH EN 100 M³ = 2.000 M³/H
- CONTAMINACION EN AIRE EXTERIOR: 1 UFC/M³

¡100 COLONIAS DE ASPERGILUS POR HORA!

- Bacterias

- La principal fuente ambiental de bacterias son las propias personas







Ensayo de microbiología ambiental



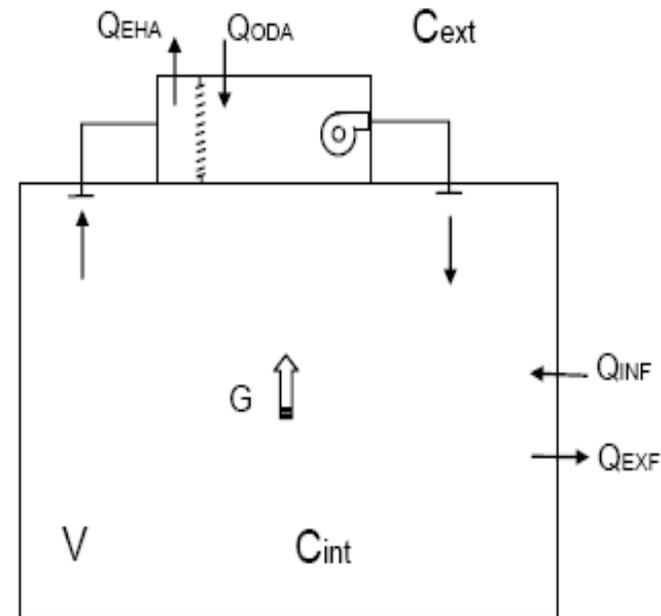
¿MEDICIONES EN OPERACIÓN?



Partículas en suspensión

- Las partículas en los ambientes hospitalarios son preocupantes especialmente por la capacidad de transportar agentes infecciosos, alérgenos o patógenos en general.
- No hay una relación estricta y segura entre la presencia partículas en suspensión en un ambiente determinado y la presencia de microorganismos viables y/o potencialmente patógenos en ese mismo ambiente.. No obstante, desde un punto de vista estadístico, y así nos lo muestran muy diversos estudios, la probabilidad de encontrar agentes microbianos viables en un entorno con elevadas concentraciones de partículas es mas alta que en un entorno con bajas concentraciones de partículas.
- En este hecho se basa toda la tecnología de control de ambientes en salas limpias en general en la industria farmacéutica y alimentaría.

BALANCE DE MASAS EN UN ESPACIO VENTILADO



Q_{ODA} = Caudal de aire exterior introducido en el edificio mecánicamente a través del sistema de climatización.

Q_{INF} = Caudal de aire exterior que entra el edificio por infiltración, a través de puertas, ventanas o cualquier otra apertura en la envolvente.

Q_{EHA} = Caudal de aire exterior extraído del edificio mecánicamente a través del sistema de climatización.

Q_{EXF} = Caudal de aire exterior que sale del edificio por exfiltración, a través de puertas, ventanas o cualquier otra apertura en la envolvente.

G = Tasa de contaminante generado en el interior del local.

V = Volumen interior del local.

C_{ext} = Concentración exterior del contaminante.

C_{int} = Concentración interior del contaminante.

Relación concentración – Tasa de ventilación

$$Q = \frac{G}{C_{amb} - C_{imp}} \times \frac{1}{E_v}$$

Q = Aire nuevo en litros/segundo

G = Partículas promedio generadas

C amb = Concentración ambiente interior de partículas

C imp = Concentración de partículas en impulsión

E_v = Eficiencia de ventilación

INSTALACION EN ACTIVIDAD: PRINCIPAL FOCO CONTAMINANTE LAS PERSONAS

G = Partículas promedio generadas

Ropa de quirófano convencional	Cobertura completa con tejido no emisor de partículas
	

INDICE DE AUSTIN

NIVEL DE ACTIVIDAD	Ropa de quirófano convencional (partículas/min)	Cobertura completa tejido especial (partículas/min)	Ratio
Sentado o de pie parado	100.000	10	10.000
Movimiento ligero de cabeza, piernas y brazos	500.000	50	10.000
Movimiento fuerte de cabeza, piernas, brazos y pies	1.000.000	100	10.000
Cambio de posición: sentarse y levantarse	2.500.000	250	10.000
Caminando a 0,9 m/s	5.000.000	500	10.000
Caminando a 1,6 m/s	7.500.000	750	10.000
Caminando a 2,2 m/s	10.000.000	1.000	10.000



Valor promedio de 300.000 partículas/minuto por persona.

Por lo tanto la tasa de generación de partículas en el quirófano será:

$$G = 300.000 \text{ part/min-persona} \times 8 \text{ personas}$$

$$G = 2.400.000 \text{ part/min} =$$

$$G = 144.000.000 \text{ part/hora}$$

Si despejamos la concentración ambiental de la ecuación del balance de masas en el quirófano:

$$Q = \frac{G}{C_{amb} - C_{imp}} \times \frac{1}{Ev}$$

Obtenemos:

$$C_{amb} = \frac{G}{Q \times Ev} + C_{imp}$$

Dando valores:

$$C_{amb} = \frac{144.000.000 \text{ part/h}}{2.000 \text{ m}^3/\text{h} \times 0,9} + 102 \text{ part/m}^3 = 80.102 \text{ part/m}^3$$

Es decir que un quirófano con las características ambientales de la modelización realizada alcanzaría una clase teórica ISO 6 en operación.

CLASIFICACION DE AMBIENTES CONTROLADOS SEGÚN LA NORMA ISO 14644

CLASE ISO	MAXIMO NÚMERO PERMISIBLE DE PARTICULAS POR M3 DE TAMAÑO IGUAL O MAYOR QUE EL DEFINIDO					
	Tamaño de partículas					
	> 0.1 μm	> 0.2 μm	> 0.3 μm	> 0.5 μm	> 1 μm	> 5 μm
ISO 1	10	2				
ISO 2	100	24	10	4		
ISO 3	1.000	237	102	35	8	
ISO 4	10.000	2.370	1.020	352	83	
ISO 5	100.000	23.700	10.200	3.520	832	29
ISO 6	1.000.000	237.000	102.000	35.200	8.320	293
ISO 7				352.000	83.200	2.930
ISO 8				3.520.000	832.000	29.300
ISO 9				35.200.000	8.320.000	293.000

CONCENTRACION INTERIOR= 80.102 part. de 0,3 micras/m³

La parte 4 de la serie de normas 14644 especifica criterios de diseño de salas limpias y establece una guía para decidir el nivel de sala exigible según el tipo de aplicación

CLASE DE LIMPIEZA DE SALA	TIPO DE FLUJO DE AIRE	EJEMPLOS DE APLICACIONES
ISO 5	Unidireccional	Proceso aséptico
ISO 7	Mezcla	Otras zonas de proceso soportando directamente procesos asepticos
ISO 8	Mezcla	Zonas soportando procesos asepticos incluyendo zonas de preparacion controlada

TENEMOS UNA SALA DE CLASE ISO 6 CON UNA CONCENTRACION
INTERIOR= 80.102 part. de 0,3 micras/m³

ALGUNAS DE ESAS PARTICULAS ESTAN CARGADAS DE BACTERIAS
Y PUEDE HABER ALGUN HONGO: ¿DONDE SE UBICAN?

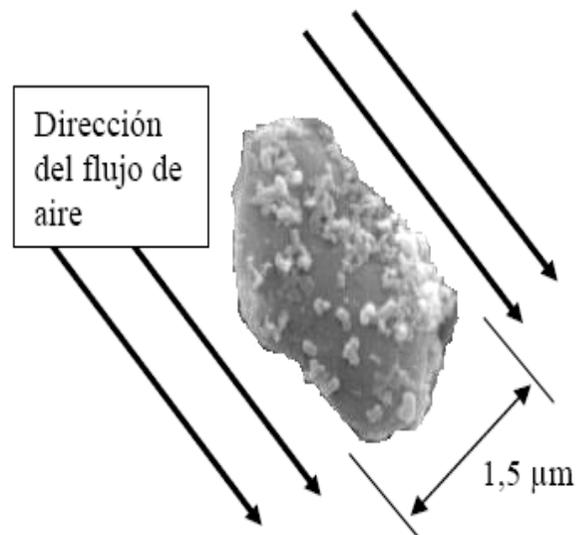
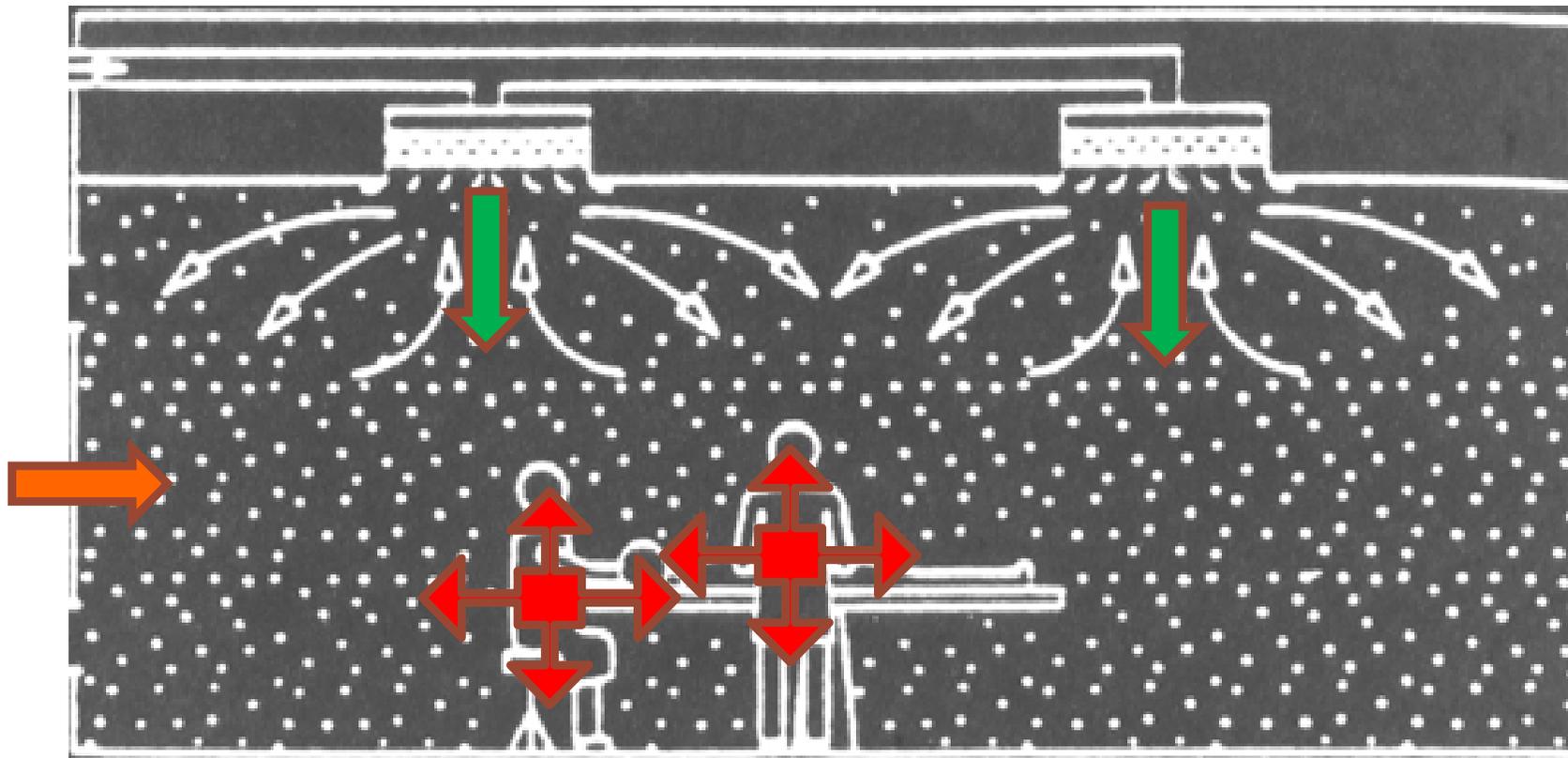
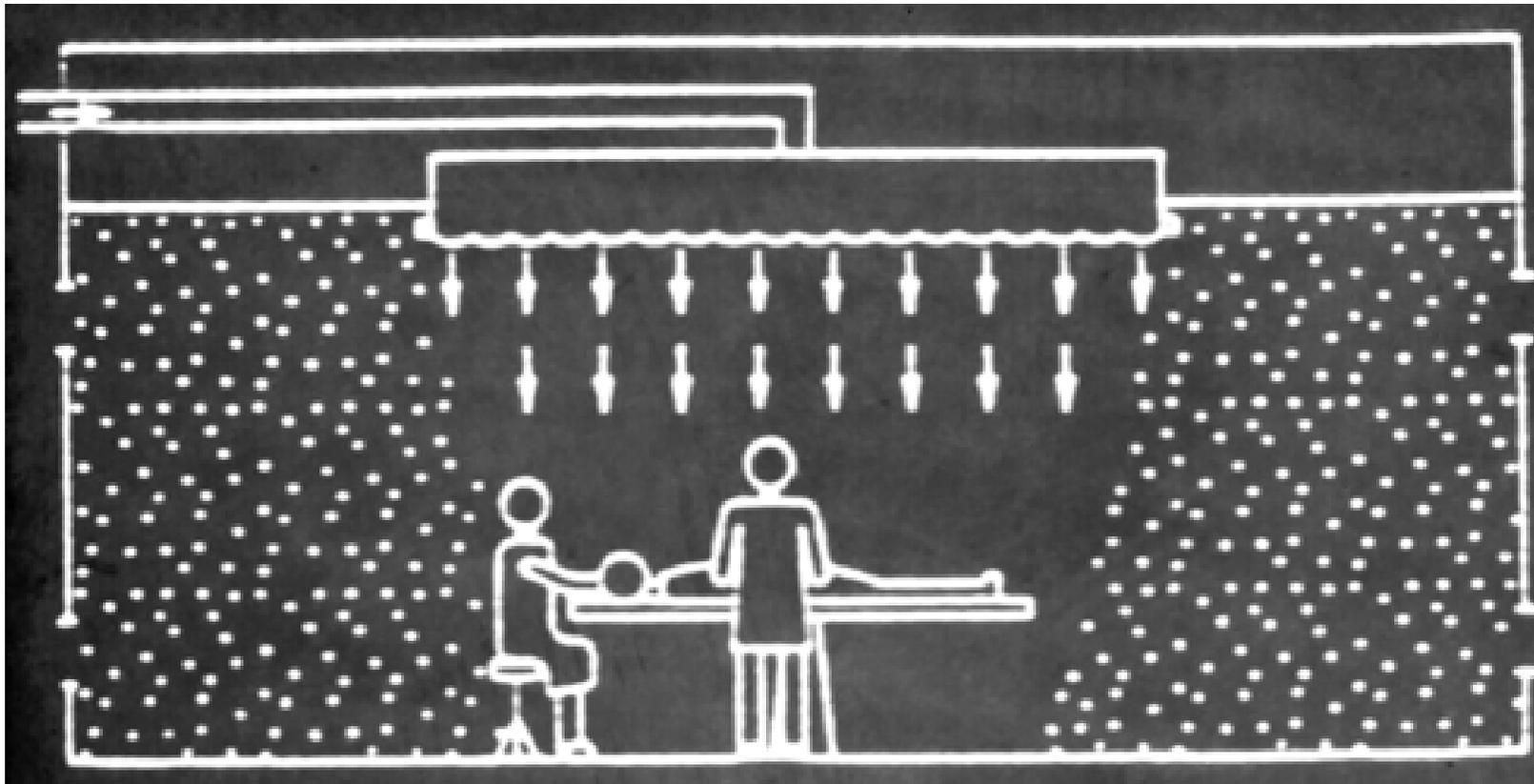


Figura 12. Partícula de arcilla recubierta de bacterias,
Fuente del esquema elaboración propia

ISO 6 = 80.102 part. de 0,3 micras/m³
EN UN SISTEMA DE FLUJO MIXTO



ISO 6 = 80.102 part. de 0,3 micras/m³
EN UN SISTEMA DE FLUJO UNIDIRECCIONAL





Ensayo de partículas en suspensión Contadores de partículas que discriminan por tamaño



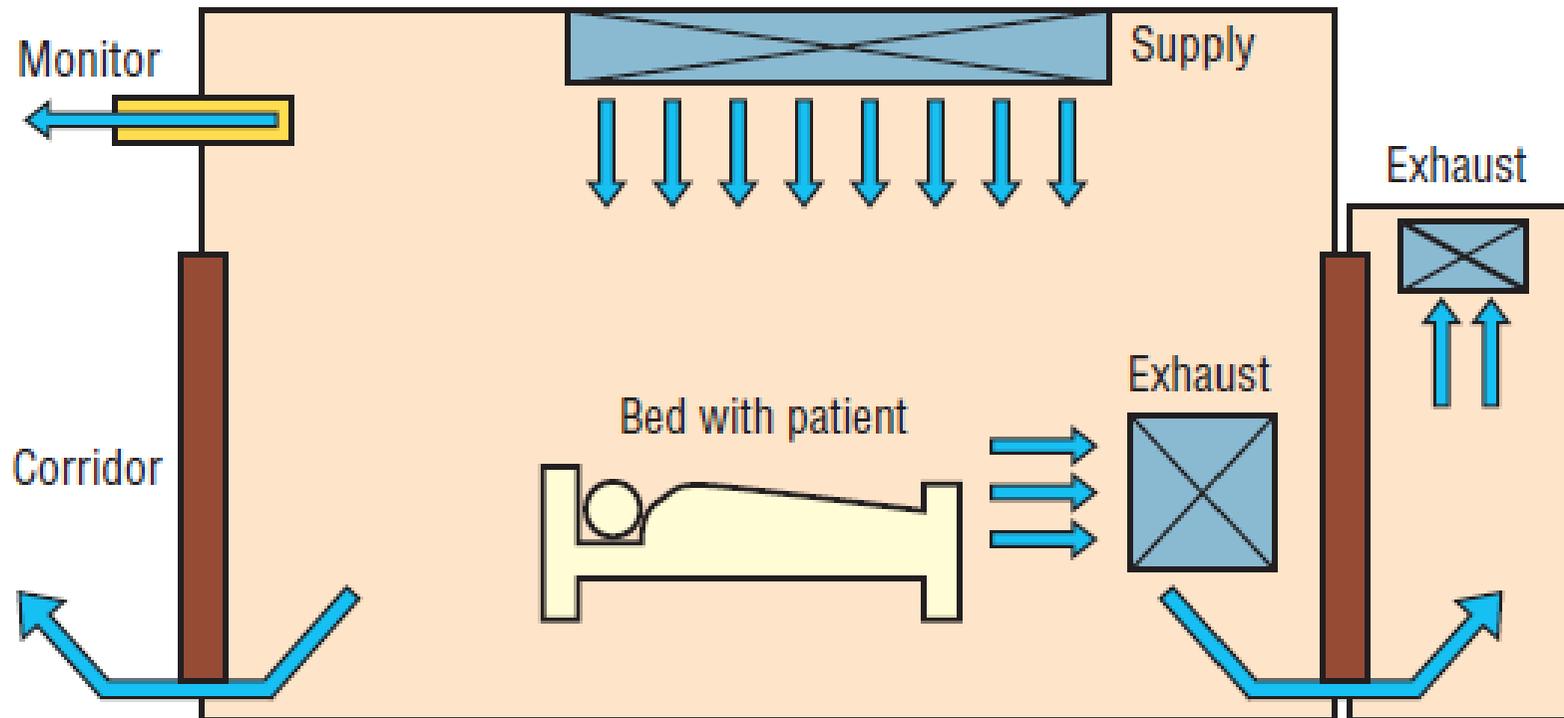
Presión diferencial:

- La diferencia de presiones entre salas es un mecanismo para controlar el intercambio de aire entre áreas limpias y sucias.
- Esta se consigue mediante el control de los caudales de aire de impulsión y extracción de las salas.

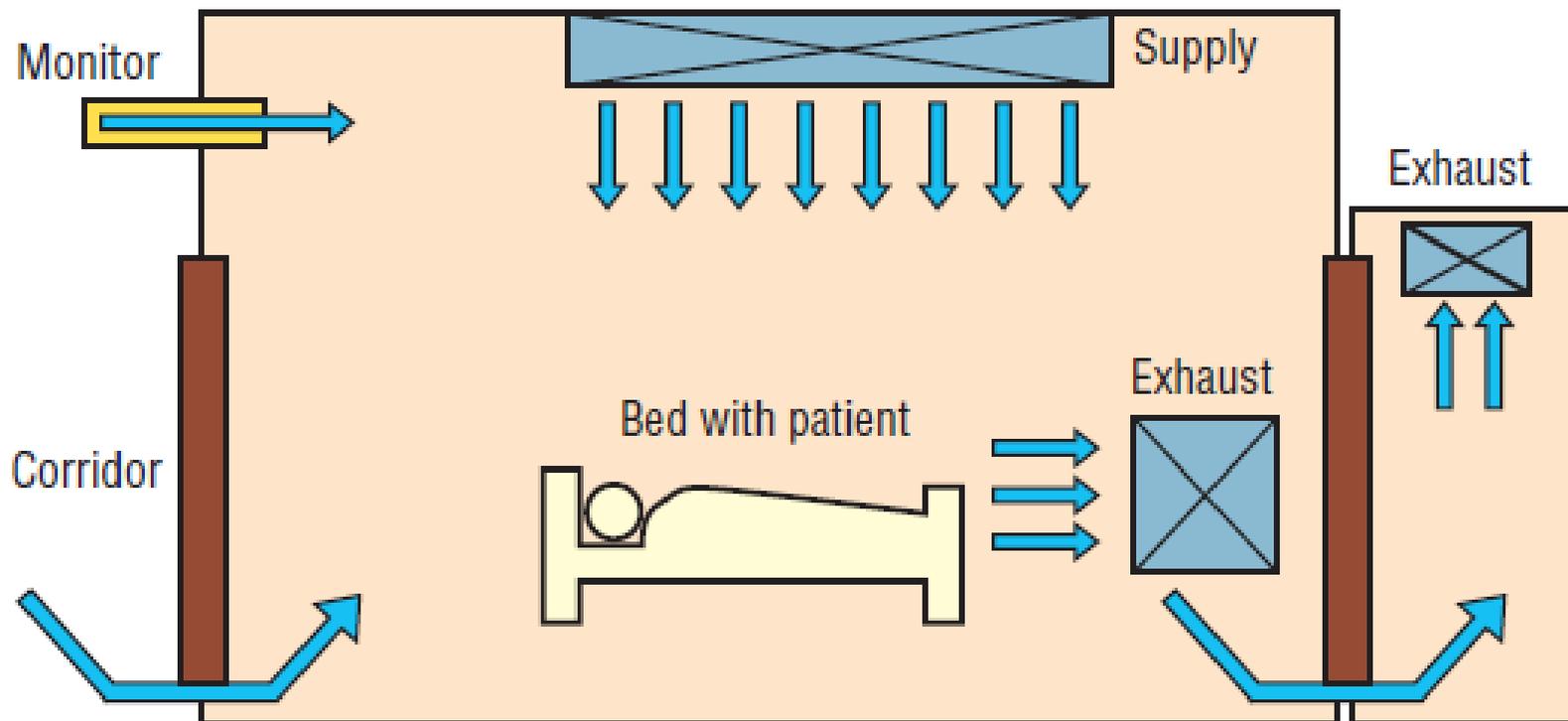




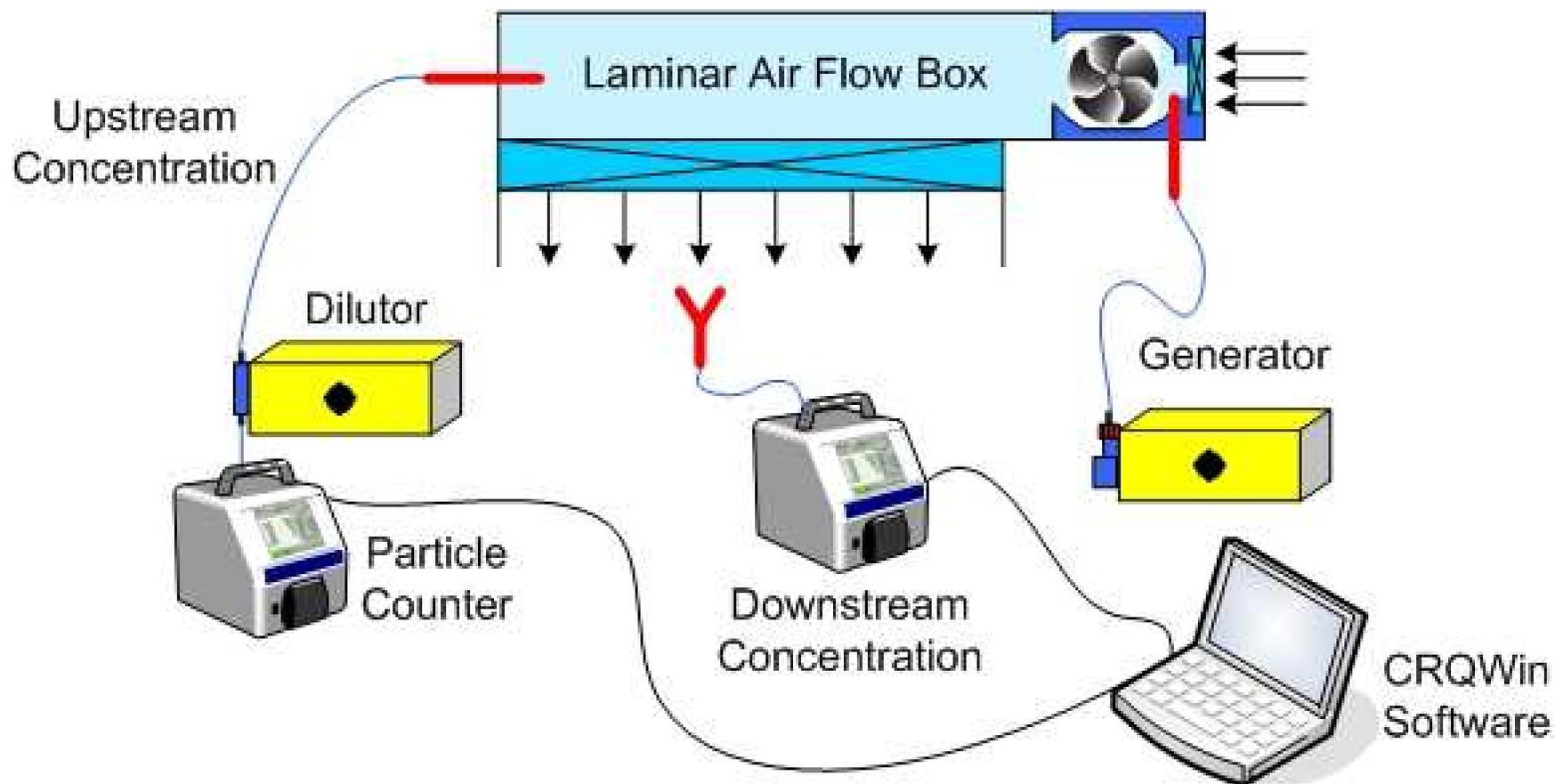
SALA DE INMUNODEPRIMIDO: EN SOBREPRESION



SALA DE INFECCIOSOS: EN DEPRESION



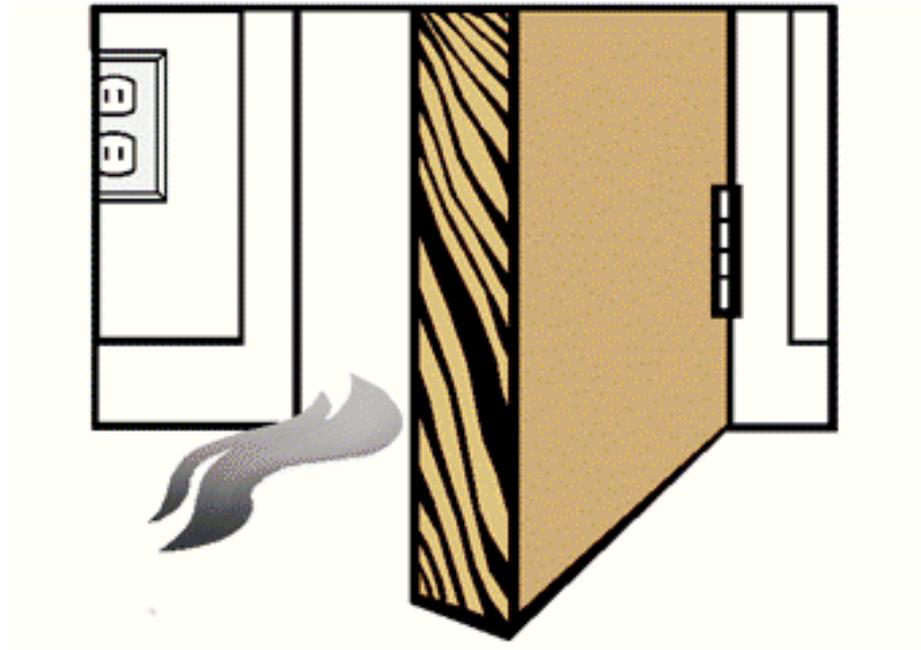
TEST DE INTEGRIDAD DE FILTROS





Sentido de flujo del aire

- El aire en su movimiento arrastra posibles partículas y otros elementos contaminantes, por ello es importante determinar el sentido del movimiento del aire entre zonas potencialmente contaminadas y zonas limpias que deben ser protegidas.
- La diferencia de presiones no es suficiente para garantizar que el aire se moverá en la dirección que interesa.
- Los empujes y turbulencias del aire que se crean al abrir o cerrar una puerta o las diferencias de temperaturas en el aire estratificado son suficientes para que haya intercambios de aire no controlados entre zonas sucias y limpias, incluso el aire arrastrado por las personas al entrar o salir generan contaminaciones entre salas.
- Máxima garantía cuando se dispone de esclusas entre áreas a proteger.



Patrones de flujo del aire

Los patrones de flujo del aire pueden emplearse para controlar la generación de partículas contaminantes.

Separación por desplazamiento.

Hay dos tipos de patrones de flujo:

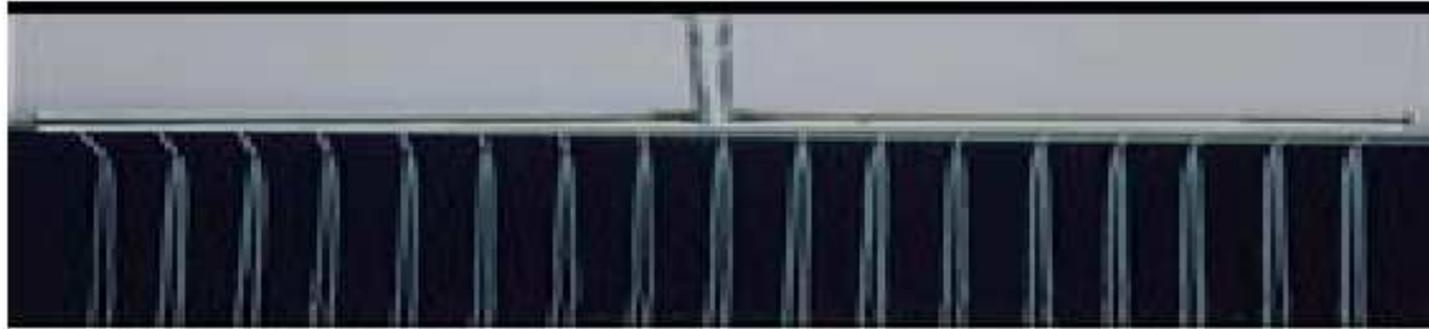
Unidireccional

Multidireccional (o flujo mezcla).

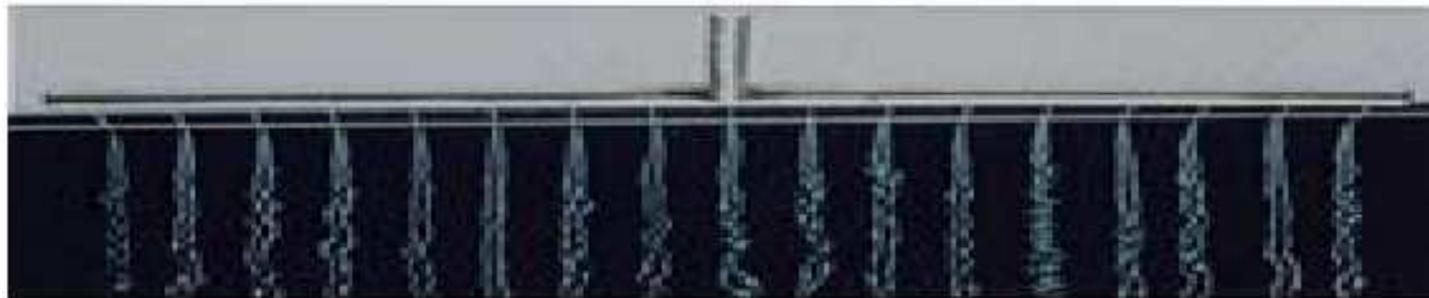
La clave: velocidad del aire



0,45 m/s



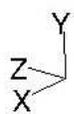
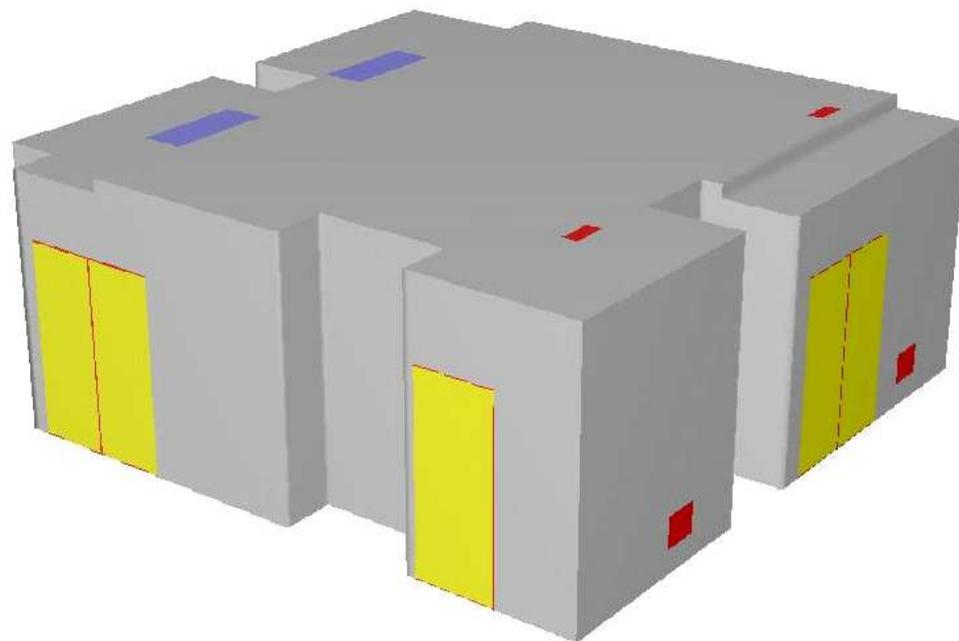
0,30m/s

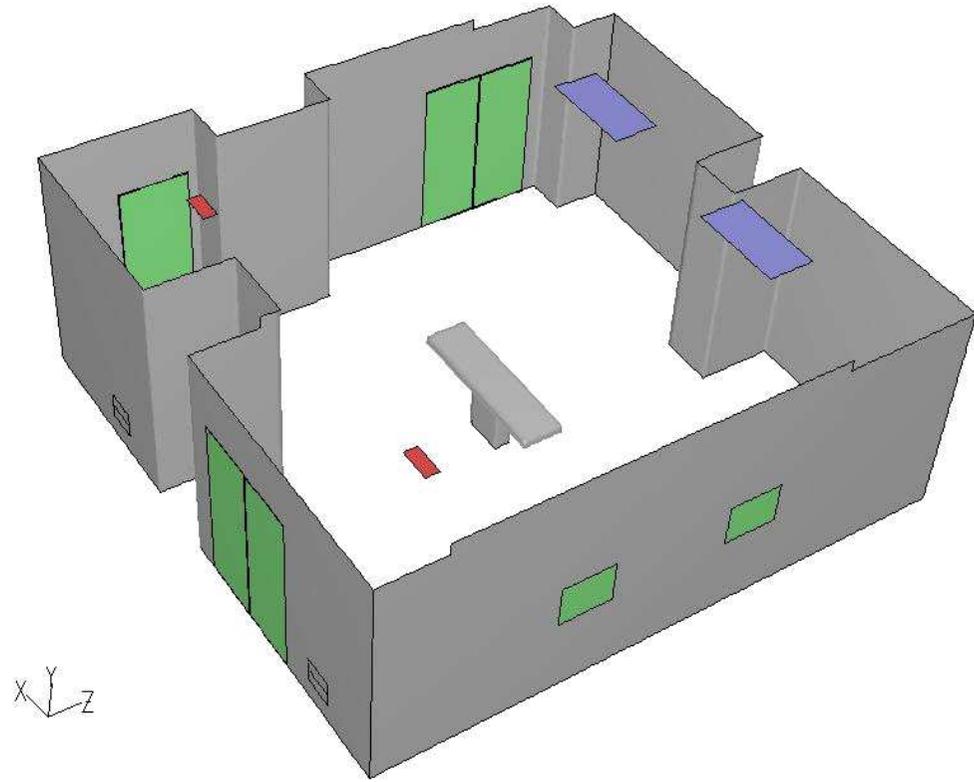


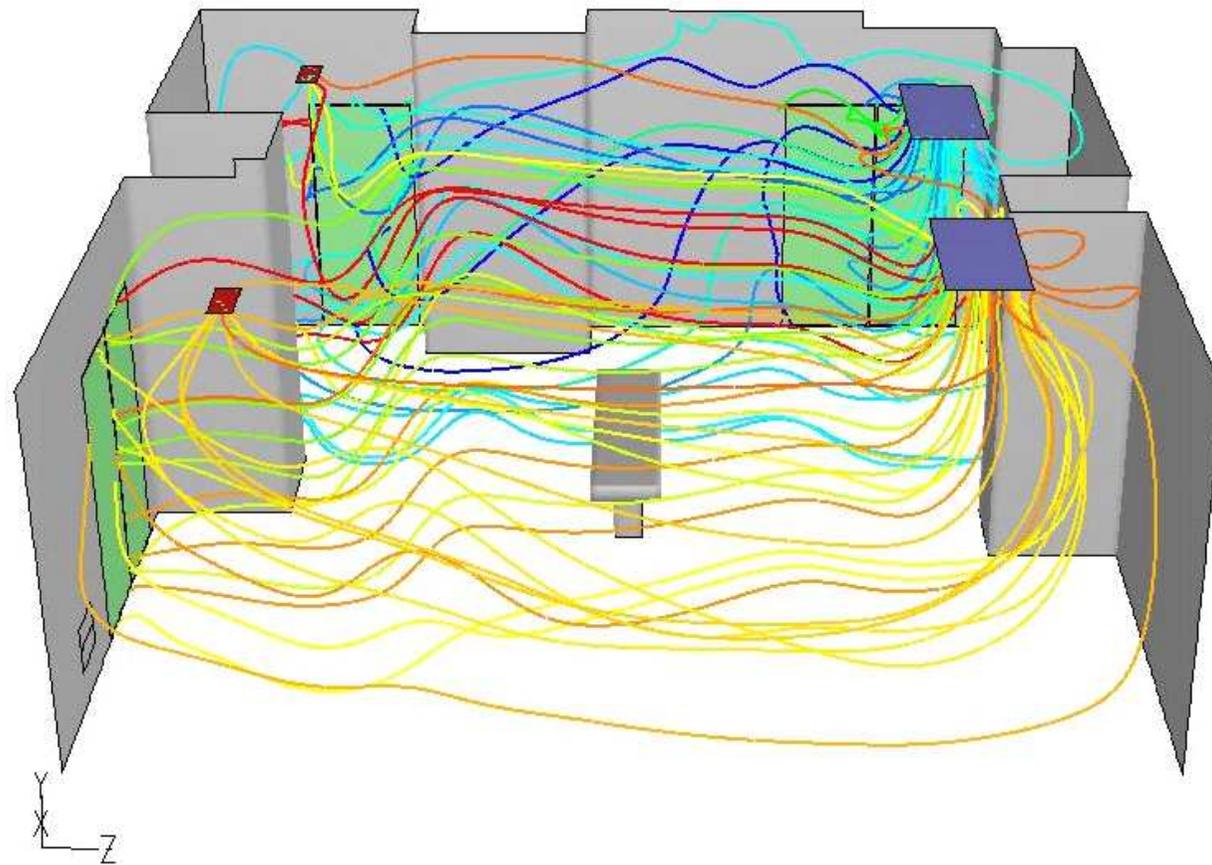
0,20 m/s

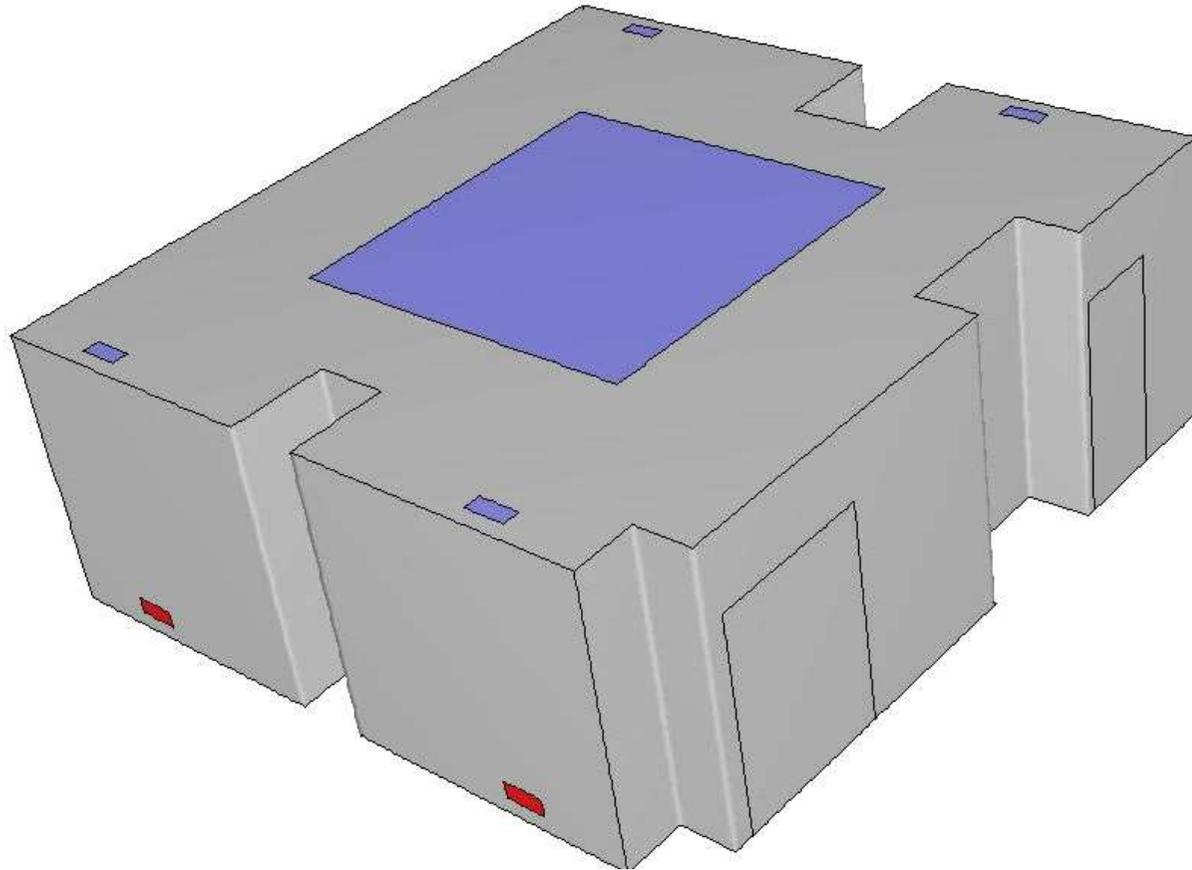


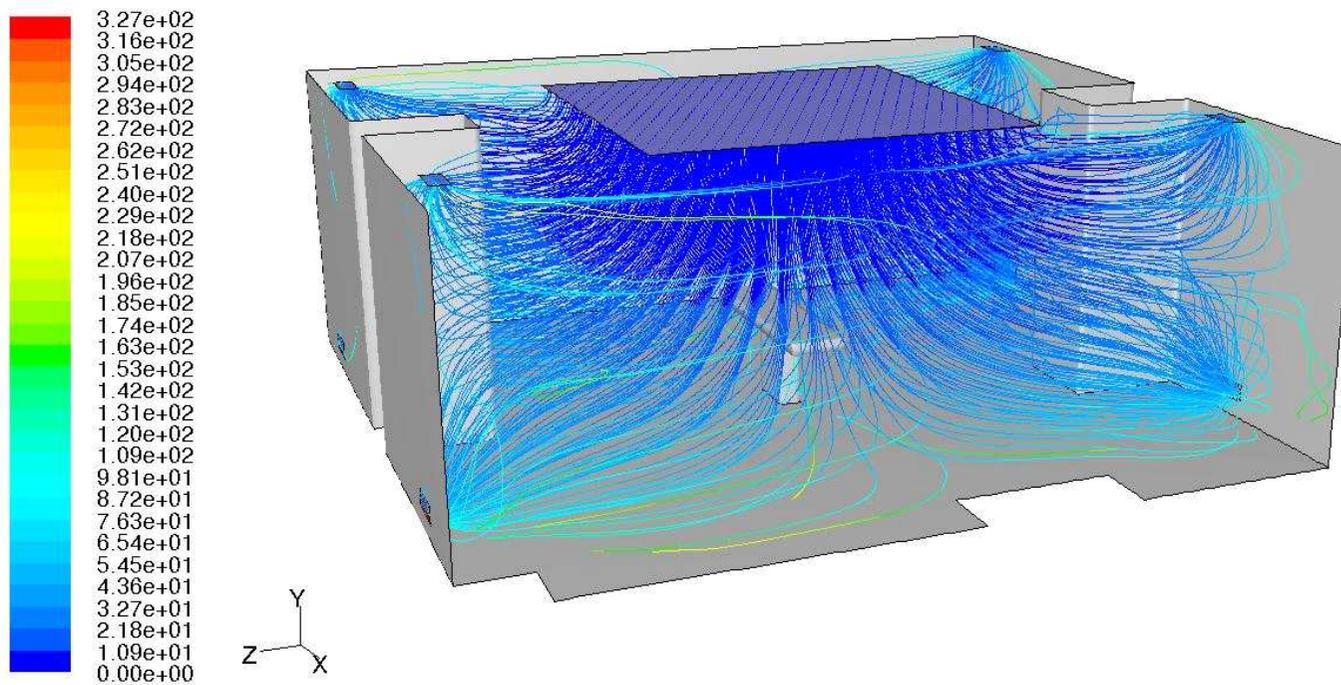












Path Lines Colored by time (s)

CONCEPTOS RESUMEN:

¿COMO SE CONSIGUE UNA CORRECTA CALIDAD AMBIENTAL EN INTERIORES?:

- **DILUYENDO LOS CONTAMINANTES:**
VENTILACION
- **PURIFICANDO EL AIRE:**
FILTRACION O DESTRUCCION DE LOS CONTAMINANTES
- **EVITANDO LA DISPERSION/PROLIFERACION**
HIGIENE Y DESINFECCION
CONTROL DE FOCOS CONTAMINANTES
(PRESIONES-FLUJOS DE AIRE)

HIGIENE Y DESINFECCION CLAVE EN EL AMBITO HOSPITALARIO

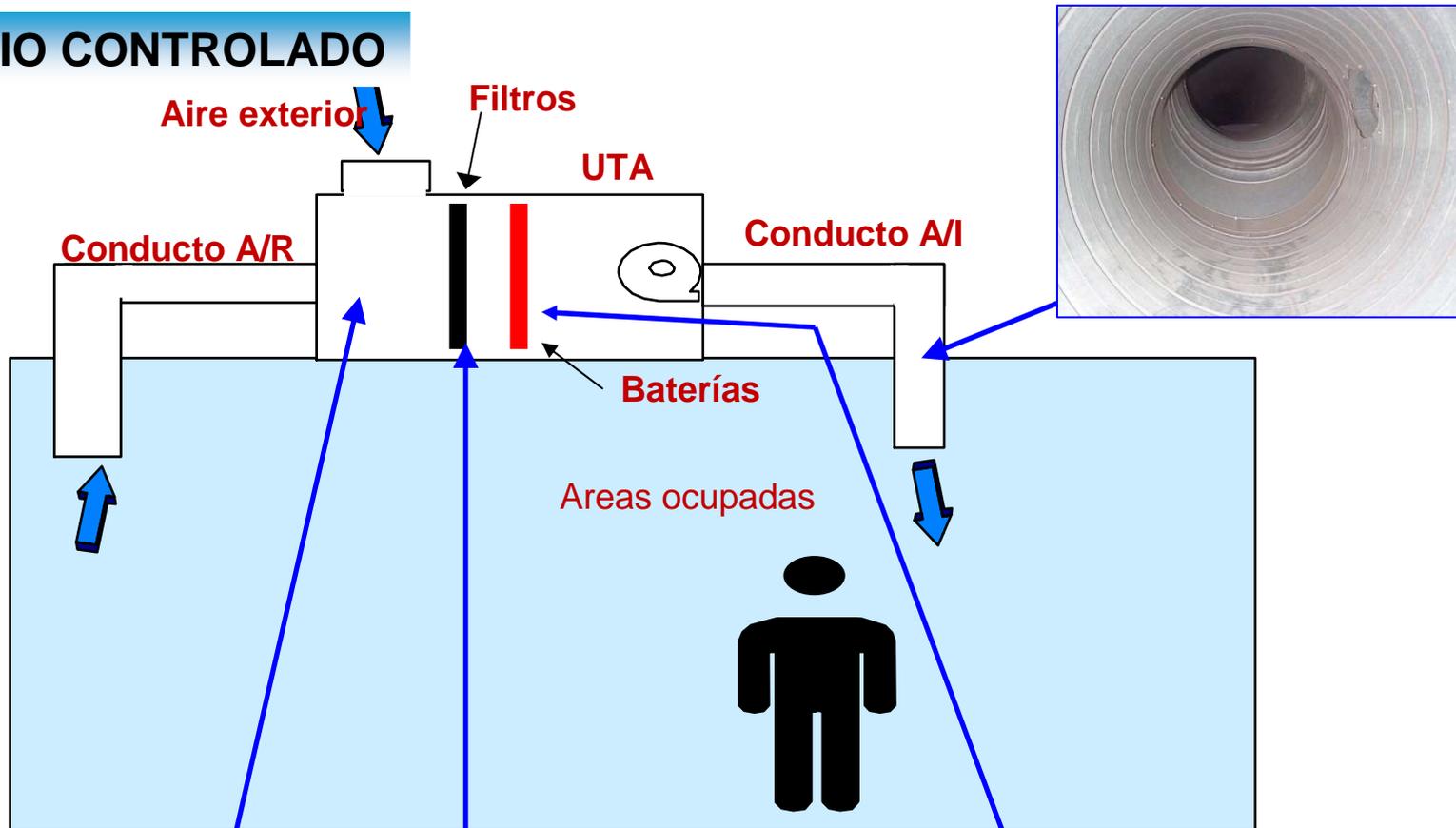
OBVIEDAD

LA MEJOR INSTALACION MAL
MANTENIDA NO SIRVE DE NADA

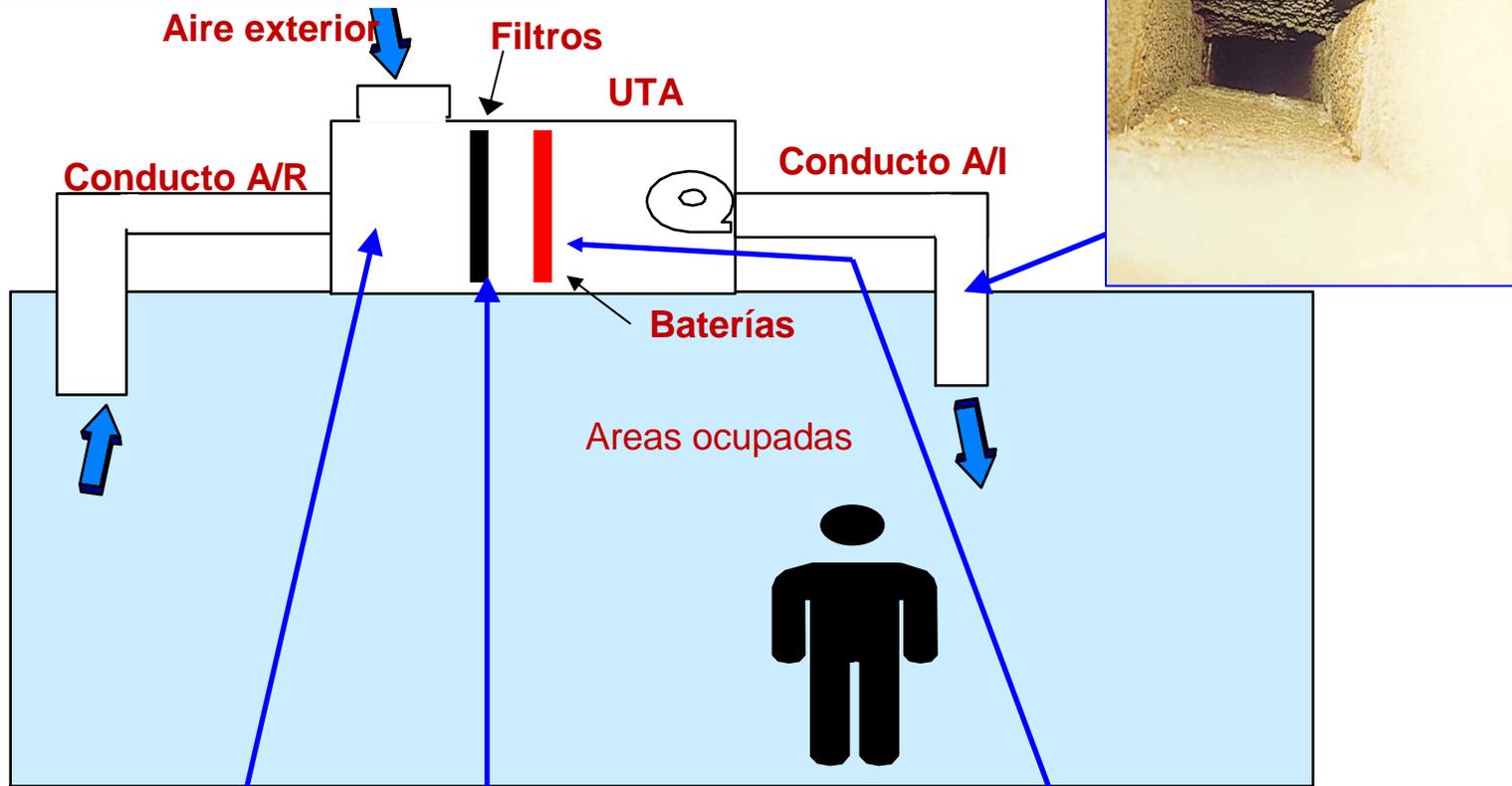
Tabla 2 – Validaciones de las salas de ambiente controlado, los organismos que las realizan, los parámetros a tener en cuenta y los criterios adoptados

Salas de ambiente controlado	Validación previa a puesta en marcha	Validación post mantenimiento (incluidos cambios de filtros)	Validación anual “en reposo”
Organismo de validación	EXTERNO	EXTERNO o INTERNO	EXTERNO
Parámetros ambientales	<ul style="list-style-type: none"> – T° y HR% – Microbiología – Partículas clasificación – Ruido 	<ul style="list-style-type: none"> – T° y HR% – Microbiología – Partículas clasificación – Ruido 	<ul style="list-style-type: none"> – T° y HR% – Microbiología – Partículas clasificación – Ruido
Parámetros de instalación	<ul style="list-style-type: none"> – Presión diferencial – Validación colocación filtro absoluto – Caudales y renovaciones/h – Sentido del flujo aire – Análisis de configuración del flujo de aire – Recuperación de la sala 	<ul style="list-style-type: none"> – Presión diferencial – Clasificación del quirófano – Según el alcance de la reforma 	<ul style="list-style-type: none"> – Presión diferencial – Validación colocación filtro absoluto – Caudales y renovaciones/h – Sentido del flujo aire – Ensayo de recuperación de la sala
Condiciones técnicas de la tabla A.1 de la Norma UNE 100713			
Condiciones higiénicas de la Norma UNE 100012			

EDIFICIO CONTROLADO



EDIFICIO MAL GESTIONADO













MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCION