

**Guía práctica
para el diseño
y mantenimiento
de la climatización
en quirófanos**



**Guía práctica
para el diseño
y mantenimiento
de la climatización
en quirófanos**

MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO
INSTITUTO NACIONAL DE LA SALUD
Subdirección General de Obras, Instalaciones y Suministros

**Guía práctica
para el diseño
y mantenimiento
de la climatización
en quirófanos**

INSTITUTO NACIONAL DE LA SALUD
SECRETARÍA GENERAL
Madrid, 1996

Han intervenido en este trabajo:

PANIAGUA CAPARROS, JOSE LEÓN
Subdirector General de Obras, Instalaciones y Suministros. Insalud

OTERO RIVERO, GONZALO
Gestión Mantenimiento. Subd. Gral. Obras, Instalaciones y Suministros. Insalud

FERNÁNDEZ ARRUFAT, JOSÉ MANUEL
Ingeniero Consultor

MONGE JODRA, VICENTE
Servicio Medicina Preventiva. Hospital Ramón y Cajal. Madrid

GARCÍA CABALLERO, JUAN
Servicio Medicina Preventiva. Hospital La Paz. Madrid



Edita: Instituto Nacional de la Salud
Secretaría General
Servicio de Documentación y Publicaciones
Alcalá, 56
28014 Madrid

Depósito legal: M. 25.665-1996
ISBN: 84-351-0221-1

NIPO: 352-96-017-9
Número de publicación INSALUD: 1.685

Imprime:
FARESO, S. A.
Paseo de la Dirección, 5 - 28039 MADRID

ÍNDICE

	<u>Págs.</u>
1. INTRODUCCIÓN	9
2. GENERALIDADES	10
3. CLASIFICACIÓN	11
4. CONDICIONES INTERIORES. CRITERIOS TÉCNICOS ...	12
5. DISEÑO TIPO DE CLIMATIZACIÓN EN BLOQUE QUIRÚRGICO	16
6. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS A CONSIDERAR	22
7. RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO	23
8. SISTEMAS DE CONTROL	24
9. CONFIGURACIONES REALES DE BLOQUES QUIRÚRGICOS	25
10. PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO	29
11. CONTROLES PREVENTIVOS, LIMPIEZA Y MICROBIOLÓGICO	33
12. BIBLIOGRAFÍA	35

1. INTRODUCCIÓN

Esta «Guía práctica para el diseño y mantenimiento de la Climatización en quirófanos», nace con el objetivo de difundir criterios técnicos para el tratamiento de aire en los quirófanos de los Hospitales en todo el medio sanitario.

Desarrolla la Climatización en los quirófanos, tanto desde el punto de vista de su configuración, fijando bases con suficiente amplitud para normas de cálculo y diseño, como de su mantenimiento y de los controles preventivos de calidad del aire. Incorpora, de otra parte, un diseño tipo de climatización en Quirófanos y modelos de configuraciones reales de Bloques Quirúrgicos.

Dentro de la norma existente, en esta guía se ha tratado de establecer unas condiciones en todo el desarrollo de la climatización, de fácil cumplimiento, no siendo en absoluto restrictiva para las personas que trabajan en este campo, aunque con la pretendida intención de que constituyan una orientación de mínimos.

Esta guía va dirigida a todo el *Sector Sanitario*, Profesionales de los Hospitales, Proyectistas, Empresas Constructoras, Empresas instaladoras..., con el fin de tratar de unificar en el tiempo, lo relativo a la climatización específicamente en quirófanos.

2. GENERALIDADES

La climatización de los quirófanos y locales anexos de un Bloque Quirúrgico, necesitan de un tratamiento diferenciado y específico del resto del Hospital.

Las características de estos locales, requieren que las condiciones interiores en su conjunto, deban ser uniformes en los quirófanos de cualquier Centro Hospitalario y no depender de situaciones exteriores extremas que podrían ser:

- Aire exterior contaminado.
- Importantes diferencias de temperatura exterior a lo largo del día.
- Significativas variaciones de humedad relativa exterior.
- Nivel sonoro exterior muy elevado.
- Inadecuada ubicación del Bloque Quirúrgico.

3. CLASIFICACIÓN

Los quirófanos a efectos de climatización, se clasificarán en dos grupos:

QUIRÓFANO CIRUGÍA NORMAL	GRUPO I
QUIRÓFANO CIRUGÍA ESPECIAL	GRUPO II

En los quirófanos del GRUPO II, se realizan entre otras las intervenciones quirúrgicas relativas a:

- Trasplante de órganos.
- Cirugía Cardíaca.
- Cirugía Vascular con implante.
- Traumatología específica.
- Neurocirugía.

4. CONDICIONES INTERIORES. CRITERIOS TÉCNICOS

Se definen en este apartado los distintos parámetros que deben contemplarse en el diseño de la climatización de quirófanos, a efectos de conseguir las condiciones interiores adecuadas a los mismos, tales como: renovación y velocidad del aire, temperatura, humedad, presión, nivel de ruido, etc.

4.1. AIRE

4.1.1. Toma de aire

Con carácter general, y siempre que sea posible, las instalaciones de climatización de quirófanos y locales anexos, se efectuaran con el criterio de *Todo Aire Exterior*.

4.1.2. Renovaciones

El número de renovaciones por hora del aire de un quirófano que se considera adecuado según el grupo al que pertenecen es el siguiente:

QUIRÓFANOS GRUPO I	15 ren/h.
QUIRÓFANOS GRUPO II	15-20 ren/h.

4.1.3. Recirculación

· Cuando se utilizan sistemas de flujo laminar en quirófanos (grandes renovaciones, bajas velocidades), que podrían denominarse especiales, se requieren niveles de renovación de aire por hora considerables, por lo que se recircula el aire del mismo quirófano mediante sistemas específicos.

Se fijaría según determinación un número de renovaciones de aire por hora en función de la clasificación que se defina, estimándose el volumen de aire exterior en un entorno del 20-25% de las necesidades totales del citado quirófano.

Este sistema actualmente, no es habitual en climatización de quirófanos.

4.1.4. Velocidad del aire

En los quirófanos grupos I y II, cuyo nivel de renovaciones se ha indicado que no exceda de 20 ren/h, y con el objeto de que no existan turbulencias en el aire en los quirófanos, la velocidad del aire en la denominada zona de ocupación debe estar comprendida entorno a 0,20-0,30 m/sg, no debiendo exceder del valor superior.

4.2. TEMPERATURA INTERIOR

Las condiciones de temperatura serán regulables en el rango de:

Temperatura mínima 20°C.
Temperatura máxima 24°C.

4.3. HUMEDAD

El adecuado porcentaje de humedad relativa en los quirófanos es básico por los siguientes motivos:

- Eliminación de cargas electrostáticas.
- Necesidades asistenciales.

Los parámetros de humedad relativa pueden establecerse en el siguiente entorno:

INVIERNO 45-60%
VERANO 50-60%

4.4. FILTRACIÓN

La purificación del aire para filtrar todo tipo de impurezas, incluso microorganismos, se realizará de forma escalonada.

En ambos grupos de quirófanos, se efectuarán los tres escalones de filtración, denominados de:

- Prefiltración
- Filtración de alta eficacia.
- Filtración absoluta.

1.º Escalón. Prefiltración

Evita polución de aire exterior al climatizador.

Eficacia 25%. Velocidad media de paso 1,5-3 m/sg.

Eficacia medida según test gravimétrico (ASHRAE STANDARD 52-76).

2.º Escalón. Filtración de alta eficacia

Eficacia 90%.

Velocidad medida de paso 0,3-0,5 m/sg.

Eficacia medida según test fotométrico (ASHRAE STANDARD 52-76).

3.º Escalón. Filtración absoluta HEPA

(High Efficiency Particulate Air).

Eficacia 99,97%.

Velocidad medida de paso 0,03-0,035 m/sg.

Eficacia medida según test D.O.P.

Observación

En Estados Unidos se acepta para los quirófanos del Grupo I, la filtración de eficacia hasta el 90% en dos escalones.

En la mayoría de los países de la Unión Europea, se utiliza para ambos Grupos de quirófanos, un tercer escalón con filtro Absoluto.

En España se recomienda esta solución con filtración absoluta o HEPA para los dos grupos de quirófanos por los siguientes motivos:

- Se emplea en los países de nuestro entorno en la U.E.
- Es la práctica habitual, implica mayor seguridad.

4.5. NIVEL DE RUIDO

Los ruidos en un sistema de climatización pueden provenir de:

1. Producidos por los motores, ventiladores de las unidades climatizadores y extractores.
2. Por la velocidad del aire en los conductos y su descarga en las rejillas.

Los niveles admisibles de sonoridad permitidos en los quirófanos no deben exceder en 40 dBA.

4.6. PRESURIZACIÓN

Los volúmenes de aire de impulsión y extracción deben ser seleccionados para conseguir presiones positivas de mayor a menor, conforme al grado de exigencia y clasificación de los diferentes locales.

Los quirófanos estarán en sobrepresión en relación con los locales colindantes a los mismos, siendo el caudal de aire de impulsión en orden al 15% superior al aire de extracción.

5. DISEÑO TIPO DE CLIMATIZACIÓN EN BLOQUE QUIRÚRGICO

5.1. SISTEMA

De acuerdo a lo indicado en el punto 4.1.1 realizaremos nuestro diseño basado en el sistema todo Aire-Exterior

5.2. CLIMATIZADOR

Se instalará un climatizador por quirófano y locales anexos del mismo tipo.

5.2.1. Situación

Se podrán ubicar tanto en el exterior como en local o recinto interior siendo preferible en este último y próximo a la zona a tratar. No es recomendable su situación en el área del Bloque Quirúrgico.

5.2.2. Composición equipos

Cada climatizador estará compuesto por los equipos que se indican a continuación:

5.2.2.1. *Rejilla-Toma Aire Exterior con compuerta. Plenum Entrada.*

5.2.2.2. *Prefiltración.*

5.2.2.3. *Filtración alta eficacia.*

5.2.2.4. *Sección precalentamiento.*

- 5.2.2.5. *Posicionamiento. Sistema humidificación.*
- 5.2.2.6. *Sección batería de frío.*
- 5.2.2.7. *Sección batería de calentamiento.*
- 5.2.2.8. *Sección Equipo Ventilador. Tipo centrífugo.*
- 5.2.2.9. *Sección silenciador acústico.*
- 5.2.2.10. *Sección filtro absoluto. Próximo a descarga aire en quirófano.*
- 5.2.2.11. *Plenum Salida.*

En cada climatizador se instalará el sistema que se determine para la regulación del caudal, pudiendo ser:

- Regulación de impulsión de aire en las compuertas de salida del climatizador
- Variación de frecuencia en el ventilador.

Se acompaña esquema tipo anexo en la página siguiente.

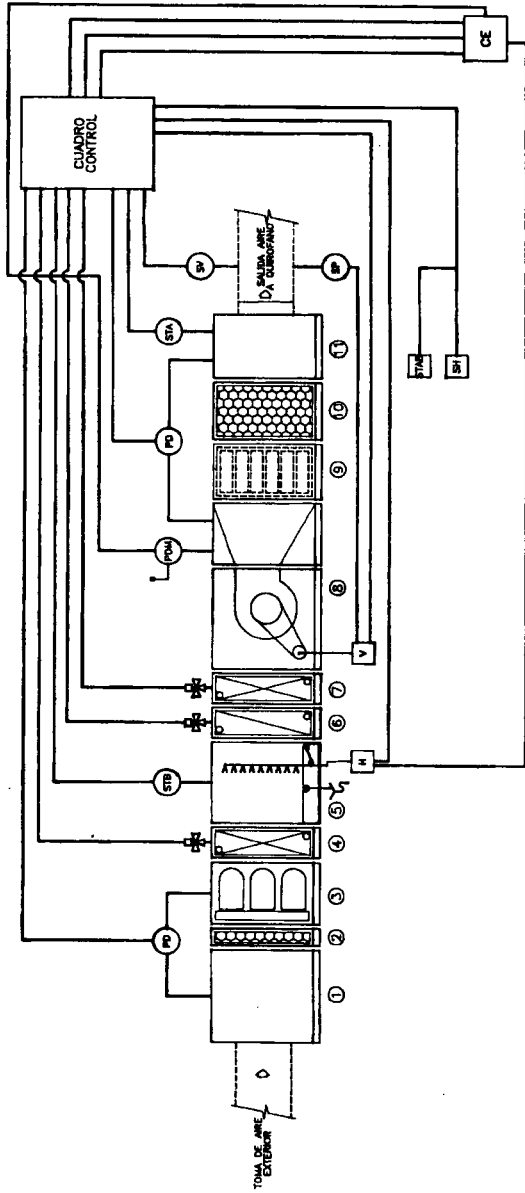
5.3. EXTRACTOR

El extractor será monoblock, siendo indiferente su ubicación en el exterior o en local interior. Será de tipo centrífugo.

A efecto de cálculo del caudal del ventilador del extractor respecto al climatizador será inferior en orden al 15 %.

5.4. AIRE DE VENTILACIÓN

La totalidad del aire será exterior, tanto para el quirófano, como para los locales adyacentes tratados.



CLIMATIZADOR QUIROFANO TIPO

LEYENDA	
1	PLENUM
2	PRE-FILTRO
3	FILTRO ALTA EFICACIA
4	BATERIA PRECALENTAMIENTO
5	HUMIDIFICADOR
6	BATERIA DE FRIO
7	BATERIA DE CALOR
8	VENTILADOR
9	SILENCIADOR
10	FILTRO ABSOLUTO (Pre-filtro a Quirófano)
11	PLENUM

LEYENDA	
PD	PRESOSTATO DIFERENCIAL FILTRO SUJO
STB	SONDA CONDUCTO
PDM	PRESOSTATO DIFERENCIAL MP VENTILADOR IMPULSION
STA	SONDA CONDUCTO
SY	SONDA CONDUCTO CAUDAL
SP	SONDA CONDUCTO PRESION
STAB	SONDA AMBIENTE
SH	SONDA HUMEDAD
H	HUMIDIFICADOR
V	VARIADOR

La totalidad del aire impulsado será extraído.

Los ventiladores del climatizador y extractor serán enclavados eléctricamente. Ambos estarán parados o funcionando simultáneamente.

5.5. TEMPERATURA INTERIOR

La temperatura se podrá modificar de acuerdo con las necesidades asistenciales en cada momento mediante:

- Las actuaciones serán en las baterías de frío y calor del climatizador.
- Los elementos de control que serán:
 - Válvulas de tres vías correspondientes a las baterías.
 - Sonda de ambiente de temperatura en quirófano.
 - Sonda de temperatura en conducto para quirófano.

5.6. HUMEDAD

El sistema de humidificación será por vapor; mediante equipo humidificador, se aceptarán dos modalidades:

- Producción de vapor en el propio humidificador.
- Alimentación al humidificador mediante vapor exterior.

La lanza de distribución de vapor será colocada en climatizador o conducto, siempre antes del filtro absoluto de impulsión.

El porcentaje de humedad relativa podrá ser variado en el equipo electrónico del actuador del humidificador.

En el quirófano se colocará una sonda de ambiente de humedad, pudiendo actuar sobre el servomotor del humidificador.

5.7. FILTRACIÓN

En los escalones de filtración en el climatizador siempre se instalarán los filtros de:

- Prefiltrado.
- Filtro de alta eficacia.

Los filtros absolutos podrán instalarse en:

- Climatizador. Cuando el recorrido a la zona a tratar sea mínimo.
- Fuera del Climatizador. En las salidas del aire a quirófano, previo a las rejillas.
- Para seleccionar el emplazamiento del filtro absoluto se deben considerar:
 - El recorrido del conducto desde el filtro absoluto a la descarga de aire a la zona a tratar, debiendo ser el mínimo posible.
 - Facilidad para su sustitución.
- Con la suciedad de los filtros, aumenta la pérdida de carga, en consecuencia debe montarse un sistema de regulación de compuerta o de variación de velocidad de forma que el caudal sea prácticamente constante y sea independiente del nivel de suciedad de los filtros. Sabremos el estado de suciedad de los filtros mediante:
 - Presostatos diferenciales.
 - Sondas de presión diferencial.

5.8. NIVELES DE RUIDO

Los niveles de ruido producidos por el aire de impulsión y extracción en el quirófano no serán superiores a 40 dBA.

Además de instalar un silenciador en el climatizador, cuando se superen los niveles máximos de sonoridad y las condiciones estructurales lo permitan se instalarán silenciadores en los conductos de impulsión, y siempre antes del filtro absoluto.

6. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS A CONSIDERAR

6.1. CONDUCTOS

- En los conductos de impulsión y extracción, no se permitirán materiales que no sean metálicos, chapa galvanizada o inoxidable.
- Los conductos metálicos tendrán las paredes interiores lisas, pudiendo ser la rugosidad máxima de 0,3 mm.
- Los conductos de impulsión deben ser de fácil limpieza especialmente entre el filtro absoluto y la rejilla de impulsión.
- Se debe evitar que transcurran conductos por el falso techo de los quirófanos.

6.2. REJILLAS

- Las rejillas de toma de aire exterior del climatizador y la salida de aire del extractor deben estar alejadas, para que no influya el aire del extractor en el del climatizador.
- La toma del aire exterior del climatizador debe estar lo suficientemente alejada de las salidas de gases, humos, malos olores u otras fuentes de perturbación del aire.

7. RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO

- En evitación de posibles contaminaciones en los quirófanos, cuando no estén operativos, se hacen las siguientes recomendaciones:

Quirófanos cirugía programada y urgente

La instalación de aire acondicionado debe seguir funcionando, pudiéndose tolerar la disminución de los caudales de impulsión y extracción de aire hasta niveles del 50% requerido, de forma simultánea.

Quirófanos cirugía ambulatoria

Se puede parar la instalación de aire acondicionado, debiendo funcionar al menos dos horas desde la finalización de la última intervención y también dos horas antes al inicio de la primera intervención diaria.

8. SISTEMAS DE CONTROL

- Con independencia de los sistemas de gestión centralizada y automatizada, a la entrada de cada quirófano, se debe colocar un visor que nos indique la temperatura y grado de humedad del mismo.

9. CASOS PRÁCTICOS. DISPOSICIÓN QUIRÓFANOS Y BLOQUES QUIRÚRGICOS. ESQUEMAS

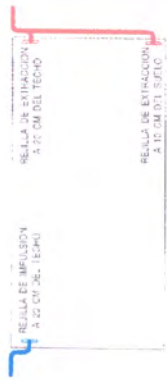
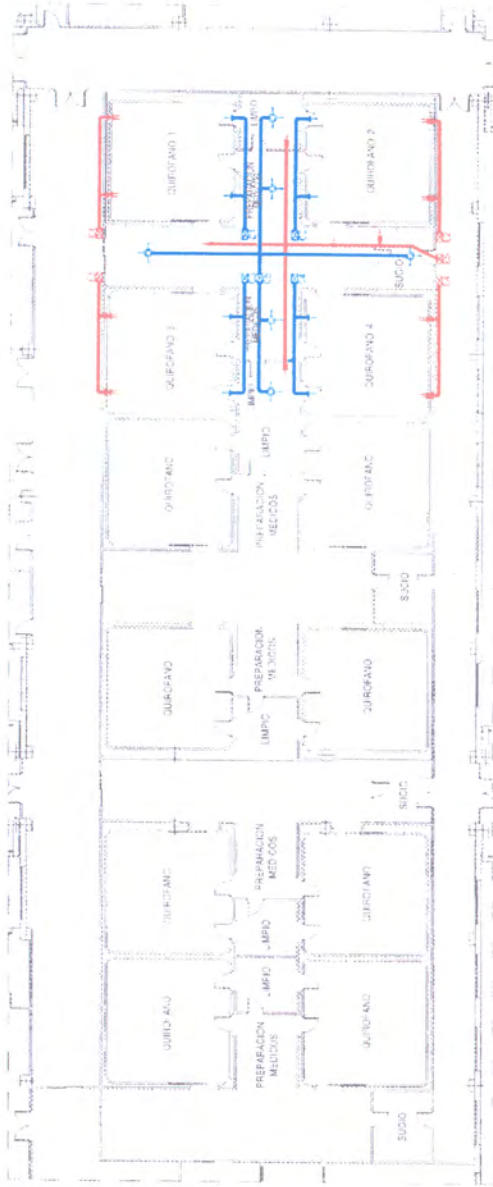
Se acompañan tres tipos de Bloques Quirúrgicos característicos:

- Hospital Alcorcón - Madrid.
- Hospital Manacor - Baleares
- Hospital Palma 2 - Baleares

Se explicitan esquemas de:

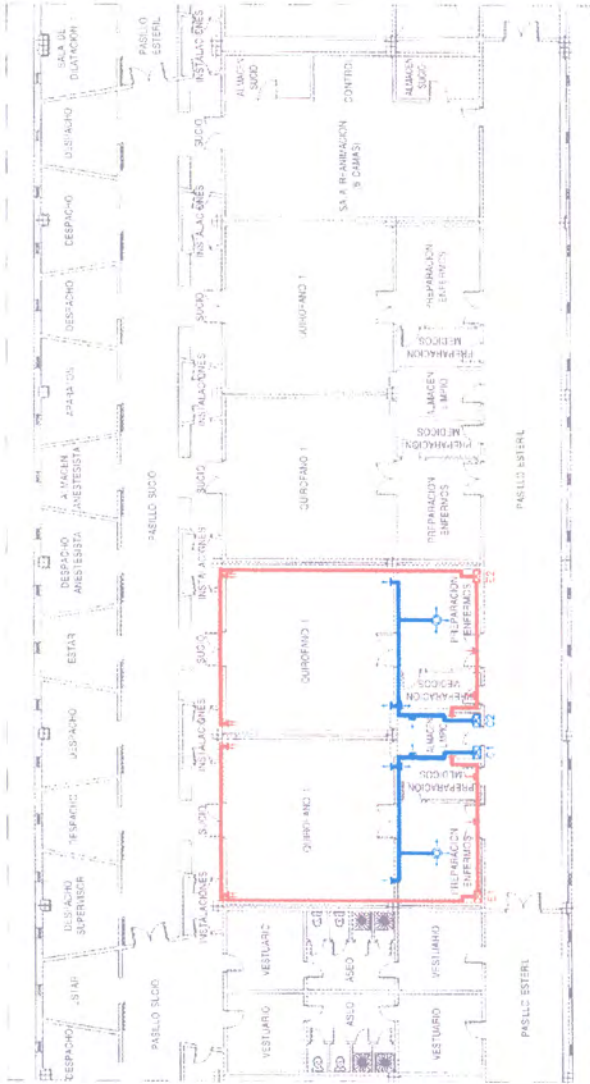
- Tratamiento de quirófanos y locales anexos comunes por bloques específicos.
- Distribución de conductos.
- Situación de rejillas de impulsión y extracción.

NOTA: Los tres tipos de Bloque Quirúrgico se han seleccionado en base a las diferentes configuraciones de la circulación de: pacientes, personal y suministros.



LEYENDA	
E	CONDUCTO A EXTRACTOR
C	CONDUCTO DE LIMPIO
—	CONDUCTO DE EXTRACCION
—	CONDUCTO DE IMPULSION

HOSPITAL DE ALCORCON
— MADRID —
PLANTA BAJA

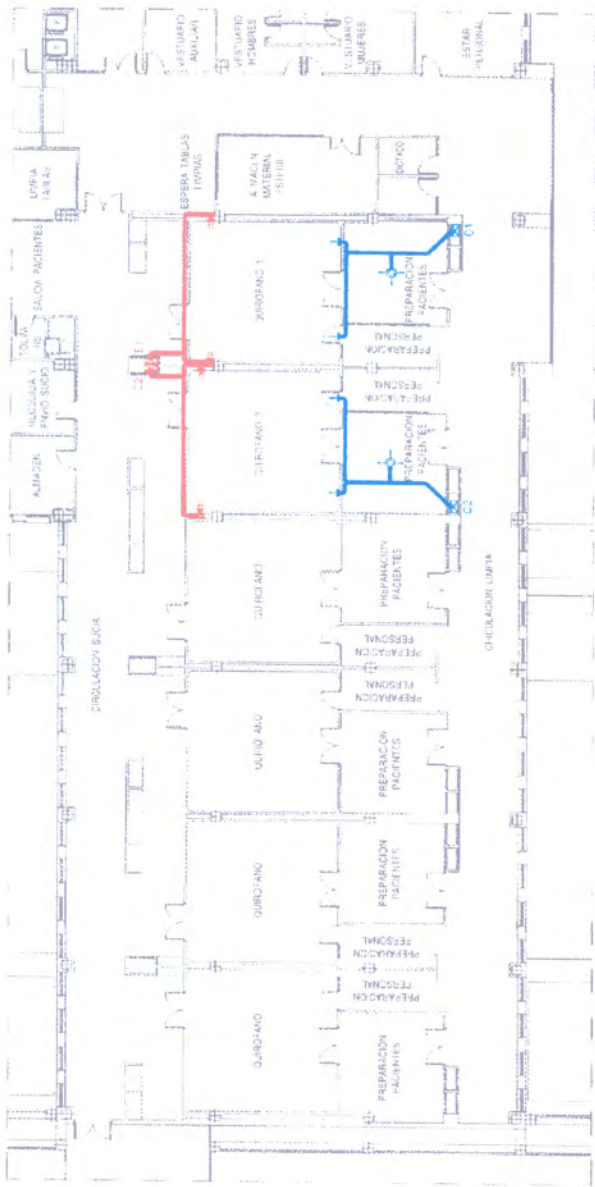


LEYENDA

E	CONDUCTO A EXTRACTOR
C	CONDUCTO DE CLIMATIZADOR
	CONDUCTO DE EXTRACCION
	CONDUCTO DE IMPULSION

**HOSPITAL DE MANACOR
MALLORCA — BALEARES —
NIVEL +2 (+4.10)**





LEYENDA

E	CONDUCTO A EXTRACTOR
C	CONDUCTO DE CLIMATIZADOR
	CONDUCTO DE EXTRACCIÓN
	CONDUCTO DE IMPULSION

SEGUNDO HOSPITAL DE PALMA DE MALLORCA
 PLANTA +2 ZONA B



10. PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO EN EQUIPOS Y LOCALES INTERIORES

La climatización en los Bloques quirúrgicos debe tender a instalaciones *gestionadas técnicamente y automatizadas*.

En consecuencia, con este tipo de instalaciones, diferirá del mantenimiento clásico, con lo que este control estará telegestionado, implicando que todos los parámetros de funcionamiento, control, comprobación y mediciones nos vendrán facilitados en forma gráfica y escrita, así como sus anomalías.

No obstante este tipo de instalaciones y las que no están gestionadas técnicamente deben de llevar un control de mantenimiento preventivo cuyas directrices recomendables podrán ser las siguientes (ver págs. siguientes):

CLIMATIZADOR							DIA	SEMANA	MES	2 MESES	6 MESES	AÑO	
1. FILTRACION													
Prefiltro													
— Verificación								X				X	
— Sustitución													
Filtro de bolsas alta eficacia													
— Verificación									X				X
— Sustitución													
Filtro absoluto													
— Verificación									X				
— Sustitución. Según necesidad. Duración hasta dos años.													
2. BATERIAS													
Precalentamiento, calentamiento y fría													
— Comprobación de circulación								X					X
— Comprobación drenaje desagües													X
— Limpieza general y verificación estanqueidad									X				X
— Revisión aislamiento térmico													X
— Verificación estanqueidad juntas de unión													X
3. HUMIDIFICADOR													
— Desmontaje, limpieza chicle y electrodos (autoproducer)													X
— Desmontaje y limpieza bomba de drenaje (autoproducer)													X

CLIMATIZADOR	DIA	SEMANA	MES	2 MESES	6 MESES	AÑO
<ul style="list-style-type: none"> — Desmontaje y limpieza de filtro de agua — Desmontaje y limpieza conductos de circulación de salida del agua ... — Desmontaje y limpieza válvulas solenoides 				X	X X	
<p>4. VENTILADOR</p> <ul style="list-style-type: none"> — Comprobación funcionamiento — Comprobación circuito eléctrico — Comprobación tensión y estado de las correas — Comprobación de rodamientos — Comprobación vibración, transmisión y estado de los anclajes — Comprobación y apriete terminales motor — Comprobación acoplamiento motor y ventilador — Comprobación actuador variador de velocidad — Cambio de rodamientos. Según necesidad — Comprobación conexiones a tierra — Limpieza alabes — Medición consumo motor — Medición rev./m. motor y ventilador 	X X		X X X	X	X X	X X X X X
<p>5. SILENCIADOR</p> <ul style="list-style-type: none"> — Comprobación y estado 					X	
<p>6. ELEMENTOS DE CONTROL</p> <ul style="list-style-type: none"> — Comprobación válvulas de regulación de tres vías motorizadas, apertura y cierre 			X			

CLIMATIZADOR	DIA	SEMANA	MES	2 MESES	6 MESES	AÑO
--- Verificación aperturas de alarma y seguridad --- Comprobación transmisión compuertas, toma y salida de aire --- Verificación presostatos diferenciales --- Verificación estanqueidad válvulas de tres vías motorizadas --- Comprobación tensiones --- Verificación y comprobación sondas --- Comprobación general puntos de consigna --- Verificación y contraste temperatura de termostato --- Verificación y contraste humidostatos			X	X X	X X X X	X X
7. VARIOS --- Comprobación y verificación caudal --- Medida caudal rejillas de impulsión --- Comprobación sobrepresión respecto a locales colindantes --- Limpieza conductos entre filtro absoluto y rejilla de impulsión						X X X X
8. EXTRACTOR --- Similar actuación. Ventilador.						

11. CONTROLES PREVENTIVOS, LIMPIEZA Y MICROBIOLÓGICO

LIMPIEZA

En los Grupos I y II:

Se efectuarán tareas de limpieza en paramentos horizontales (suelo) dos veces al día:

- Treinta minutos antes del inicio de las intervenciones y al finalizar la actividad quirúrgica del día.
- Entre intervenciones se retirará el material de desecho, y se limpiará el pavimento horizontal

La limpieza se efectuará con productos de:

- Agua- Jabón.
- Lejía y Agua (proporción 1 Cloro, 10 Agua).

Excepcionalmente cuando se considere por el equipo médico, en los quirófanos del Grupo II, se efectuarán tareas de limpieza de paramentos verticales entre alguna intervención puntual.

Los paramentos verticales se limpiarán quincenalmente o al menos con carácter mensual, con los mismos materiales que el suelo.

MICROBIOLÓGICO

En quirófanos Grupo I, no son necesarios.

En quirófanos Grupo II:

- Se efectuarán con carácter mensual.

- Se realizarán dos pruebas, una antes de iniciar la actividad quirúrgica y otra antes de terminar (inmediatamente antes).

Las técnicas serán las de:

- IMPACTO, de aire sobre placa de cultivo.
- SEDIMENTACIÓN, con placas dobles situadas en los puntos cardinales.

Estas técnicas se realizarán por duplicado. No se recomiendan las Técnicas de muestreos por Superficie.

Los valores admisibles son:

- Ausencia de Hongos de las especies RHIZOPUS , ASPERGILLUS y MUCOR (proporción 0 por m^3).
- Ambiente muy limpio: < 10 Unidades formadores de colonia/ m^3 . (Ufc/ m^3)
- Ambiente limpio: 10-100 Unidades formadores de colonia/ m^3 . (Ufc/ m^3)
- Ambiente aceptable: 100-200 Unidades formadores de colonia/ m^3 . (Ufc/ m^3)

12. BIBLIOGRAFÍA

- ASHRAE HAND BOOK (1991): *HVAC Applications*. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers. Inc.
- CARRIER (1980): *Manual Aire Acondicionado*. Barcelona, Mancorbo, S. A.
- HOSPITAL AND MEDICAL FACILITIES (1993): Washington, The American Institute of Architects Press.
- ITIC (1985): *Reglamento de Instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria*, Madrid, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.
- MARTI VIUDES, M. (1984): *La contaminación del Aire y el Riesgo de Infección en el Hospital*. Barcelona: A.E.D.I.A.H.
- NORMA DIN (1946): Resumen.

