

# EVOLUCIÓN DE UN ÁREA QUIRÚRGICA DE CMA

*Curso "Quirófanos y Otras Salas Blancas Hospitalarias (5a edición)" Ejercicio final de curso*

*IL3 – Universitat de Barcelona*

*Eduardo Martínez Herrera, Octubre 2021*

## **Índice**

<b>1.</b>	<b>Introducción</b>	<b>Pág.3</b>
<b>1.1.</b>	<b>Objetivo del trabajo</b>	<b>Pág.3</b>
<b>1.2.</b>	<b>Antecedentes</b>	<b>Pág.3</b>
<b>2.</b>	<b>Desarrollo</b>	<b>Pág.4</b>
<b>2.1.</b>	<b>Análisis del estado inicial del área</b>	<b>Pág.4</b>
<b>2.1.1.</b>	<b>Zonificación</b>	<b>Pág.4</b>
<b>2.1.2.</b>	<b>Circulaciones</b>	<b>Pág.5</b>
<b>2.1.3.</b>	<b>Sistema de climatización y tratamiento del aire</b>	<b>Pág.6</b>
<b>2.1.4.</b>	<b>Auditoría y diagnóstico de la calidad de aire interior</b>	<b>Pág.8</b>
<b>2.1.4.1.</b>	<b>Normativa de aplicación y elección de parámetros a medir</b>	<b>Pág.8</b>
<b>2.1.4.2.</b>	<b>Resultados obtenidos</b>	<b>Pág.11</b>
<b>2.1.5.</b>	<b>Características constructivas</b>	<b>Pág.16</b>
<b>2.1.6.</b>	<b>Protocolos de mantenimiento, limpieza y control microbiológico</b>	<b>Pág.17</b>
<b>2.2.</b>	<b>Puntos a mejorar en el área quirúrgica</b>	<b>Pág.19</b>
<b>2.3.</b>	<b>Análisis del estado actual del área</b>	<b>Pág.19</b>
<b>2.3.1.</b>	<b>Zonificación</b>	<b>Pág.21</b>
<b>2.3.2.</b>	<b>Circulaciones</b>	<b>Pág.21</b>
<b>2.3.3.</b>	<b>Sistema de climatización y tratamiento del aire</b>	<b>Pág.22</b>
<b>2.3.4.</b>	<b>Auditoría y diagnóstico de la calidad de aire interior</b>	<b>Pág.22</b>
<b>2.3.4.1.</b>	<b>Resultados obtenidos</b>	<b>Pág.22</b>
<b>2.3.5.</b>	<b>Características constructivas</b>	<b>Pág.26</b>
<b>2.3.6.</b>	<b>Protocolos de mantenimiento, limpieza y control microbiológico</b>	<b>Pág.27</b>
<b>3.</b>	<b>Conclusiones y posibles mejoras del área</b>	<b>Pág.27</b>
<b>4.</b>	<b>Bibliografía</b>	<b>Pág.29</b>

## 1. Introducció

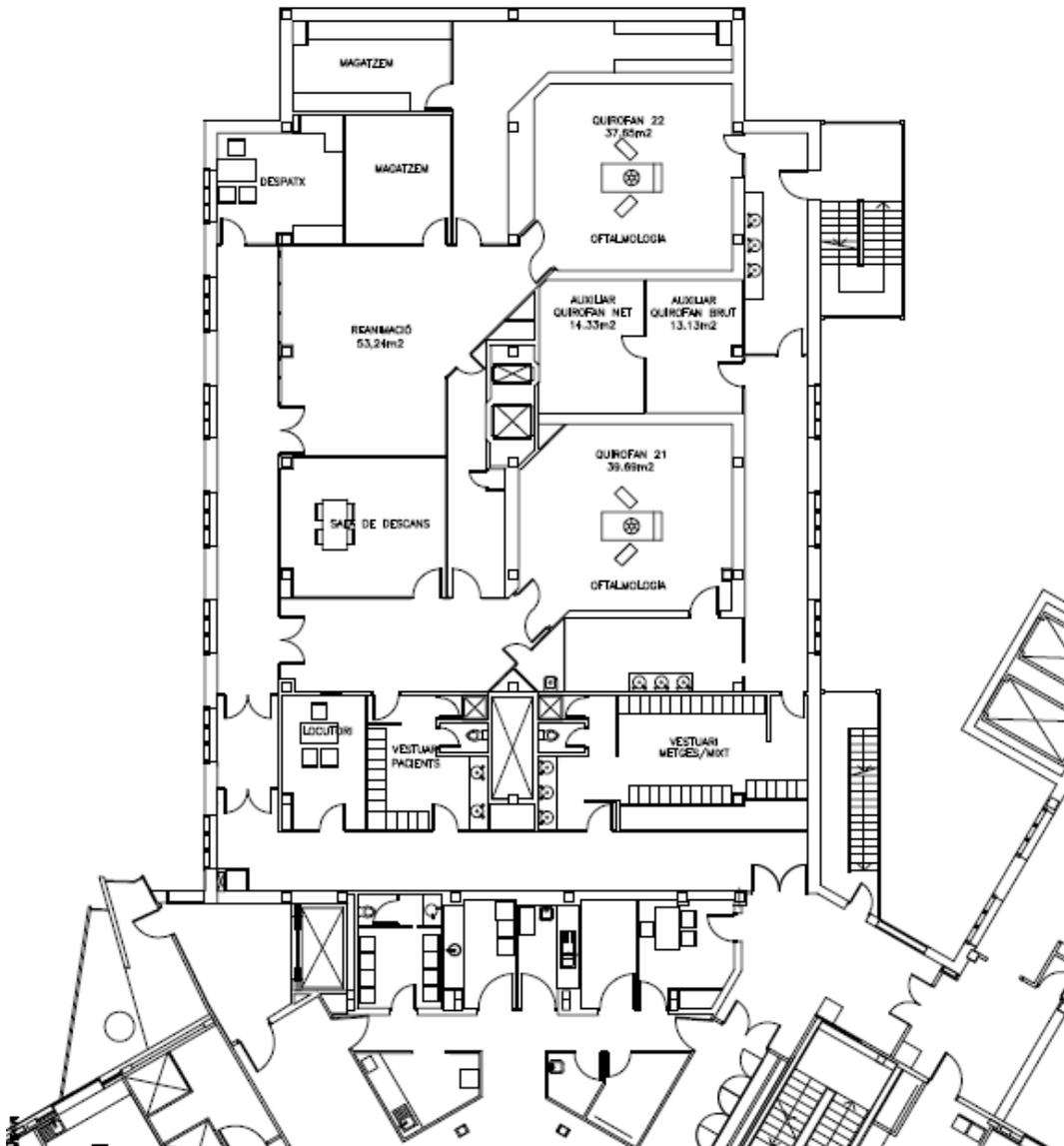
### 1.1 **Objetivo de trabajo:**

El objetivo de este trabajo es analizar un área quirúrgica de CMA existente de un hospital determinado. Dicha área ha sido remodelada recientemente basándose en criterios técnicos y en el análisis de los resultados de las auditorías sistemáticas del área. El objetivo de dicha reforma ha sido el de aumentar la seguridad del paciente y mejorar los flujos de trabajo.

Este trabajo tiene como objetivo reflejar el proceso de análisis, toma de decisión y evaluación de resultados de dicha reforma, así como proponer otras mejoras que podrían ser implementadas.

### 1.2 **Antecedentes:**

La zona quirúrgica de CMA que se va a analizar es una unidad autónoma que se encuentra ubicada en el centro del edificio de traumatología. Cuenta con dos quirófanos de aproximadamente 40 m<sup>2</sup> y un diseño de área fundacional que data de principios de los años 70 (quirófanos de oftalmología en su uso original).



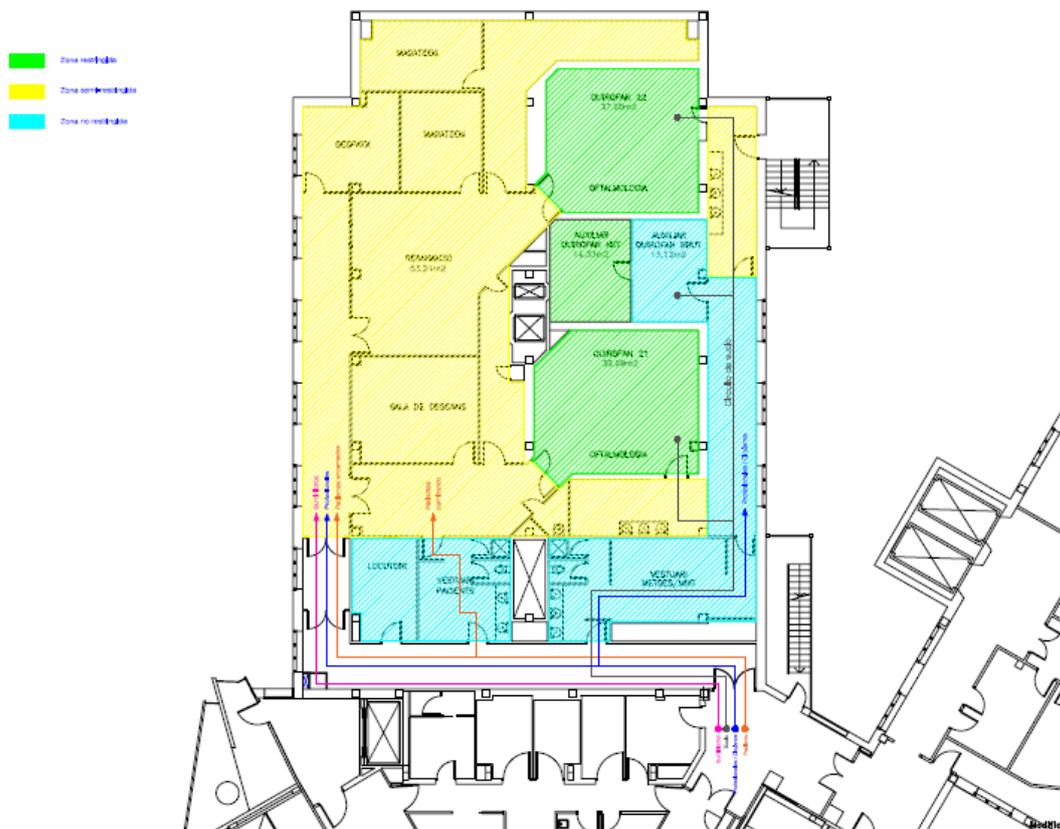
El acceso al área es por un pasillo de entrada común con puertas a los vestuarios de profesional, vestuarios de paciente y locutorio. Al final del pasillo se accede directamente al interior del área sin pasar por vestuarios. Los quirófanos se encuentran a la derecha del área y los separa una zona de entre quirófano dividida en dos, la zona limpia y la zona sucia. Ambas zonas tienen acceso a los quirófanos mediante ventanas de guillotina. En el corazón del área hay un ascensor y un montacargas para instrumental que no están en uso. Sus puertas dan a un pasillo estrecho en el corazón del área que entorpece el circuito de paciente entre el Q21 y la REA. La REA es solo un espacio para aparcar un máximo de dos camillas limitado por el número de tomas de gases y enchufes. Además no cuenta con un control de enfermería donde poder controlar el estado de los pacientes. La zona del fondo está muy compartimentada usándose los espacios como almacenes, a excepción del despacho de la supervisora del área.

Las cirugías que se programan son generalmente de tipo ambulatoria donde el paciente entra y sale del área por su propio pie. No obstante, en ocasiones se requiere hacer intervenciones más complejas donde el paciente entra y sale encamado y donde los requerimientos de la sala deberían ser mayores que los que corresponden a un área de CMA.

## 2. Desarrollo

### 2.1 Análisis del estado inicial del área:

#### 2.1.1 Zonificación



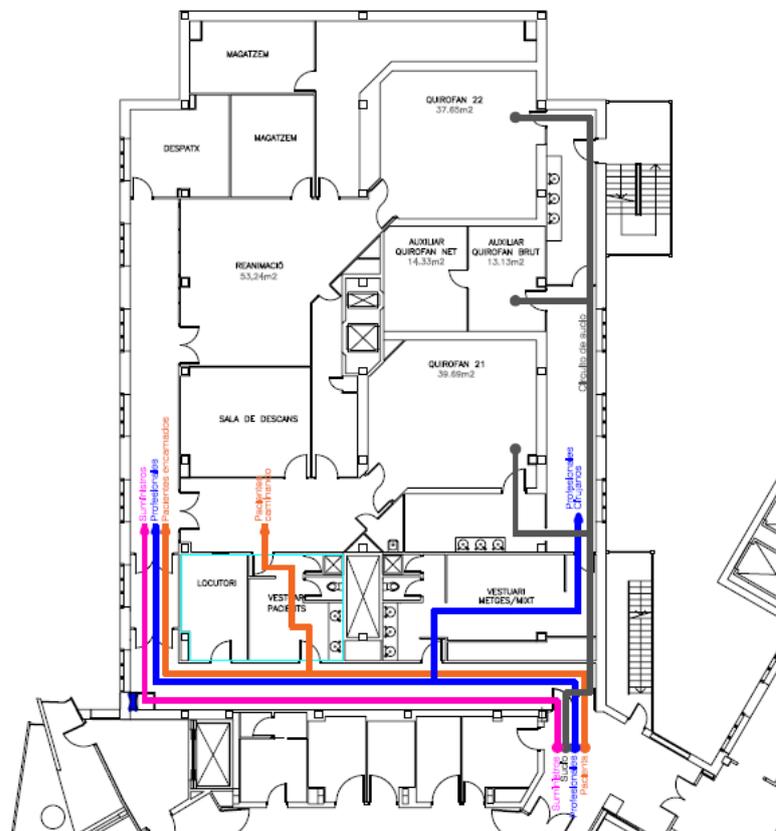
El área cuenta con dos quirófanos (Q21 situado más próximo a la zona de vestuarios y Q22 situado al fondo del área) y una zona de reanimación común. Como zona restringida (color verde) se identifican los

dos quirófanos y la zona de entre quirófano limpia. Como zona semi-restringida (color amarillo) se identifican la zona de reanimación, los almacenes, la zona de descanso, el despacho, el vertedero de limpieza, el pasillo central y los lavados quirúrgicos. Como zona no restringida (color azul) se pueden identificar los vestuarios, el locutorio, la zona sucia de entre quirófano y el pasillo trasero del Q21.

### 2.1.2 Circulaciones

En la siguiente figura se indican las circulaciones de:

- Personal sanitario, en color azul, se distingue la circulación de personal quirúrgico de la de personal asistencial general.
- Pacientes, en color naranja, se distingue entre paciente que accede al área caminando y paciente que accede al área encamado.
- Suministros, en color magenta.
- Sucio, en color negro.



Se puede apreciar que el área presenta cruzamientos entre circuitos de limpio y sucio, el personal sanitario quirúrgico que entra a los quirófanos pasando previamente por el vestuario y la pica de lavado quirúrgico comparte recorrido con la salida de sucio del área. Dado que el área programa actividad quirúrgica solo en horario de mañana y el servicio de limpieza trabaja en el área por las tardes, este cruce de circuitos no es simultáneo en el tiempo.

Las puertas de quirófano no se distinguen entre limpia y sucia ya que ambas se consideran limpias, por una entran los cirujanos y el personal que asiste la intervención y por la otra los pacientes. Por la misma puerta que entran los cirujanos por la mañana, salen las basuras post limpieza por las tardes.

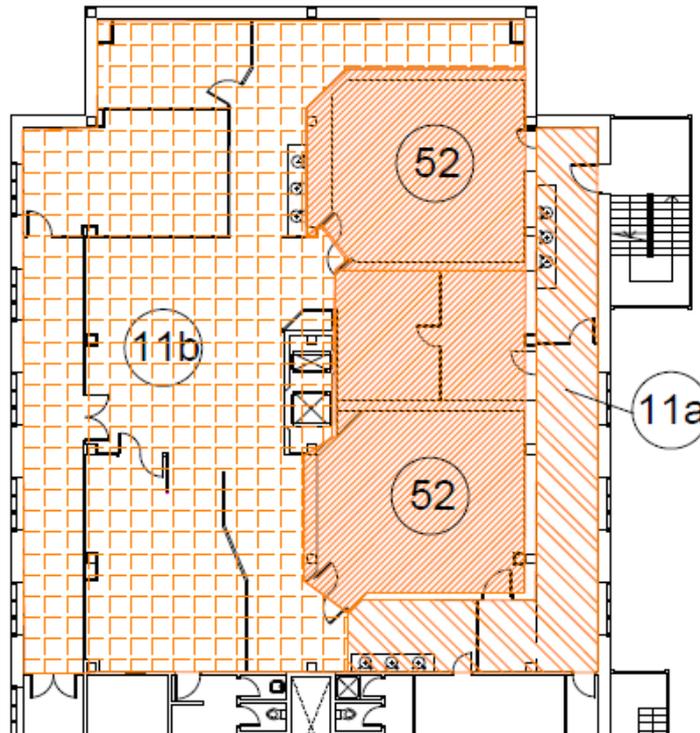
La zona de lavado quirúrgico de acceso al Q22 está en una zona donde existe una puerta de evacuación que da a una escalera de emergencia exterior.

Las zonas limpia y sucia de entre quirófano están comunicadas directamente por una puerta que está normalmente abierta, lo cual facilita que el personal cruce continuamente entre área limpia y área sucia.

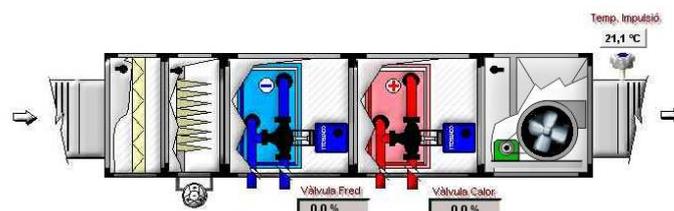
Para llevar los pacientes del Q21 al área de reanimación se debe dar la vuelta por un pasillo perimetral y pasar por delante del acceso al vertedero de limpieza, del acceso del vestuario de pacientes y de la puerta del área de descanso de los profesionales. El pasillo de comunicación directo es muy estrecho.

### 2.1.3 Sistema de climatización y tratamiento del aire

El aire interior de la zona se trata desde tres UTA's diferenciadas:



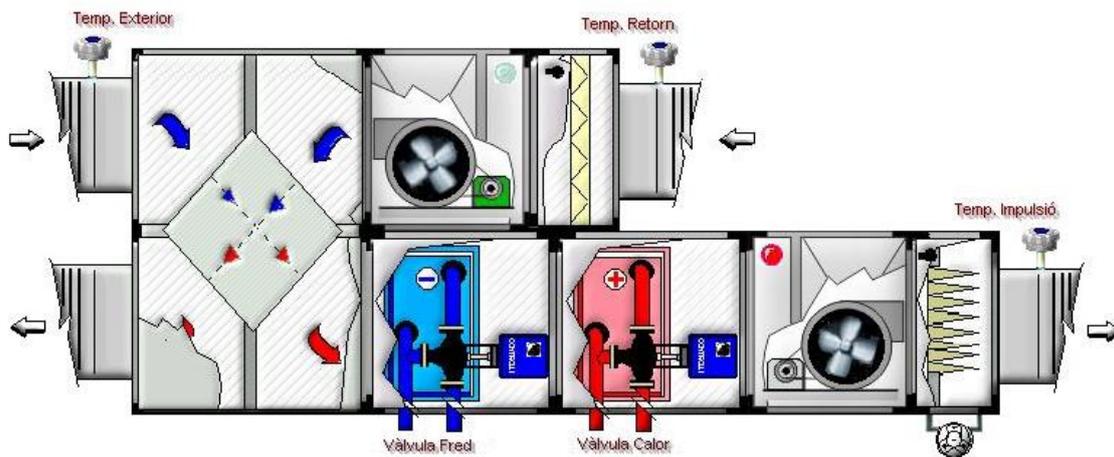
Las UTA's 11a y 11b son grandes climatizadores antiguos de todo aire exterior y que no cuentan con un diseño higiénico. Solo impulsan aire exterior que ha pasado previamente por dos niveles de filtrado de tipo G4 + F9 según norma UNE 779. La extracción del área se hace mediante extractores situados en cubierta. Las dos zonas se mantienen ligeramente sobrepresionadas respecto del exterior debido a que se impulsa más caudal del que se extrae. Según la norma UNE 100713:2015 los pasillos y almacenes de un área con salas de operaciones del tipo A y B se considera de clase I: Locales con exigencias muy elevadas respecto a la presencia de gérmenes en el aire con un caudal mínimo de aire exterior de  $15\text{m}^3/\text{h}$  por  $\text{m}^2$ . En este área las zonas semi-restringidas no cuentan con un sistema de tratamiento de aire correspondiente a locales de clase I si no a locales de clase II debido a las etapas de filtrado con las que se trata el aire de impulsión.



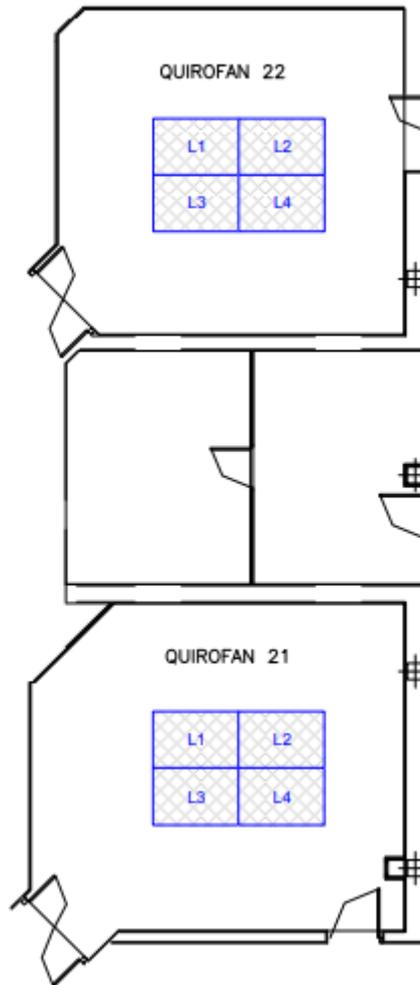
La UTA 52 es un climatizador todo aire exterior de los años 90 situado en la cubierta del edificio, alejado de posibles fuentes de contaminación. Da servicio a los dos quirófanos y a la zona intermedia de los mismos y no cuenta con un diseño higiénico.



La UTA cuenta con un módulo de impulsión en la parte de abajo y un módulo de extracción en la parte de arriba del mueble. La admisión de aire (lado derecho en la foto) y la extracción de aire (lado izquierdo en la foto) están en orientación opuesta. Seguido de la admisión de aire se encuentra la sección de recuperación de energía, no se ha podido comprobar el tipo de recuperación que emplea. A continuación del recuperador están las baterías de frío y calor y a continuación la turbina de impulsión. Respecto a las turbinas de impulsión y extracción están constituidas por un motor cuyo eje está unido al eje de una turbina de palas a reacción mediante una correa de caucho.



En lo que a etapas de filtrado se refiere el sistema de ventilación cuenta con 4 etapas de filtrado, una G4 + F8 + F8 + H13 según norma UNE 779. El filtro de G4 está en la admisión de aire, los filtros F8 son de bolsa y están antes de las baterías y después de la turbina de impulsión. Los filtros absolutos H13 están en el techo de los quirófanos organizados como un flujo laminar de 4 filtros (L1, L2, L3 y L4) de 60x90 cm.



Según la norma UNE 100713:2015 las salas de operaciones tipo B se consideran de clase I: Locales con exigencias muy elevadas respecto a la presencia de gérmenes en el aire con un caudal mínimo de aire exterior de  $15\text{m}^3/\text{h}$  por  $\text{m}^2$ . En estos quirófanos que cuentan con una superficie de casi  $40\text{ m}^2$  cada uno, se deberá garantizar un caudal mínimo de aire exterior de  $15\text{ m}^3/\text{h} \times 40\text{ m}^2 = 600\text{ m}^3/\text{h}$ . Como veremos en el siguiente punto el sistema cumple con la clasificación de la norma UNE 100713:2015 en cuanto a caudal mínimo. Respecto a las rejillas de extracción, estas se sitúan cerca del suelo en dos de las paredes del quirófano.

#### 2.1.4 Auditoría y diagnóstico de la calidad de aire interior

Cada año se realiza una recualificación del funcionamiento del sistema de tratamiento de aire de los quirófanos. A continuación se describen los parámetros medidos en la recualificación previa a la reforma del área, los criterios de aceptación según la norma de aplicación en cada caso y los resultados obtenidos.

##### 2.1.4.1 Normativa de aplicación y elección de parámetros a medir

Según la tabla 3 de la norma UNE 171340:2020 las salas blancas se clasifican según el nivel de riesgo de infección para el paciente:

Tabla 3 – Valores de parámetros ambientales por nivel de riesgo

NIVEL DE RIESGO	VALORES DE PARÁMETROS AMBIENTALES POR DEFECTO									
	Tª (4) (°C)	HR (4) (%)	Renovaciones por hora (4)	Clase de sala		Sobre/Depresión (Pa)		Aerobios mesófilos (ufc/m³)		Mohos y Levaduras (ufc/m³) (4)
				Instalación en reposo: Modo operacional	Instalación en funcionamiento	Instalación en reposo: Stand By	Instalación en reposo: Modo operacional/funcionamiento	Instalación en reposo: Modo operacional	Instalación en funcionamiento	
5 MUY ALTO	20-26 (1)	40-60	20	ISO 5	No aplica	6 Pa	20 Pa	< 10	No aplica	Ausencia
4 ALTO	20-26 (1)	40-60	20	ISO 6	No aplica		15 Pa	< 10	No aplica	Ausencia
3 MEDIO	20-26 (1)	40-60	15	ISO 7	ISO 8 (3)	2,5 Pa	10 Pa	< 100	< 150	Ausencia
2 MODERADO	20-26 (1)	40-60	10	ISO 7	ISO 8		6 Pa	< 100	< 200	< 10 Ausencia de patógenos (2)
1 LIGERO	20-26 (1)	40-60	5	ISO 8	ISO 9		2,5 Pa	< 200	< 200	< 25 Ausencia de patógenos (2)

(1) Flexible según requerimientos médicos.  
(2) *Aspergillus, Rizopus, Mucor, Seedorium*.  
(3) No aplicable para quirófanos.  
(4) Valores válidos para Modos Operacional y en funcionamiento, stand by No aplica.

Según la tabla 4 de la misma norma, los quirófanos ambulatorios convencionales se consideran de riesgo 3 o riesgo medio:

ÁREA QUIRÚRGICA		
Quirófanos de alto riesgo: Flujo Unidireccional (4)	Área protegida	5
	Periferia	4
Quirófanos de alto riesgo: Flujo Mezcla		4
Quirófanos convencionales		3
Quirófanos ambulatorio alto riesgo (cirugía oftalmología, etc.)		4
Quirófanos ambulatorio convencional		3
Pasillo Limpio y esclusas de área quirúrgica		2
Pasillo Sucio de área quirúrgica		1
Pre y Postoperatorio (salas de despertar)		2

Según la ISO 14644 que clasifica las salas blancas en función de la concentración de partículas en el aire. La cantidad y tamaño de esas partículas determina la clasificación de sala. El número de puntos a muestrear estará en función del tamaño de dicha sala:

Tabla 1  
Clase de partículas contenidas en el aire para salas limpias y zonas anexas

Número de clasificación N de ISO	Valor máximo de la concentración de partículas (partículas por metro cúbico de aire) igual o mayor a los tamaños indicados en el cuadro inferior (los límites de la concentración están calculados de acuerdo con la ecuación (1) en 3.2)					
	0,1 µm	0,2 µm	0,3 µm	0,5 µm	1 µm	5 µm
Clase ISO 1	10	2	–	–	–	–
Clase ISO 2	100	24	10	4	–	–
Clase ISO 3	1 000	237	102	35	8	–
Clase ISO 4	10 000	2 370	1 020	352	83	–
Clase ISO 5	100 000	23 700	10 200	3 520	832	29
Clase ISO 6	1 000 000	237 000	102 000	35 200	8 320	293
Clase ISO 7	–	–	–	352 000	83 200	2 930
Clase ISO 8	–	–	–	3 520 000	832 000	29 300
Clase ISO 9	–	–	–	35 200 000	8 320 000	293 000

NOTA – Inseguridades relacionadas con el proceso de medición requieren que en la información de la concentración no se utilicen más de tres cifras para determinar el nivel de la clasificación.

Àrea neta (m <sup>2</sup> ) menor o igual que	Nombre mínim de punts de mostreig (N <sub>i</sub> )
2	1
4	2
6	3
8	4
10	5
24	6
28	7
32	8
36	9
52	10
56	11
64	12
68	13
72	14
76	15
104	16
108	17
116	18
148	19
156	20
192	21
232	22
276	23
352	24
436	25
636	26
1 000	27
> 1 000	See Formula (A.1)

Finalmente los requisitos de ventilación según la norma UNE 100713 y la ISO 14644 marcan los siguientes mínimos:

Clasificación del quirófano UNE 100713	Clasificación ISO 14644	Flujo	Caudal mínimo de aire exterior	Grado de contaminación $\mu$ s	Concentración relativa máxima admisible ESI	Caudal mínimo de aire de impulsión en movimiento 2400x $\mu$ s/ ESI	Recirculaciones por hora mínimas/recomendables	Velocidad del aire a la salida del difusor
Clase A	5	Laminar	1.200	1	2/3	3.600	20/80	0,2 m/s
Clase A	6	Turbulento	1.200	1	2/3	3.600	20/40	0,2-0,3 m/s
Clase B	7	Turbulento	1.200	1	1	2.400	20/25	0,2-0,3 m/s
Clase C	8	Turbulento	1.200	1	-	2.400	15/15	0,2-0,3 m/s

Con toda esta información se determinan las siguientes pruebas a realizar. Cabe destacar que el flujo laminar de los quirófanos se clasifica independientemente de la sala porque la empresa validadora consideró que se trataba de quirófanos de alto riesgo con flujo unidireccional (Riesgo alto con ISO6 para la periferia de la sala y Riesgo muy alto con ISO5 para la zona protegida):

Nombre	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	TESTS O MEDICIONES A REALIZAR					
			Velocidades, Caudales y Mov./h	Test de integridad y fugas	Presión diferencial	Contaje Partículas	Temperatura y humedad	Luminosidad y ruido
QUIRÓFANO 21	35,22	82,06	SI	SI	SI	9	1	1
FLUJO LAMINAR Q-21	2,43	6,76	NO	NO	NO	2	NO	NO
QUIRÓFANO Q-22	37,27	88,00	SI	SI	SI	10	1	1
FLUJO LAMINAR Q-22	2,43	6,76	NO	NO	NO	2	NO	NO

Con los siguientes criterios de aceptación:

Test integridad (%)	Caudal impulsión / Mov./hora	Presión diferencial (Pa)	Partículas	Temperatura (C°)	Humedad (%)	Ruido (dB)
≤ 0,01 UNE 171340   UNE-EN ISO 14644-1	2.400 m <sup>3</sup> /h con un mínimo de 20 mov./h 3.600 m <sup>3</sup> /h en quirófanos tipo A UNE 100713 Velocidad de impulsión en los flujos laminares de 0,2 a 0,5 m/s ISO 14644-4	Gradiente de presión de, como mínimo 6 Pa (UNE 171340), donde se requiera direccionalidad de aire según la Tabla 2 de la norma UNE 100713	Según la UNE 171340 ISO 6 -para quirófanos de clase A o alta tecnología   áreas de muy alto riesgo ISO 7- para quirófanos de clase B y áreas de alto riesgo ISO 8- para quirófanos de clase C y áreas de riesgo intermedio (Clasificación según ISO 14644-1, Diciembre 2015)	22 – 26 UNE 100713	45 – 55 UNE 100713	≤ 40 UNE 100713

#### 2.1.4.2 Resultados obtenidos

##### Velocidades, Caudales y Movimientos / hora

Q21:

Criterio de aceptación (mov./h)	Movimientos obtenidos (mov./h)	Cumple / No cumple / No aplica
≥ 20	32,99	Cumple

Criterio de aceptación (m <sup>3</sup> /h)	Caudal obtenido (m <sup>3</sup> /h)	Cumple / No cumple / No aplica
≥ 3600	2.707,14	No cumple

Criterio de aceptación (m/s)	Vel. Obtenida (m/s)		Cumple / No cumple / No aplica
	Min	Max	
La velocidad de impulsión de todos los puntos debe estar entre 0,20 - 0,50 m/s	0,36	0,38	Cumple

Se puede observar que el caudal de impulsión medido está por debajo del criterio de aceptación pero tanto la velocidad del aire de impulsión como las renovaciones/hora (se trata de un sistema todo aire exterior) sí que están dentro de norma. Los movimientos/hora se han calculado dividiendo los 2707,14 m<sup>3</sup>/h entre los 82,06 m<sup>3</sup> que tiene el quirófano.

Q22:

Criterio de aceptación (mov./h)	Movimientos obtenidos (mov./h)	Cumple / No cumple / No aplica
≥ 20	31,29	Cumple

Criterio de aceptación (m <sup>3</sup> /h)	Caudal obtenido (m <sup>3</sup> /h)	Cumple / No cumple / No aplica
≥ 3600	2.753,34	No cumple

Criterio de aceptación (m/s)	Vel. Obtenida (m/s)		Cumple / No cumple / No aplica
	Min	Max	
La velocidad de impulsión de todos los puntos debe estar entre 0,20 - 0,50 m/s	0,36	0,38	Cumple

Igual que en el caso del Q21, en el Q22 el caudal de impulsión medido está por debajo del criterio de aceptación pero tanto la velocidad del aire de impulsión como las renovaciones/hora (se trata de un sistema todo aire exterior) sí que están dentro de norma. En este caso los movimientos/hora se han calculado dividiendo los 2753,34 m<sup>3</sup>/h entre los 88 m<sup>3</sup> que tiene el quirófano.

#### Integridad de filtros, Temperatura, Humedad, Ruido y Presión diferencial

Las pruebas de integridad y fugas de los filtros absolutos salieron bien obteniendo una penetración menor del 0,01% en todos los filtros del Q21 y Q22.

En cuanto al ruido, las mediciones salieron un poco altas, obteniendo una medida de 43,7 dB's en el Q21 y 44,5 dB's en el Q22, ambas por encima de los 40 dB's que marca la UNE 100713.

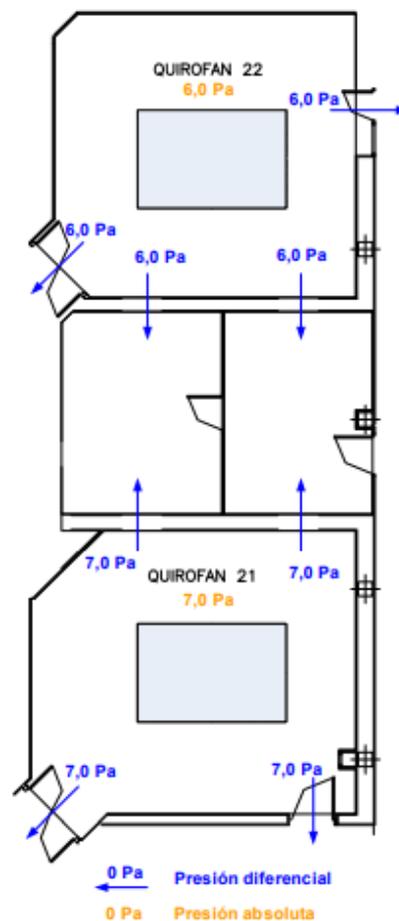
La temperatura y humedad dieron los siguientes valores:

**Q21:** 19,5 °C y 48,8%HR

**Q22:** 19,7°C y 48,5%HR

Todas estas mediciones se realizaron en un mes de marzo. Se observa que la temperatura interior de los quirófanos está por debajo de 22°C pero es un ambiente frío demandado por el equipo quirúrgico. La humedad en cambio se encuentra dentro del rango aceptado de 45 – 55%HR en ambos quirófanos.

En lo que concierne al diferencial de presión de los quirófanos respecto a las salas adyacentes se obtuvieron unas mediciones de +7Pa en el caso del Q21 y de +6Pa en el caso del Q22. Ambas mediciones se sitúan en el límite establecido por la UNE 171340.



### Contaje de partículas en reposo y clasificación de la sala

**Q21:** En esta tabla se marca el objetivo de partículas de una clasificación ISO6 por que se consideró un quirófano de alto riesgo con flujo unidireccional (Riesgo alto con ISO6 para la periferia de la sala y Riesgo muy alto con ISO5 para la zona protegida) pero en realidad el objetivo para esta sala es el de la ISO7 para una sala con riesgo medio que marca un recuento límite de 352.000 partículas mayores de 0,5 micras y de 2.930 partículas mayores de 5 micras.

En el caso del Q21 como su superficie es de 35,22 m<sup>2</sup> corresponde hacer el recuento de partículas en 9 puntos de muestreo según la ISO 14644.

Punto de muestreo	Partículas $\geq 0,5 \mu\text{m}/\text{m}^3$		Cumple / No cumple / No aplica
	Req.	Obt.	
1	$\leq 35.200$	15.920	Cumple
2		16.260	Cumple
3		13.680	Cumple
4		12.400	Cumple
5		24.190	Cumple
6		51.110	No cumple
7		17.830	Cumple
8		21.090	Cumple
9		20.910	Cumple

Punto de muestreo	Partículas $\geq 5,0 \mu\text{m}/\text{m}^3$		Cumple / No cumple / No aplica
	Req.	Obt.	
1	$\leq 293$	2.150	No cumple
2		2.620	No cumple
3		2.010	No cumple
4		1.940	No cumple
5		3.320	No cumple
6		3.840	No cumple
7		1.710	No cumple
8		2.020	No cumple
9		2.150	No cumple

Se puede observar que en el caso de las partículas de 0,5 micras la clasificación obtenida es de ISO7 por que el recuento de partículas en todos los puntos de muestreo está por debajo de 352.000. No obstante se señala el punto de muestreo número 6 como el que presenta una mayor concentración de partículas.

En el caso de las partículas mayores de 5 micras la clasificación obtenida es de ISO8 porque hay dos puntos, el número 5 y el número 6, que superan el límite de 2.930 que marca la clasificación ISO7. Un poco más abajo se analizará las particularidades de estos puntos exactos de muestreo que presentan recuentos más elevados.

En definitiva la clasificación obtenida para el quirófano Q21 según la ISO 14644 es la ISO8 por lo que no cumple con lo establecido en la norma UNE 171340:2020 para una sala de riesgo medio que ha de ser de ISO7.

**Q22:** Como en el caso anterior, en esta tabla se marca el objetivo de partículas de una clasificación ISO6 por que se consideró un quirófano de alto riesgo con flujo unidireccional (Riesgo alto con ISO6 para la periferia de la sala y Riesgo muy alto con ISO5 para la zona protegida) pero en realidad el objetivo para esta sala es el de la ISO7 para una sala con riesgo medio que marca un recuento límite de 352.000 partículas mayores de 0,5 micras y de 2.930 partículas mayores de 5 micras.

En el caso del Q22 como su superficie es de 37,27 m<sup>2</sup> corresponde hacer el recuento de partículas en 10 puntos de muestreo según la ISO 14644.

Punto de muestreo	Partículas $\geq 0,5 \mu\text{m}/\text{m}^3$		Cumple / No cumple / No aplica
	Req.	Obt.	
1	$\leq 35.200$	30.120	Cumple
2		30.640	Cumple
3		17.720	Cumple
4		11.760	Cumple
5		11.510	Cumple
6		16.010	Cumple
7		12.070	Cumple
8		35.160	Cumple
9		37.070	No cumple
10		20.300	Cumple

Punto de muestreo	Partículas $\geq 5,0 \mu\text{m}/\text{m}^3$		Cumple / No cumple / No aplica
	Req.	Obt.	
1	$\leq 293$	4.750	No cumple
2		4.890	No cumple
3		2.640	No cumple
4		1.750	No cumple
5		1.560	No cumple
6		1.630	No cumple
7		1.920	No cumple
8		2.480	No cumple
9		2.420	No cumple
10		1.760	No cumple

Se puede observar que en el caso de las partículas de 0,5 micras la clasificación obtenida es de ISO7 por que el recuento de partículas en todos los puntos de muestreo está por debajo de 352.000. No obstante se señalan los puntos de muestreo 1, 2, 8 y 9 como los que presentan una mayor concentración de partículas.

En el caso de las partículas mayores de 5 micras la clasificación obtenida es de ISO8 porque hay dos puntos, el número 1 y el número 2, que superan el límite de 2.930 que marca la clasificación ISO7. Un poco más abajo se analizará las particularidades de estos puntos exactos de muestreo que presentan recuentos más elevados.

En definitiva la clasificación obtenida para el quirófano Q22 según la ISO 14644 es la ISO8 por lo que no cumple con lo establecido en la norma UNE 171340:2020 para una sala de riesgo medio que ha de ser de ISO7.

#### Contaje de partículas en reposo y clasificación del flujo laminar

Como ya se ha mencionado con anterioridad, el flujo laminar se clasificó a parte al considerar a la sala un quirófano de alto riesgo con flujo unidireccional y a la parte baja del flujo como una zona protegida.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

#### Q21:

Punto de muestreo	Partículas $\geq 0,5 \mu\text{m}/\text{m}^3$		Cumple / No cumple / No aplica
	Req.	Obt.	
1	$\leq 3.520$	2.170	Cumple
2		820	Cumple

Punto de muestreo	Partículas $\geq 1,0 \mu\text{m}/\text{m}^3$		Cumple / No cumple / No aplica
	Req.	Obt.	
1	$\leq 832$	1.050	No cumple
2		210	Cumple

Punto de muestreo	Partículas $\geq 5,0 \mu\text{m}/\text{m}^3$		Cumple / No cumple / No aplica
	Req.	Obt.	
1	$\leq 293$	150	Cumple
2		40	Cumple

Clasificación requerida	ISO 5	Clasificación obtenida	ISO 6	Cumple / No cumple / No aplica
				No cumple

Q22:

Punto de muestreo	Partículas $\geq 0,5 \mu\text{m}/\text{m}^3$		Cumple / No cumple / No aplica
	Req.	Obt.	
1	$\leq 3.520$	1.880	Cumple
2		60	Cumple

Punto de muestreo	Partículas $\geq 1,0 \mu\text{m}/\text{m}^3$		Cumple / No cumple / No aplica
	Req.	Obt.	
1	$\leq 832$	1.440	No cumple
2		50	Cumple

Punto de muestreo	Partículas $\geq 5,0 \mu\text{m}/\text{m}^3$		Cumple / No cumple / No aplica
	Req.	Obt.	
1	$\leq 293$	210	Cumple
2		0	Cumple

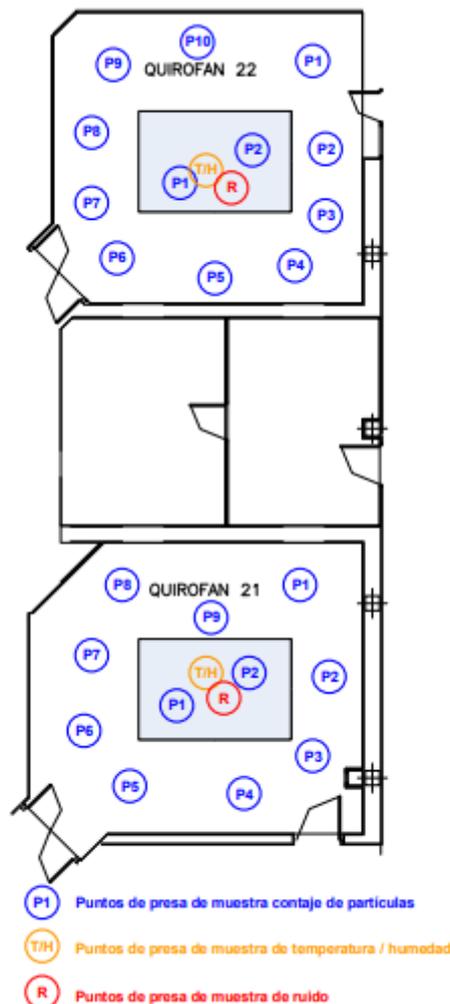
  

Clasificación requerida	ISO 5	Clasificación obtenida	ISO 6	Cumple / No cumple / No aplica
				No cumple

En ambos casos (Q21 y Q22) no se obtiene la clasificación ISO5 por un punto de muestreo que presenta un recuento superior al límite establecido en partículas de tamaño superior a 1 micra. La clasificación obtenida para la zona protegida tanto en el Q21 como en el Q22 es la de ISO6.

Puntos de medición

El punto de toma de medida de temperatura y humedad así como el del ruido es en el centro de la sala, donde se sitúa la mesa de operaciones, a la altura del paciente.



Respecto a los puntos de recuento de partículas en cada una de las salas es importante resaltar los siguientes comentarios:

**Q21:** En este quirófano los puntos P5 y P6 son los que presentaron un mayor recuento de partículas. Teniendo en cuenta que las puertas del quirófano son de vaivén y distan mucho de generar un cierre hermético, parece lógico pensar que este fenómeno de puerta de vaivén en la sala más próxima a la entrada del área cause una acumulación de partículas al otro lado de la misma en el interior de la sala.

**Q22:** En este quirófano los puntos P1 y P2 son los que superaron el límite de la clasificación ISO7. Estos puntos están al lado de la puerta de atrás del quirófano. Esta puerta también es de vaivén y permanece normalmente abierta. Además está justo delante de la puerta de evacuación de emergencia que da directa a la calle. También parece lógico pensar que esta acumulación de partículas tenga que ver con esta conjunción de elementos. Los puntos P8 y P9 también dieron recuentos elevados de partículas, en este caso estos puntos están justo delante de la puerta de un registro de un patinejo de instalaciones. Dicho registro no es de cierre hermético y podría dar explicación a la acumulación de partículas en esos puntos.

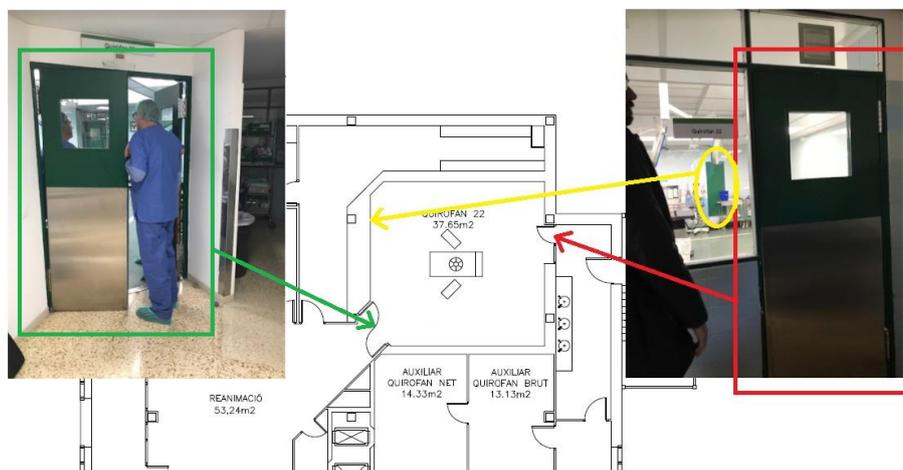
### Resumen de valores obtenidos

Código	Nombre	Movimientos / hora		Caudal		Velocidad (m/s)			Test Integridad (%)		Partículas (en reposo)		Temp. (°C)		Hum. (%HR)		Ruido (dB)	
		Req.	Obt.	Req.	Obt.	Req.	Obt. Min.	Obt. Max.	Req.	Obt.	Req.	Obt.	Req.	Obt.	Req.	Obt.	Req.	Obt.
Q-21	QUIRÓFANO 21	≥ 20	32,99	≥ 3600	2.707,14	0,20 - 0,50	0,36	0,38	≤ 0,01%	< 0,01%	ISO 6	ISO 8	22,0 - 26,0	19,5	45,0 - 55,0	48,8	≤ 40	43,7
FL Q-21	FLUJO LAMINAR Q-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ISO 5	ISO 6	-	-	-	-	-	-
Q-22	QUIRÓFANO Q-22	≥ 20	31,29	≥ 3600	2.753,34	0,20 - 0,50	0,36	0,38	≤ 0,01%	< 0,01%	ISO 6	ISO 8	22,0 - 26,0	19,7	45,0 - 55,0	48,5	≤ 40	44,5
FL Q-22	FLUJO LAMINAR Q-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ISO 5	ISO 6	-	-	-	-	-	-

Código	Nombre	Presión Diferencial (Pa)	
		Respecto a:	Req. Obt.
Q-21	QUIRÓFANO 21	Exterior	≥ 6,0 7,0
Q-22	QUIRÓFANO Q-22	Exterior	≥ 6,0 6,0

### 2.1.5 Características constructivas

En lo concerniente a características constructivas del área se hace evidente la antigüedad de la misma. Las puertas de acceso y salida de los quirófanos son de madera con canto redondeado y de vaivén. La puerta de acceso de camillas es de doble hoja y la puerta de acceso de cirujanos es de hoja simple. Dichas puertas no ejercen un cierre hermético ya que la misma sobrepresión de la sala las mantiene medio abiertas. En el siguiente plano se pueden ver imágenes de los exteriores del Q22, visto desde la entrada de camillas (imagen izquierda) y visto desde la entrada de cirujanos (imagen derecha). En esta última imagen se puede apreciar al fondo de la misma, la puerta del patinejo de instalaciones que da al interior del quirófano.



La presurización de la sala no se mantiene por varios motivos. El primero es el del cierre deficiente de las puertas ya comentado, el segundo es que las ventanas de guillotina de la zona entre quirófano están normalmente abiertas (en muchas ocasiones también las puertas permanecen abiertas) y el tercero es que existen varias puertas de registros de pasos de instalaciones de cierre no hermético que dan directamente al interior de los quirófanos.

Respecto a las paredes interiores están compuestas por un alicatado de azulejos que hace que la pared está llena de juntas de yeso que pueden desprender partículas. Las paredes cuentan con instalaciones viejas en desuso cuyos mecanismos son una fuente de acumulación de partículas y el encuentro con el suelo es mediante un zócalo de madera, solución nada adecuada para el interior de un quirófano.



El suelo está constituido por un pavimento vinílico conductivo a dos colores. No es un problema en cuanto a limpieza se refiere pero es mejorable estéticamente.

#### **2.1.6 Protocolos de mantenimiento, limpieza y control microbiológico**

La limpieza de los quirófanos es continua, se realiza una después de cada intervención y una limpieza final de día exhaustiva al final de cada jornada de actividad. Este punto es difícilmente mejorable.

A nivel microbiológico existen unos protocolos marcados por el servicio de medicina preventiva donde cada mes se recogen muestras del aire interior y se analiza. Si por algún motivo se detectasen recuentos de Aerobios Mesófilos superiores a los marcados por la norma UNE 171340:2020 (<100 UFC para una sala de riesgo medio) se podría indicar el bloqueo del quirófano hasta obtener recuentos dentro de parámetros. En esos casos se indican una revisión minuciosa del sistema de ventilación y limpiezas extraordinarias.

Respecto a los protocolos de mantenimiento se cumplen con los trabajos y periodicidades que marcan las gamas estándar. A continuación se lista la gama de mantenimiento para un climatizador indicando quién perfil profesional ha de realizarlo:

## CLIMATITZADOR

### Operacions

#### Comprovacions periòdiques - Mensual Obligatori

##### REGLAMENT D'INSTAL·LACIONS TÈRMiques EN L'EDIFICIACIÓ (R.I.T.E.)

- 01 - Revisar i netejar els filtres. Cal reposar-los si és necessari.
- 02 - Inspeccionar visualment l'absència de fuites a premses, ràcords i juntes de la xarxa de canonades i accessoris.

EMPRESA HOMOLOGADA CLIMATITZACIÓ

#### Comprovacions periòdiques - Mensual Ordinari

- 01 - Verificar la tensió i l'estat de les corretges (si s'escau).

AJUDANT MECÀNIC

#### Revisió general - Anual Obligatori

##### REGLAMENT D'INSTAL·LACIONS TÈRMiques EN L'EDIFICIACIÓ (R.I.T.E.)

- 01 - Dur a terme la neteja exterior i la revisió general de les bateries, i comprovar que no hi haqi pèrdues.
- 02 - Comprovar la circulació de les bateries i fer-ne una purga si és necessari.
- 03 - Comprovar que no hi haqi fuites en els trams visibles de la xarxa de canonades, i també l'estanquitat dels circuits de distribució.

EMPRESA HOMOLOGADA CLIMATITZACIÓ

#### Revisió general - Anual Ordinari

- 01 - Netejar les paletes amb un producte desgreixador projectat en sentit contrari al de la circulació de l'aire.
- 02 - Fregar les paletes que ho necessitin.
- 03 - Inspeccionar l'estat de conservació.
- 04 - Verificar el seu funcionament correcte.
- 05 - Inspeccionar l'estanquitat de les juntes.
- 06 - Comprovar la posició de les vàlvules TA.
- 07 - Inspeccionar els suports i les fixacions (collar bé les brides i les juntes).
- 08 - Comprovar l'estat dels elements de protecció i/o acabat.
- 09 - Netejar la totalitat de les canonades.
- 10 - Verificar l'estat de corrosió.
- 11 - Verificar l'absència de condensació.

MECÀNIC

#### Verificacions i neteja - Semestral Obligatori

##### REGLAMENT D'INSTAL·LACIONS TÈRMiques EN L'EDIFICIACIÓ (R.I.T.E.)

- 01 - Greixar les portes.
- 02 - Comprovar que el desuàs de condensats funcioni correctament.
- 03 - Comprovar l'absència de vibracions i sorolls.
- 04 - Greixar els rodets i els elements mòbils.
- 05 - Verificar els ancoratges.
- 06 - Verificar i ajustar l'alineació de les politges.
- 07 - Verificar l'estat de corrosió i aplicar-hi proteccions antioxidants si és necessari.
- 08 - Neteja general i comprovació de l'estanquitat de la safata de condensats.
- 09 - Verificació general de l'estanquitat de les juntes d'unió.
- 10 - Inspeccionar l'aïllament tèrmic.
- 11 - Inspeccionar els suports antivibratoris.
- 12 - Verificar i ajustar les sondes i els elements de camp.
- 13 - Verificar el funcionament correcte de les vàlvules segons els senyals de comandament.
- 14 - Verificar i ajustar els òrgans d'acció de les vàlvules motoritzades.
- 15 - Comprovar l'estanquitat de les vàlvules d'intercepció.
- 16 - Revisió i neteja dels filtres d'aigua.
- 17 - Dur a terme la neteja exterior i la revisió general de les bateries, i comprovar que no hi haqi pèrdues.

EMPRESA HOMOLOGADA CLIMATITZACIÓ

#### Verificacions i neteja - Semestral Ordinari

- 01 - Inspeccionar el funcionament de les vàlvules en general.
- 02 - Greixar i verificar la suavitat de gir dels eixos.
- 03 - En posició de tancament total, verificar l'estanquitat.

AJUDANT MECÀNIC

## **2.2 Puntos a mejorar en el área quirúrgica:**

En vista de toda la información recogida del área y de sus sistemas se decidió ejecutar una reforma de bajo calado que resolviera parte de los problemas detectados:

- Circulaciones de personal. Ausencia de circuito sucio definido, se cruza con el limpio.
- Circulaciones de personal. Cruce de personas entre limpio y sucio en la zona entre quirófanos.
- Ventilación. Caudal de impulsión insuficiente.
- Clasificación. No se obtiene la clasificación requerida en unos puntos muy concretos de los quirófanos.
- Características constructivas. Materiales y acabados inadecuados para quirófanos.
- Características constructivas. Pérdida de presurización por varios puntos, sobre todo las puertas de vaivén.

Con esta lista de problemas encima de la mesa y con un presupuesto limitado se decide plantear la reforma del área con los siguientes objetivos:

- Creación de circuitos de limpio y sucio claramente diferenciados. Con esta medida se pretende aumentar la asepsia de la zona semi-restringida y restringida.
- Sustitución de las puertas de quirófanos por puertas automáticas de cierre hermético. Con esta medida se pretende mejorar la estanqueidad de las salas, eliminar las turbulencias generadas por el efecto vaivén de las puertas cada vez que se practican y facilitar el cierre de las puertas evitando que se dejen abiertas.
- Tapiado de patinejos prescindibles y sustitución por registros herméticos en los patinejos imprescindibles. Con esta medida se pretende mejorar la estanqueidad de las salas y la asepsia de las mismas.
- Desmontaje de instalaciones obsoletas y forrado de paredes con paneles de policarbonato. Con esta medida se pretende reducir al mínimo las superficies donde se pueda depositar polvo.
- Sustitución del pavimento creando medias cañas para el encuentro con las paredes. Con esta medida se pretende reducir las superficies donde se puede depositar polvo y suciedad, además de facilitar la limpieza de las salas.

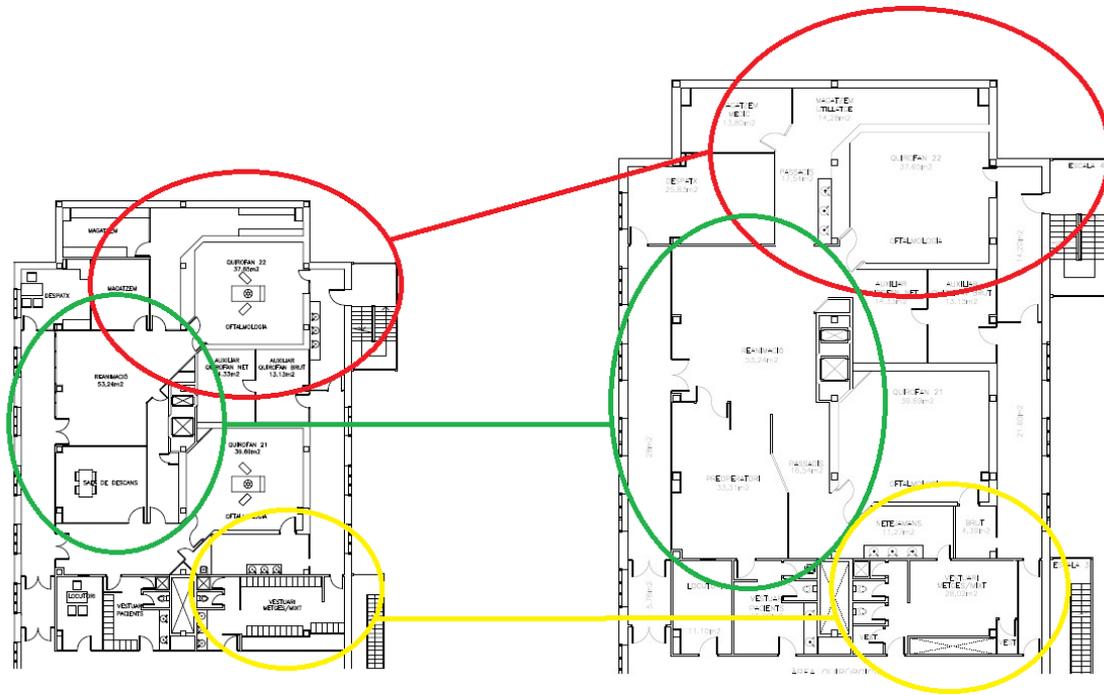
## **2.3 Análisis del estado actual del área:**

La reforma del área se llevó a cabo en dos tiempos, en una primera actuación en verano y con área cerrada se crearon los nuevos circuitos de circulación de personal. En la segunda actuación concentrada en la época navideña y también con área cerrada se ejecutaron los trabajos en el interior y acceso a los quirófanos.

Respecto a la distribución interior del área para generar la separación de circuitos y mejorar el flujo hay que mirar detenidamente el siguiente plano comparativo. En el círculo rojo se puede apreciar cómo se reduce el espacio de almacenaje para ampliar el pasillo y poder encajar el lavado quirúrgico dentro de la zona semi-restringida. En la zona de entre quirófanos se crea un muro de separación donde estaba la puerta que conectaba la zona limpia con la sucia impidiendo así el paso de personas pero permitiendo el paso de materiales.

En el círculo verde se puede ver como desaparece la zona de descanso y el pasillo angosto central. Se crea en su lugar una zona de pre-operatorio a la que se accede directamente desde el vestuario de pacientes y una zona de post-operatorio al que se puede acceder con camillas directamente desde los dos quirófanos. Entre el pre y el post se crea un control de enfermería desde el que se puede vigilar ambas áreas.

En el círculo amarillo se aprecia cómo se desplaza el lavado quirúrgico del Q21 hacia la izquierda, se construye una pared para separar la zona semi-restringida de la restringida y se crea un nuevo acceso al área semi-restringida desde el vestuario de profesionales. También se construye una pared de separación en el vestuario y se abre una nueva puerta de salida del área para dar salida directa al sucio.



Se aportan algunas imágenes del nivel de acabados de las zonas descritas:



### 2.3.1 Zonificación

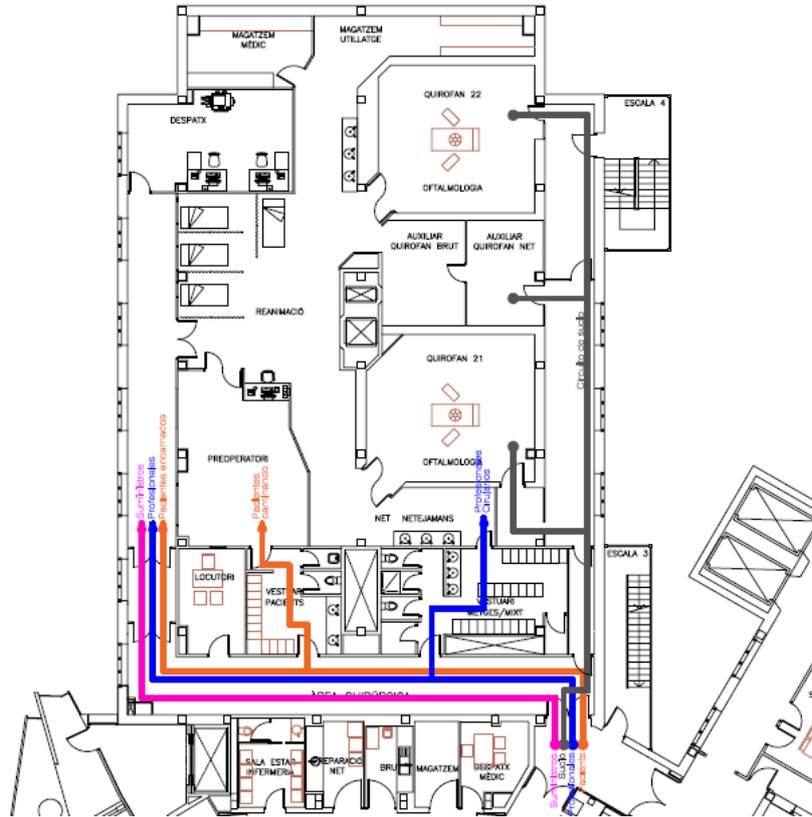


En lo concerniente a la zonificación aparecen pocos cambios respecto del estado anterior, siendo lo más destacado la separación física conseguida entre la zona no restringida y el resto de zonas del área. Ahora como zona restringida (color verde) se identifican los dos quirófanos y la zona de entre quirófano limpia. Como zona semi-restringida (color amarillo) se identifican las zonas de pre y post operatorio, los almacenes, la zona de trabajo y los lavados quirúrgicos. Como zona no restringida (color azul) se pueden identificar los vestuarios, el locutorio, la zona sucia de entre quirófano y el pasillo trasero de los quirófanos.

### 2.3.2 Circulaciones

En la siguiente figura se indican las circulaciones de:

- Personal sanitario, en color azul. Después de la reforma prácticamente todos los profesionales entran por el acceso desde el vestuario.
- Pacientes, en color naranja, se distingue entre paciente que accede al área caminando y paciente que accede al área encamado. Con la reforma, el paciente que entra a pie accede directamente al área de pre-operatorio.
- Suministros, en color magenta.
- Sucio, en color negro. Ahora el circuito de sucio es exclusivo y no se cruza en ningún momento con circulaciones limpias.



Ahora los lavados quirúrgicos están cerca de las puertas de doble hoja de los quirófanos, así se logra que en cada quirófono haya un acceso claramente limpio y otro claramente sucio (el de hoja simple).

Las dos zonas de entre quirófono ya no están comunicadas por una puerta si no por una pared con ventana pasa materiales. Se logra cortar el flujo de profesionales que cruzaban áreas.

Ahora, al ensanchar los pasos, los dos quirófanos acceden de forma directa a la zona de post-operatorio. A esta zona se la dota de un cabecero técnico con tomas de gases y enchufes para cuatro pacientes.

### 2.3.3 Sistema de climatización y tratamiento del aire

En cuanto al sistema de tratamiento de aire, la reforma no introdujo cambios en ese sentido por limitaciones presupuestarias. El sistema sigue siendo el detallado con anterioridad y el caudal de aire de impulsión en los quirófanos sigue siendo insuficiente.

### 2.3.4 Auditoría y diagnóstico de la calidad de aire interior

Una vez ejecutada la reforma y con el área limpia se procede a realizar la validación del área y clasificar nuevamente las salas de intervención. Como ya se expuso con anterioridad el marco legal para estas pruebas es el que establecen las normas UNE 171340:2020 y UNE 100713 así como la ISO 14644.

#### 2.3.4.1 Resultados obtenidos

Se considera de poca relevancia analizar los resultados de caudal y movimientos/hora ya que al no haber cambiado nada del sistema de tratamiento de aire durante la reforma estos datos son similares a los de la medición anterior. Igualmente pasa con los datos de integridad de los filtros, la temperatura y humedad ambiente y el Ruido. Se va a prestar especial atención a la clasificación de las salas y a la presión diferencial.

Contaje de partículas en reposo y clasificación de la sala

**Q21:** En la siguiente tabla de resultados se marca el requerimiento de clasificación para un quirófano oftalmológico con flujo unidireccional, riesgo alto con ISO6 para la periferia de la sala y riesgo muy alto con ISO5 para la zona protegida (flujo laminar). Como ya se ha apuntado con anterioridad el objetivo real para esta sala es el de la ISO7 para una sala con riesgo medio que marca un recuento límite de 352.000 partículas mayores de 0,5 micras y de 2.930 partículas mayores de 5 micras.

En el caso del Q21 como su superficie es de 35,22 m<sup>2</sup> corresponde hacer el recuento de partículas en 9 puntos de muestreo según la ISO 14644.

Punto de muestreo	Partículas $\geq 0,5 \mu\text{m}/\text{m}^3$		Cumple / No cumple / No aplica
	Req.	Obt.	
1	$\leq 35.200$	8.370	Cumple
2		7.830	Cumple
3		7.930	Cumple
4		9.680	Cumple
5		9.730	Cumple
6		7.680	Cumple
7		8.680	Cumple
8		6.940	Cumple
9		8.770	Cumple

Punto de muestreo	Partículas $\geq 1,0 \mu\text{m}/\text{m}^3$		Cumple / No cumple / No aplica
	Req.	Obt.	
1	$\leq 8.320$	1.060	Cumple
2		760	Cumple
3		440	Cumple
4		540	Cumple
5		550	Cumple
6		430	Cumple
7		470	Cumple
8		400	Cumple
9		440	Cumple

Punto de muestreo	Partículas $\geq 5,0 \mu\text{m}/\text{m}^3$		Cumple / No cumple / No aplica
	Req.	Obt.	
1	$\leq 293$	220	Cumple
2		60	Cumple
3		20	Cumple
4		20	Cumple
5		50	Cumple
6		0	Cumple
7		40	Cumple
8		0	Cumple
9		20	Cumple

Clasificación requerida	ISO 6	Clasificación obtenida	ISO 6	Cumple / No cumple / No aplica
				Cumple

La mejora de los resultados con respecto al área sin reformar es más que evidente, pese a marcar los requerimientos de la ISO6 el quirófano los cumple en todos los puntos de muestreo clasificando la periferia de la sala como ISO6.

Esta mejora se puede achacar a todas las intervenciones de obra focalizadas en aumentar la estanqueidad de la sala y reducir al mínimo las superficies donde se puede acumular polvo.

Respecto al flujo laminar, la clasificación obtenida es la ISO5. Este resultado también mejora los resultados obtenidos en la anterior medición en la que se obtenía ISO6 debido a un punto con un recuento elevado de partículas. Esta mejoría, igual que con la sala se podría atribuir a la reforma realizada.

Punto de muestreo	Partículas $\geq 0,5 \mu\text{m}/\text{m}^3$		Cumple / No cumple / No aplica
	Req.	Obt.	
1	$\leq 3.520$	50	Cumple
2		130	Cumple

Punto de muestreo	Partículas $\geq 1,0 \mu\text{m}/\text{m}^3$		Cumple / No cumple / No aplica
	Req.	Obt.	
1	$\leq 832$	40	Cumple
2		120	Cumple

Clasificación requerida	ISO 5	Clasificación obtenida	ISO 5	Cumple / No cumple / No aplica
				Cumple

**Q22:** Como en el caso anterior, en la siguiente tabla de resultados se marca el requerimiento de clasificación para un quirófano oftalmológico con flujo unidireccional, riesgo alto con ISO6 para la periferia de la sala y riesgo muy alto con ISO5 para la zona protegida (flujo laminar). Como ya se ha apuntado con anterioridad el objetivo real para esta sala es el de la ISO7 para una sala con riesgo medio que marca un recuento límite de 352.000 partículas mayores de 0,5 micras y de 2.930 partículas mayores de 5 micras.

En el caso del Q22 como su superficie es de 37,27 m<sup>2</sup> corresponde hacer el recuento de partículas en 10 puntos de muestreo según la ISO 14644.

Punto de muestreo	Partículas $\geq 0,5 \mu\text{m}/\text{m}^3$		Cumple / No cumple / No aplica
	Req.	Obt.	
1	$\leq 35.200$	100	Cumple
2		160	Cumple
3		260	Cumple
4		160	Cumple
5		50	Cumple
6		220	Cumple
7		100	Cumple
8		530	Cumple
9		80	Cumple
10		10	Cumple

Punto de muestreo	Partículas $\geq 1,0 \mu\text{m}/\text{m}^3$		Cumple / No cumple / No aplica
	Req.	Obt.	
1	$\leq 8.320$	70	Cumple
2		90	Cumple
3		200	Cumple
4		60	Cumple
5		30	Cumple
6		100	Cumple
7		60	Cumple
8		370	Cumple
9		50	Cumple
10		0	Cumple

Punto de muestreo	Partículas $\geq 5,0 \mu\text{m}/\text{m}^3$		Cumple / No cumple / No aplica
	Req.	Obt.	
1	$\leq 293$	40	Cumple
2		10	Cumple
3		30	Cumple
4		10	Cumple
5		10	Cumple
6		0	Cumple
7		10	Cumple
8		100	Cumple
9		30	Cumple
10		0	Cumple

Clasificación requerida	ISO 6	Clasificación obtenida	ISO 6	Cumple / No cumple / No aplica
				Cumple

En esta ocasión también es más que evidente la mejoría en cuanto a partículas en suspensión se refiere. Se obtiene la clasificación ISO6 para la periferia de la sala.

Esta mejora se puede achacar a todas las intervenciones de obra focalizadas en aumentar la estanqueidad de la sala y reducir al mínimo las superficies donde se puede acumular polvo.

Respecto al flujo laminar, la clasificación obtenida es la ISO5. Este resultado también mejora los resultados obtenidos en la anterior medición en la que se obtenía ISO6 en la zona protegida. Esta mejoría, igual que con la sala se podría atribuir a la reforma realizada.

Punto de muestreo	Partículas $\geq 0,5 \mu\text{m}/\text{m}^3$		Cumple / No cumple / No aplica
	Req.	Obt.	
1	$\leq 3.520$	30	Cumple
2		30	Cumple

Punto de muestreo	Partículas $\geq 1,0 \mu\text{m}/\text{m}^3$		Cumple / No cumple / No aplica
	Req.	Obt.	
1	$\leq 832$	30	Cumple
2		20	Cumple

Clasificación requerida	ISO 5	Clasificación obtenida	ISO 5	Cumple / No cumple / No aplica
				Cumple

#### Presión diferencial

En lo que a la presión diferencial se refiere la mejora de los valores obtenidos también es evidente. La presión diferencial de las salas respecto del exterior da un valor de 20Pa en ambas salas:

#### **Q21:**

Presión diferencial respecto a:	Criterio de aceptación (Pa)	Valor obtenido (Pa)	Cumple / No cumple / No aplica
Exterior	$\geq 6,0$	20,0	Cumple

#### **Q22:**

Presión diferencial respecto a:	Criterio de aceptación (Pa)	Valor obtenido (Pa)	Cumple / No cumple / No aplica
Exterior	$\geq 6,0$	20,0	Cumple

#### Resumen de los valores obtenidos

Nombre	Movimientos / hora		Caudal		Velocidad (m/s)			Test Integridad (%)		Partículas (en reposo)		Temp. (°C)		Hum. (%HR)	
	Req.	Obt.	Req.	Obt.	Req.	Obt. min.	Obt. max.	Req.	Obt.	Req.	Obt.	Req.	Obt.	Req.	Obt.
QUIRÓFANO 21	$\geq 20$	27,50	$\geq 3600$	2283,65	0,20 - 0,50	0,26	0,35	$\leq 0,01\%$	$< 0,01\%$	ISO 6	ISO 6	22,0 - 26,0	19,9	45,0 - 55,0	37,4
FLUJO LAMINAR QUIRÓFANO 21	-	-						-	-	ISO 5	ISO 5	-	-	-	-
QUIRÓFANO 22	$\geq 20$	27,14	$\geq 3600$	2388,38	0,20 - 0,50	0,30	0,38	$\leq 0,01\%$	$< 0,01\%$	ISO 6	ISO 6	22,0 - 26,0	20,0	45,0 - 55,0	38,0
FLUJO LAMINAR QUIRÓFANO 22-	-	-						-	-	ISO 5	ISO 5	-	-	-	-

Código	Nombre	Presión Diferencial (Pa)		
		Respecto a:	Req.	Obt.
Q-21	QUIRÓFANO 21	Exterior	$\geq 6,0$	20,0
Q-22	QUIRÓFANO 22	Exterior	$\geq 6,0$	20,0

Se puede decir que la reforma realizada cumple por demás con los objetivos marcados en cuanto a mejora de la estanqueidad de la sala i reducción de las partículas en ambiente.

Si solo tenemos en cuenta la norma UNE 171340:2020 para clasificar las salas, estas salas cumplen con los requerimientos de quirófanos de alto riesgo. Ahora bien, teniendo en cuenta la ISO 14644 siguen sin cumplir los requerimientos mínimos en cuanto al caudal de impulsión para un quirófano clase A. Este

debería ser superior a  $3600\text{m}^3/\text{h}$ . De hecho en esta segunda medición de caudales, el variador de impulsión trabajaba a un porcentaje algo menor de lo habitual y los caudales obtenidos no llegan por poco al mínimo requerido para un quirófano clase B, superior a  $2400\text{m}^3/\text{h}$ .

### 2.3.5 Características constructivas

Después de la reforma se hace evidente también la mejora en cuanto a acabados. En el interior de las salas se han cubierto con el policarbonato de las paredes los patinejos prescindibles, a los patinejos imprescindibles se les ha montado un registro hermético. El policarbonato también ha reducido al mínimo el número de juntas en las paredes y el desmontaje de instalaciones obsoletas también ha ayudado a reducir el número de superficies donde se podía acumular polvo. Cabe destacar que el policarbonato presenta un acabado liso no poroso y es fácil de limpiar y resistente a los productos empleados para ello.

Las puertas automáticas batientes son una mejora clave, son acabadas en inoxidable y abren hacia el exterior de la sala, sin generar las turbulencias que provocaba el vaivén de las anteriores. Proporcionan un cierre hermético de la sala y solo mantienen la sala abierta el tiempo estrictamente necesario para el paso de personas.

La sustitución del pavimento creando medias cañas para el encuentro con las paredes también es un factor clave de mejora. Se elimina el zócalo existente de madera facilitando la limpieza de la zona baja del quirófano.





### **2.3.6 Protocolos de mantenimiento, limpieza y control microbiológico**

En cuanto a los controles microbiológicos periódicos, protocolos de limpieza del área y protocolos de mantenimiento se siguen aplicando los expuestos en el punto 2.1.6.

### **3. Conclusiones y posibles mejoras del área:**

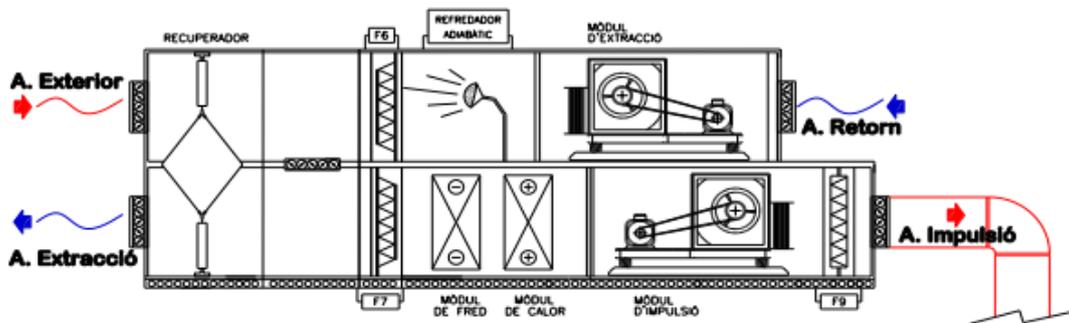
La reforma ejecutada en el área proporcionó unos resultados satisfactorios. Mejoró el flujo de trabajo con conceptos como el puesto de control de enfermería común para el pre y post operatorio. También aumento de forma evidente la seguridad de las salas en cuanto al riesgo de infección para el paciente y, como se puede apreciar en las imágenes anteriores, mejoró la estética y las sensaciones en el interior de las salas. Los profesionales manifestaron estar muy contentos con el cambio dado al área quirúrgica y los pacientes, que entran conscientes, tienen la sensación de entrar en un área más aséptica.

La inversión empleada en dicha reforma no fue excesivamente elevada en comparación a los resultados obtenidos. Se pueden lograr mejoras de seguridad actuando en los puntos críticos si estos se identifican previamente, siendo muchos de ellos relativamente fáciles de solucionar.

Todavía hay mejoras que se podrían aplicar al área para minimizar aún más el riesgo de infección para el paciente:

- Aumento del caudal de impulsión del sistema de tratamiento de aire de los quirófanos. En las mediciones realizadas se pone de manifiesto un déficit de caudal de impulsión. La propuesta es cambiar la UTA por una de mejores prestaciones:
  - o Climatizador de tipo higiénico según norma UNE 1886.

- Que cuente con recuperador de placas, baterías de frío y calor, humectador, ventiladores EC con turbina de palas a reacción tanto en impulsión como en extracción, silenciador y cuatro etapas de filtrado, G4 en la admisión de aire, dos F8 (uno antes de las baterías y otro después del ventilador) y los filtros absolutos H13 ya existentes en el flujo laminar de ambas salas.



- Dicho climatizador ha de poder mover un caudal de impulsión mínimo de 10.000 m<sup>3</sup>/h. Esta aproximación viene de contar 5.000 m<sup>3</sup>/h por sala (el climatizador es común para Q21, Q22 y zona de entre quirófano limpia) teniendo en cuenta la pérdida de carga provocada por las etapas de filtración.
- Aumento de la estanqueidad de las salas. Se propone tapiar las ventanas de guillotina que dan a los quirófanos desde el entre quirófano sucio. No se usan, solo se usan las de la zona entre quirófano limpia. Además se propone automatizar las ventanas de guillotina de la zona limpia de forma que se cierren automáticamente cuando no se esté pasando material. Se ha observado que estas ventanas están constantemente abiertas y se pierde por ellas la presurización de sala.
- Separación completa del área limpia. En esta mejora se proponen varias modificaciones del área:
  - Instalar una puerta transfer en el acceso de pacientes encamados, dicha puerta solo puede ser cruzada por el paciente mediante el uso de una plataforma transfer. De esta manera se obliga a todos los profesionales a entrar y salir por el vestuario. Obligaría a tener equipamiento específico de transfer, una camilla de limpio y una de sucio como mínimo.
  - Instalación de puerta de limpio en el locutorio. El profesional podría acceder a la sala de información a familiares directamente desde el área limpia, sin necesidad de salir de la misma. En este caso la mesa de la sala debería cumplir con la función de frontera entre zona limpia y sucia.
  - Construcción de vestíbulo de evacuación en la salida de emergencia que da directa al exterior, delante de la puerta de sucio del quirófano 22. Con esta medida se pretende crear una cámara de aire entre la zona quirúrgica y el ambiente exterior por tal de reducir el riesgo de contaminación exterior del área limpia.
  - Finalmente para dar sentido a esta separación rigurosa de limpio y sucio se debería tratar el aire interior con más etapas de filtración y más movimientos/hora. Para ello se debería instalar un nuevo climatizador higiénico con capacidad para renovar un mínimo de 10 veces por hora el volumen de aire de todo el interior del área limpia. También se debería obtener una clasificación ISO7 (en reposo) en el área por lo que el sistema debería contar con un mínimo de 3 etapas de filtrado G4 + F7 + H13. Esta

mejora en particular se considera de ejecución compleja e inversión muy elevada. Se podría plantear implementar las anteriores o parte de ellas sin implementar esta.

#### **4. Bibliografía:**

UNE 171340:2020 “Validación y cualificación de salas de ambiente controlado en hospitales”. Julio 2020. (Anula UNE 171340:2012).

UNE 14644-1:2016 “Salas limpias y locales anexos controlados. Parte 1: Clasificación de la limpieza del aire mediante la concentración de partículas”. (ISO 14644-1:2015).

UNE 100713:2005 “Instalaciones de acondicionamiento de aire en hospitales”.

UNE-EN 779:2013 “Filtros de aire utilizados en ventilación general para eliminación de partículas”.

UNE Asociación Española de Normalización. <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma>

Curso Quirófanos y Otras Salas Blancas Hospitalarias (5a Edición). Mayo 2021.

<https://hospitecnia.com/agenda/hospitecnia-curso-quirofanos-salas-blancas-hospitalarias-online/>

Real Decreto 1277/2003 de 10 de octubre, por el que se establecen las bases generales sobre autorización de centros, servicios y establecimientos sanitarios. Ministerio de Sanidad y Consumo, España. Boletín Oficial del Estado (No: 254, 23/10/2003, Disposición no 19572, Pág.: 37893-37902).

<https://www.boe.es/buscar/pdf/2003/BOE-A-2003-19572-consolidado.pdf>

Artículo Hospitecnia: “¿Cómo se está haciendo frente al COVID-19 desde el punto de vista de las instalaciones de HVAC en los hospitales?” <https://hospitecnia.com/gestion/covid-19-documentacion-tecnica/instalaciones-hvac-hospitales-frente-covid19/>