



Tecnologías del “más por menos”

VERÓNICA ANDREA PILOTTI
Biomedical Engineer IMEX

El esfuerzo de las empresas de I+D+i para adaptarse a los nuevos desafíos de la Gestión Hospitalaria generan soluciones tecnológicas simples que facilitan alternativas eficientes a las prácticas asistenciales estándar. Este es un ejemplo de cómo una idea ingeniosa, plasmada en un diseño simple y un desarrollo eficiente puede responder a una necesidad cotidiana.

KEY WORDS: Palabras separadas por comas y en minúscula.

En los últimos años, y como una respuesta a las necesidades planteadas por los gestores de servicios sanitarios, las empresas tecnológicas han estado desarrollando o actualizando equipos médicos, cuya premisa ha sido ofrecer más prestaciones con menor inversión, con menor consumo. Forma parte de este esfuerzo, la salida al mercado de una cabina quirúrgica móvil, bautizada con el nombre arcSterile, **100% producto español**, fruto del trabajo conjunto de un oftalmólogo y un ingeniero. Si bien su entrada al mercado ha sido modesta, su futuro parece prometedor basándonos en la evidencia.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

La cabina quirúrgica de ambiente controlado arcSterile recrea las condiciones de asepsia y seguridad eléctrica de un quirófano, permitiendo la realización de procedimientos invasivos, de forma segura, en cualquier sala del hospital. Estas condiciones de trabajo se confirman a través de Validaciones de Calidad Ambiental realizadas según normativa vigente elaborada por AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación).

Este equipo está pensado para aquellos procesos en los que es vital contar con un nivel bajo de partículas y microorganismos suspendidos en el aire. El aire estéril sirve para proteger e impedir la contaminación de un área determinada.

Como elemento opcional puede incorporar un módulo eléctrico especial para usar equipamiento electro-quirúrgico de forma segura, cumpliendo la normativa eléctrica existente para instalaciones sanitarias.



¿QUÉ ES EL ARC STERILE?

ArcSterile es una estructura rodante de aluminio, en forma de arco de 2 metros de altura y hasta 3 metros de ancho, con mamparas deslizantes plegables que permiten variar su profundidad, manteniéndolo replegado cuando no está en uso.

Posee una apertura frontal de panel polivinílico para permitir la entrada de pacientes, manteniendo un aislamiento de seguridad una vez iniciada la actividad. Puede actuar como sala de ambiente controlado, tanto para procedimientos diagnósticos o terapéuticos que requieren condiciones de asepsia especiales, como para salas de aislamiento.

En sus dos columnas estructurales se incluye un sistema de impulsión y filtración de aire para generar un túnel de flujo laminar horizontal estéril, denominada “zona de seguridad”, y cuyas dimensiones son 60 centímetros de ancho por 100 centímetros de alto, coincidentes con las dimensiones de las ventanas de impulsión. El flujo de aire laminar actúa como una placa que atraviesa la zona barriendo más allá de la zona crítica las partículas que provienen del ambiente o que son generadas durante el mismo proceso.



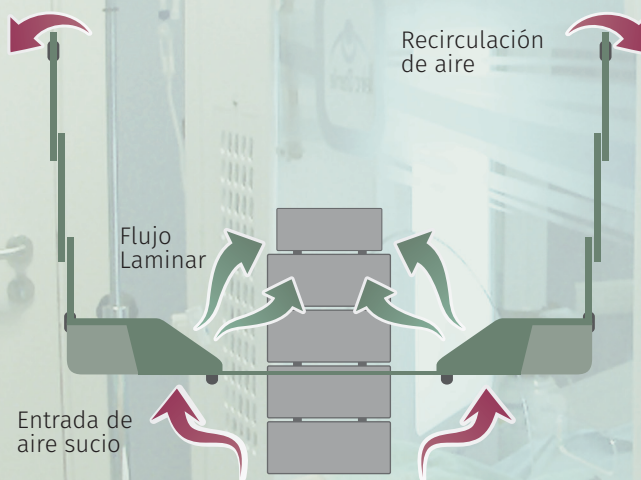
Para facilitar las actuaciones dentro de la cabina, se incorpora luminaria lateral difusa, y otros accesorios que mejoran las condiciones generales de trabajo (lámpara quirúrgica, barra técnica, tomacorrientes, pantalla, etc.).

CON RESPECTO A LA CALIDAD DEL AIRE...

Esta cabina garantiza una calidad de aire ISO 5 (Tabla 1) dentro de la zona de seguridad durante todo el tiempo que dure el procedimiento o la estancia del paciente. Este sistema mantiene el nivel de partículas en suspensión en el aire por debajo de los límites preestablecidos gracias a los cuatro fenómenos que se generan al encender el equipo: ultrafiltración, laminaridad, renovación del aire y sobrepresión dinámica.

- **Ultrafiltración:** El equipo realiza una doble filtración de aire, a través del pre-filtro, ubicado antes del impulsor de aire y cuyo objetivo es preservar el filtro de alta eficiencia HEPA, y posteriormente a través de filtro HEPA 15. La ultrafiltración convierte al aire de la sala en aire estéril.
- **Laminaridad:** En las ventanas de impulsión se instalan las placas con micro-celdas de diseño específico, que en combinación con la velocidad de aire establecida, permiten transformar en laminar el aire estéril filtrado. Mantener un flujo laminar de aire estéril convierte al túnel de aire en el medio protector que evitará la entrada de partículas contaminantes al sistema evitando que estas se depositen sobre la zona más crítica.
- **Renovación:** La renovación permanente del aire permite diluir las impurezas contenidas en el aire de la sala, que van quedando atrapadas en los filtros del sistema. De esta forma se mantiene el nivel de asepsia del interior de la cabina independientemente del tiempo de la duración del procedimiento a realizar y mejorando la calidad del nivel de asepsia de la sala en la que queda instalada la cabina.

CIRCULACIÓN DE AIRE DENTRO DE LA CABINA



Arc Sterile garantiza una calidad ISO 5 en el lugar de la intervención porque reduce el número de microorganismos en el aire (bacterias, hongos y virus) y previene la sedimentación o depósito de microorganismos en el interior de las heridas. Esto es posible porque el flujo laminar realiza un barrido del área quirúrgica con aire limpio, sin turbulencias, reduciendo la cantidad de partículas que se encuentran suspendidas en el aire. De esta forma desplaza el aire contaminado lejos de la mesa de operaciones.

- **Sobrepresión:** Al ubicar el equipo de forma tal que el arco más grande quede enfrente a la pared de la sala quirúrgica, el aire es aspirado, filtrado, introducido en la zona crítica y devuelto a la sala, repetidamente entregando al espacio que circunscribe la cabina un volumen de aire muy superior al que puede perder por los espacios abiertos que quedan. De esta forma se logra una diferencia de presión (sobrepresión dinámica) que confiere seguridad al proceso y se potencian las características de asepsia de la sala (evita que el aire exterior no filtrado penetre al interior del recinto).

TABLA 1

ISO 14644-1 CLEANROOM STANDARDS

Class	Maximum particles/m ³						FED STD 209E equivalent
	≥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		Class 1
ISO 4	10.000	2.370	1.020	352	83		Class 10
ISO 5	100.000	23.700	10.200	3.520	832	29	Class 100
ISO 6	1.000.000	237.000	102.000	35.200	8.320	293	Class 1.000
ISO 7				352.000	83.200	2.930	Class 10.000
ISO 8				3.520.000	832.000	29.300	Class 100.000
ISO 9				35.200.000	8.320.000	293.000	Room air

APLICACIONES SANITARIAS DE LA CABINA QUIRÚRGICA

Las aplicaciones que este tipo de sistemas permiten son variadas y pueden optimizar la dinámica de trabajo en diferentes especialidades clínicas, mejorar la capacidad asistencial, la calidad asistencial y la seguridad que los procesos requieren.

Algunas de las aplicaciones asistenciales que pueden tener lugar se muestran en la tabla 2.

ANÁLIZANDO LOS INDICADORES

Reduce costes

- **Representa una inversión baja:** menos del 50% del coste de un quirófano convencional.
- **Supone bajo consumo de energía y bajo coste de mantenimiento:** traduce en ahorros significativos para cualquier centro ya que el coste uso por hora de una sala acondicionada con arcSterile es de 25 euros, frente al coste de uso por hora de un quirófano convencional, que ronda los 175 euros*. Por ejemplo, en la tabla 3 se reflejan algunos datos aproximados de ahorro en la realización de procedimientos que utilizan protocolos de anestesia local/tópica, como los de cirugía ocular, entre otros.

- **Contribuye a reducir los Coste de NO Calidad en los procesos asistenciales:** porque reduce el riesgo de infección, reduciendo los reingresos, el coste en medicación, la estancia hospitalaria, etc. La infección de la herida quirúrgica se contempla dentro del grupo de “infecciones nosocomiales” y supone el 7,63% de todos los efectos adversos que se producen en los hospitales. y según publicaciones del Ministerio de Sanidad y Consumo del 2005, puede llegar a los 24.685 euros por paciente para Infecciones nosocomiales del sitio quirúrgico.

Aumenta la utilización

- **Permite aumentar la productividad:** mayor número de pacientes atendidos por jornada. La experiencia ha demostrado que la cantidad de procedimientos realizados puede llegar a triplicarse. Esto no sólo impacta en la lista de espera de los procedimientos realizados dentro de arcSterile, sino también en los procedimientos que se pueden llevar a cabo en los quirófanos pertenecientes al Bloque Quirúrgico, que quedan liberados al desviar un porcentaje de las asistencias a través de estas salas acondicionadas con arcSterile. En la tabla 4 se refleja el impacto que puede tener en un año la implementa-

**TABLA 2****ALGUNAS APLICACIONES ASISTENCIALES**

Zona	Objetivo	Justificación Asistencial
Centros de Salud y/o Centros de Especialidades	Acondicionar salas limpias o salas de curas para la realización de procedimientos quirúrgicos de muy corta estancia postoperatoria, con bajo riesgo para el paciente.	Ampliar la disponibilidad de asistencia quirúrgica en el entorno cercano del paciente garantizando condiciones de asepsia y de seguridad eléctrica similares a las de quirófano.
Salas de Curas, pre-quirófanos o salas limpias de Hospitales	Acondicionar salas limpias, salas de curas o ante-quirófanos para la realización de procedimientos quirúrgicos, de distintas especialidades, garantizando condiciones de asepsia y de seguridad eléctrica similares a las de quirófano.	Aumentar la capacidad asistencial en hospitales y disponer de una atención sanitaria más eficiente, agilizando la prestación, ampliando la disponibilidad de asistencia quirúrgica y preservando los parámetros de calidad y seguridad del proceso.
Quirófanos Cirugía Mayor	Acondicionar un quirófano convencional generando un espacio de "muy alto nivel de asepsia", para llevar a cabo cirugías que requieren este tipo de condiciones.	Ampliar la disponibilidad de prestación de procedimientos quirúrgicos específicos, o mejorar las condiciones existentes dentro del quirófano para disminuir riesgo de infección en el paciente.
UCI Neonatal de Hospitales	Realizar procedimientos invasivos (quirúrgicos o no quirúrgicos) sobre el neonato dentro de la cabina arcSterile, garantizando condiciones de asepsia y de seguridad eléctrica similares a las de quirófano.	Disminuir la morbilidad y mortalidad del neonato, mejorando las condiciones de asepsia en las que actualmente se realizan estos procedimientos.
Casos de catástrofes	Disponer de una la cabina arcSterile como elemento de reserva en caso activación de Protocolo de Actuación por Catástrofe Externa	Mejorar las expectativas de supervivencia de las víctimas de catástrofe facilitando la rápida atención del traumatizado, disponiendo de espacios quirúrgicos de reserva en los puntos de recepción de las víctimas.
Servicios de Urgencias	Generar un espacio para la primera atención del paciente traumatizado en un entorno de alto nivel de asepsia y seguridad.	Mejorar las expectativas de supervivencia del paciente y el riesgo de infección al contar con un espacio, dentro del servicio de urgencias, acondicionado para la atención quirúrgica inmediata en condiciones de alto nivel de asepsia y estabilización de paciente.
Unidades de Quemados	Acondicionar salas de la Unidad de Grandes Quemados para la realización de curas y/o aislamiento protector del paciente.	Generar espacios para la atención del paciente quemado o aumentar la capacidad asistencial, garantizando la calidad del ambiente en el que se le interviene y facilitando la dinámica de trabajo del personal.
Cabina de Aislamiento para pacientes inmunodeprimidos	Acondicionar un espacio seguro generando presión positiva que permita aislar al paciente debilitado inmunológicamente.	Aumentar la capacidad asistencial especializada (paciente que requiere un aislamiento protector) y atender a las demandas estacionales que pudieran presentarse.
Salas de Dilatación para generar Partos	Generar Unidades Integradas de Trabajo de Parto, Parto y Recuperación (UTPR) en las actuales Salas de Dilatación alcanzando condiciones de alto nivel de asepsia durante la fase final de nacimiento.	Equilibrar la relación entre demanda asistencial e infraestructura disponible, generar Unidades de Trabajo de Parto, Parto y Recuperación (UTPR) siguiendo las recomendaciones del MSPSI.

TABLA 3

TÍTULO		
Procedimientos por día (20-30 min.)	Procedimientos anuales (42 semanas)	Ahorro anual aproximado en euros
5 procedimientos	1.050	157.500,00 €
8 procedimientos	1.680	252.000,00 €
12 procedimientos	2.520	378.000,00 €

* Costes calculados para régimen de funcionamiento convencional (24 hrs. quirófano, 12 hrs. sala acondicionada), contemplando la inversión inicial, y una vida útil de 15 años, teniendo en cuenta costes de mantenimiento, fungibles, gastos en limpieza, consumo de energía, sistemas mecánicos, personal asignado (mantenimiento y auxiliares), gastos en limpieza y extensión de la jornada de actividad quirúrgica (5-6 horas).

ción de estas medidas sobre las Listas de Espera generales y especialmente para la Especialidad Traumatología. Además, se ha comprobado que la productividad dentro del servicio que usa esta cabina aumenta considerablemente debido a la reducción de los tiempos muertos entre pacientes.

- Simplifica y mejora la realización del mantenimiento y limpieza de la sala en la que se realizan los procedimientos y de la cabina arcSterile, así como la limpieza y tiempo de recuperación del nivel de asepsia entre paciente y paciente.
- **Optimiza los recursos disponibles:** aprovecha espacios disponibles y potencia su aplicabilidad.

- **Mejora la dinámica de trabajo:** más rapidez en la entrada y salida de pacientes, requiere menor cantidad de auxiliares/asistentes, reduce tiempos muertos.

Aumenta la calidad del proceso

- **Mejora las tasas de asistencias,** disminuye las tasas de cancelaciones, potencia la atención directa: libera quirófanos del bloque quirúrgico para procedimientos mayores.
- **Disminuye el riesgo de infección:** Este sistema realiza un barrido del área quirúrgica con aire limpio sin turbulencias que desplaza el aire contaminado lejos del campo quirúrgico, evitando la sedimentación o depósito de posibles microorganismos del aire en la zona intervenida.

TABLA 4

IMPACTO ECONÓMICO..... TÍTULO EXACTO			
Impacto al cabo de un año sobre Lista de Espera (LE)	Pacientes en L.E. *	Incremento potencial en asistencias	Reducción de L.E. (al cabo de un año)
Procedimientos en LE	27.486	1.680 **	6%
Oftalmología	5.357	1.050 ***	20%
Traumatología	8.657	630	7%

* Fuente: Datos Lista de Espera Quirúrgica Comunidad Valenciana 2010 – Conselleria de Sanidad y contemplando sólo Número de pacientes con 0 - 90 días de espera.

** Cálculos realizados considerando la realización de 3 procedimientos quirúrgicos de la especialidad traumatología, por jornada de trabajo, durante un año (42 semanas) y unos 1050 procedimientos más, realizados a través de las salas acondicionadas con arcSterile

***Cálculos realizados considerando la realización de 1050 procedimientos quirúrgicos de la especialidad oftalmología en una sala acondicionada con arcSterile, por jornada de trabajo, durante un año (42 semanas)



CUANDO MÁS ES MENOS...



Porque reduce costes

Debido a la baja inversión respecto de salas convencionales para cirugía o cuidados especiales consumo de energía y un coste de mantenimiento muy bajo reducir los costes de NO calidad dentro de los procesos asistenciales.



Porque aumenta la utilización

Permite aumentar la productividad del personal asistencial simplifica o mejora la dinámica de trabajo maximiza la utilización de recursos (espacios alta complejidad) agiliza en flujo de pacientes asistidos.



Porque aumenta la calidad del proceso

aumenta y mantiene un nivel de asepsia alto dentro de la sala mejora la prestación de servicios al disminuir el riesgo de infección.

- **Impacta positivamente:** en la percepción de calidad que el paciente, además supone mayor comodidad para el paciente, ya que se simplifican los trá-

mites del bloque quirúrgico y se resuelven con mayor celeridad problemas, siempre con la máxima garantía de seguridad para el paciente.

EN LA PRÁCTICA...

Los profesionales del Servicio de Oftalmología del Htal. Universitario y Politécnico La Fe de Valencia, trabajan con este sistema dentro de la zona de consultas de la Unidad de Mácula, desde el año 2010. Durante este tiempo realizaron un análisis de la evolución de la actividad asistencial antes y después de incorporar este equipo al departamento.

Teniendo en cuenta que el 45% de los procedimientos practicados se realizaron dentro de la cabina arcSterile, esto supuso un **aumento del 16% en el número de procedimientos invasivos (cirugías y procedimientos menores)**, respecto de las realizadas en años anteriores, pero con una **reducción del 37% de la ocupación de quirófanos** del Bloque Quirúrgico.

Este cambio de localización de espacios para realización de asistencias quirúrgicas ha supuesto una reducción importante en los costes y ha permitido optimizar el uso del quirófano convencional, liberándolo para pacientes con necesidades asistenciales complejas, generando un **ahorro económico de casi 200.000 euros por año**.

Como consecuencia de esta nueva dinámica de trabajo, la productividad del personal sanitario **en asistencias quirúrgicas ha aumentado un 20% y la productividad general (quirúrgica y asistencial) ha crecido hasta un 50%**.

Se han mejorado enormemente los indicadores de calidad asistencial, ya que el tiempo entre la indicación del tratamiento y **la realización del tratamiento se redujo de 6 días a 0 días**. No se han reportado complicaciones que pudieran hacer pensar que existan diferencias en las condiciones generadas en esta cabina quirúrgica con respecto de las existentes en un quirófano estándar.

La percepción de calidad en la atención que tiene el paciente y sus familiares se ha incrementado, al disminuir el tiempo de espera, la cantidad de visitas y la dispersión en la localización de la asistencia (consultas, CMA, UCSI, etc.).

CONCLUSIONES

Sabemos que existen ciertas situaciones obligan a una rápida y eficiente actualización de las instalaciones y reestructuración de los recursos disponibles. La cabina quirúrgica móvil arcSterile es tan sólo un ejemplo de tantos nuevos e innovadores desarrollos.

Dentro del plano asistencial, empieza a jugar un papel importante el respaldo legal que sistemas como estos suponen para el centro, al garantizar condiciones de trabajo regulares y medibles a lo largo del tiempo.

No menos importante es el contar con elementos energéticamente eficientes, que surgen gracias a los desarrollos basados en nano-tecnologías y de nuevos materiales estructurales y de transmisión de datos, donde la inversión no está reñida con su coste de mantenimiento ni de utilización.

No se trata de reemplazar espacios, sino de optimizar recursos.

No se trata de marcar tendencias, sino de encontrar el equilibrio entre costes de inversión y potencial aplicación.

No se trata de fijar elementos, sino de ser capaz de movilizar la inversión según se presenten las necesidades.

Por último, el impacto social que suponen estas alternativas tecnológicas supera con creces la inversión.

-
- Estudio “CABINA QUIRÚRGICA DE AMBIENTE CONTROLADO (ARCSTERILE®) EN CIRUGÍA OFTALMOLÓGICA AMBULATORIA.”
— Autor: David Salom, Coautores: María Andreu, Patricia Udaondo, María Garcís Pous, Ana Hervás, Salvador García Delpech, Cristina Marín Lambies, Manuel Díaz Llopis – Diciembre 2012.
 - ANALES ESPAÑOLES DE PEDIATRÍA VOL. 47 Nº 6 - Profilaxis antibiótica en la cirugía neonatal - C. de Alba Romero, I. Cano y cols., 1997, Servicio de Neonatología (Dr Belaustegui) y Cirugía Infantil. Hospital Universitario “12 de Octubre”. Madrid.
 - ISO 14644-1 cleanroom standards.
 - Revisión bibliográfica sobre trabajos de costes de la “no seguridad del paciente” – Informes, Estudios e Investigación 2008 – MSC.