

### QUIROFANOS INTEGRADOS

#### INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la práctica quirúrgica ha venido evolucionando notablemente con el desarrollo de la tecnología adquiriéndose de manera progresiva una concepción diferente del entorno quirúrgico: disponibilidad ordenada, cohesionada e integrada de los recursos involucrados en los procedimientos quirúrgicos.

En este contexto, se está consolidando en los últimos años un nuevo enfoque para el ámbito quirúrgico: los denominados **Quirófanos Integrados ó Inteligentes**.



Cada vez, son más los hospitales a nivel mundial que vienen adquiriendo esta tecnología, sobretodo en los países de Europa, Estados Unidos, Japón, y Australia.

A nivel de Latinoamérica, son varios los países que ya disponen de al menos un quirófano integrado (Brasil, Chile, Ecuador, Colombia, México, Costa Rica, Venezuela).

En el ámbito nacional, se tiene conocimiento, como única referencia, la instalación de una sala de operaciones en el año 2007 en el Hospital Militar Central. Sin embargo, en vista de la configuración y características del equipamiento implementado, presenta limitaciones en su funcionalidad, no cumpliendo a cabalidad con el objetivo inicial que estuvo orientado hacia el de un quirófano integrado.

A nivel institucional, los recursos disponibles en los quirófanos son limitados careciéndose de la tecnología en cuestión.

#### CONCEPTO

El quirófano integrado puede definirse como un sistema con infraestructura informática que dispone de la tecnología más avanzada en materia de comunicación quirúrgica permitiendo controlar algunos o todos los dispositivos y/o funciones de una sala de operaciones de forma centralizada mediante un dispositivo tal como puede ser una pantalla táctil o a través de la activación por voz.

Además posibilita a los cirujanos el trabajo de forma interactiva con otras áreas permitiendo el acceso, en tiempo real, a toda la información relativa a los pacientes, como puede ser su historia clínica, las pruebas de diagnóstico por imágenes a las que hayan sido sometidos. (endoscopia, rayos X, ecografía, etc.).



En tal sentido, se constituye como una plataforma que se adapta tanto a los cambios clínicos como tecnológico, siendo compatible con los nuevos avances tales como la cirugía guiada por imágenes, la robótica y la telemedicina.

### CONFIGURACIÓN

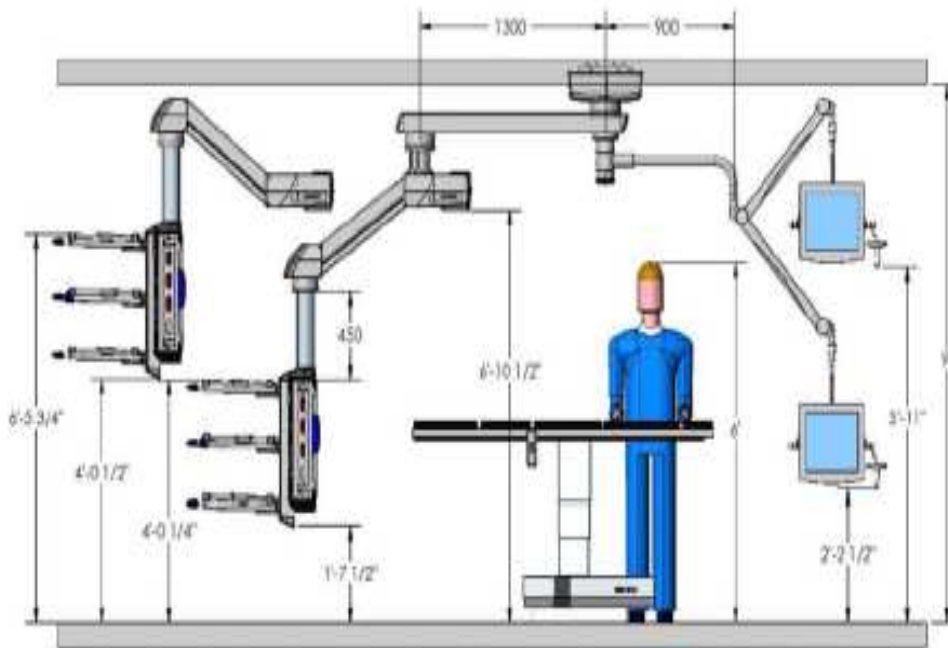
Los fabricantes ofrecen una gama de alternativas para la configuración de los quirófanos; teniendo por lo general un modelo básico y a partir del mismo es factible incrementar la capacidad del sistema según los requerimientos específicos de cada cliente. Incluso, uno de los fabricantes ofrece como alternativa un modelo móvil, es decir los componentes y dispositivos de su sistema se ensambla en un carro rodable.

En el presente boletín se enfoca en los sistemas que se encuentran articulados en suspensión, por lo que no se toma en consideración el sistema móvil.

Si bien cada fabricante utiliza una denominación en particular para cada uno de los componentes y recursos que constituyen sus sistemas, en general, la Configuración de un quirófano integrado se compone básicamente de:

- Sistema de soporte de equipamiento y suministro (BOOMS).
- Equipamiento Biomédico.
- Sistema de Control, Gestión e Integración.

### Sistema de Soporte de Equipamiento y Suministro



Constituido por un determinado número de unidades de soporte y brazos montados en el techo que son diseñados específicamente para:

- El albergue tanto del equipamiento biomédico (tales como electrobisturí, equipo de vídeo endoscopía) así como de los equipos y dispositivos del sistema de control, gestión e integración (tales como pantallas, monitores, cámaras de vídeo) y demás recursos e instrumental necesarios para atención del paciente.



- El suministro de: energía eléctrica, gases medicinales (oxígeno, aire comprimido, oxido nitroso, CO2), vacío, evacuación de gases residuales y puntos o tomas para data y comunicación.



Este sistema incrementa notablemente la eficacia del trabajo dentro del quirófano ya que incide en el diseño y aspecto ergonómico del mismo mejorando el acceso al paciente, optimiza las condiciones de trabajo, evita la presencia de cables en el piso logrando mayor seguridad y permitiendo la limpieza más rápida, libertad de giro facilitando la rápida disposición de equipos durante la realización de las diferentes cirugías.

De este modo se resuelven situaciones donde el personal requiere diferentes ángulos de visión consiguiendo posiciones de trabajo ergonómicas en todo momento.

Entre las características más importantes a tomarse en consideración tenemos: las dimensiones, el peso, la capacidad de soporte de carga, sistema de frenos, sistema de articulación (por ejemplo mediante un motor eléctrico), rotación de los brazos (variable, usualmente desde 0° hasta 330°), rotación del cuerpo o cabezal de servicio (variable, usualmente hasta 330° o 340°), desplazamiento y máximo alcance horizontal, desplazamiento vertical, velocidad de elevación (por ejemplo: 40 mm/segundo), cantidad de tomas de entrada y/o salida para gases, vacío, evacuación de gases, electricidad, datos, etc.



### Equipamiento Biomédico

Todos los quirófanos disponen de un conjunto de equipos biomédicos, los cuales pueden agruparse en: equipos biomédicos de uso general y equipos biomédicos de aplicación funcional específica de acuerdo a la especialidad quirúrgica.



Los equipos de uso general son:

- Unidad de anestesia con sistema de monitoreo.
- Mesa de operaciones eléctrica.
- Lámpara quirúrgica de techo.
- Electrobisturí.
- Bomba de infusión.
- Aspirador de secreciones para sala de operaciones.
- Desfibrilador con monitor y paletas externas

En el caso de los equipos de aplicación funcional específica, en el siguiente cuadro se indican los más representativos:

ESPECIALIDAD	EQUIPO
Cirugía	Equipo de Cirugía laparoscópica
Ortopedia – Traumatología	Vídeo Artroscopio, Perforador para Traumatología.
Urología	Vídeo Cistoresectoscopio
Ginecología	Histeroscopio
Otorrinolaringología	Microscopio quirúrgico otorrinolaringología
Neurocirugía	Microscopio de Neurocirugía
Tórax Cardiovascular	Máquina de circulación extracorpórea
Oftalmología	Facoemulsificador, Vitreofago, Fotocoagulador láser, Microscopio quirúrgico oftalmológico.

### Sistema de Control, Gestión e Integración



Connect your office to the O.R.



Transfer information between O.R.s



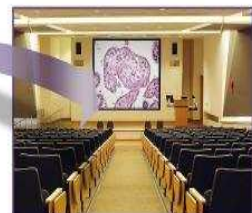
Live consultation with pathology



Conduct surgical conferences



Real-time exchange with the Cath Lab



Broadcast grand rounds to the auditorium

### Sistema de Control

Este sistema permite disponer de un control centralizado de: los **equipos biomédicos** (básicamente: equipo de endoscopia, electrobisturí, lámpara quirúrgica, mesa de operaciones), los **equipos / dispositivos periféricos** (tales como cámaras, pantallas, altavoces, reproductores de CD/DVD, etc.) y todas las demás **funciones y recursos** disponibles relacionados a la gestión de la

documentación y telemedicina que se hayan integrado en la configuración del quirófano.

Incluso, es posible el control de otros detalles del entorno quirúrgico tales como la iluminación y música ambiental, por citar algunos.

La interfase de control central se ubica en la zona estéril del campo operatorio y se realiza ya sea a través de una pantalla táctil (touch screen) y/o mediante un control por voz (micrófono y auricular inalámbrico).

Adicionalmente, según sea el diseño de cada fabricante, el control puede efectuarse por Mando a distancia o directamente en los equipo Además, es posible disponer de un control adicional desde la estación de trabajo del personal asistente

### Control por pantalla táctil:



Entre las características generales se tiene:

- Tipo de monitor (TFT / LCD).
- Configuración de inicio preajustable, de acuerdo a varios criterios.



Por ejemplo, es posible preconfigurar los equipos por cirujano y cirugías, de modo que tan solo identificándose, se asegura que los equipos ya estén preparados automáticamente, con los valores adecuados.

- Compatibilidad con equipos/dispositivos de otros fabricantes.
- Diagonal de la pantalla (15", 19").
- Resolución máxima de la pantalla (1024x768, 1280x1024).
- Entrada de Vídeo (VGA/SVGA/XGA, VGA/SVGA/XGA/SXGA, DVI).
- Nivel de señal de entrada.
- Relación de contraste.

### Control por Voz:



Mediante comandos acústicos emitidos a través de un dispositivo inalámbrico tipo headset (auricular y micrófono) se puede operar y controlar los dispositivos y equipos desde la zona estéril del quirófano.

Resaltando como una de sus principales ventajas la posibilidad de permitir al personal mayor libertad de movilidad en el quirófano.



Este sistema inalámbrico está provisto de una técnica de transmisión de máxima seguridad.

Entre las características más importantes del sistema de control o mando por voz podemos citar:

- Operación simultánea con canales múltiples, lo que permite por ejemplo que dos cirujanos utilicen el control de voz simultáneamente.
- Control independiente del usuario.
- Silenciador de tonos.
- Baterías de larga autonomía.
- En varios idiomas.



### Sistema de Gestión:

Se encarga del manejo y administración en tiempo real de toda la información, funciones y recursos involucrados en el proceso quirúrgico.

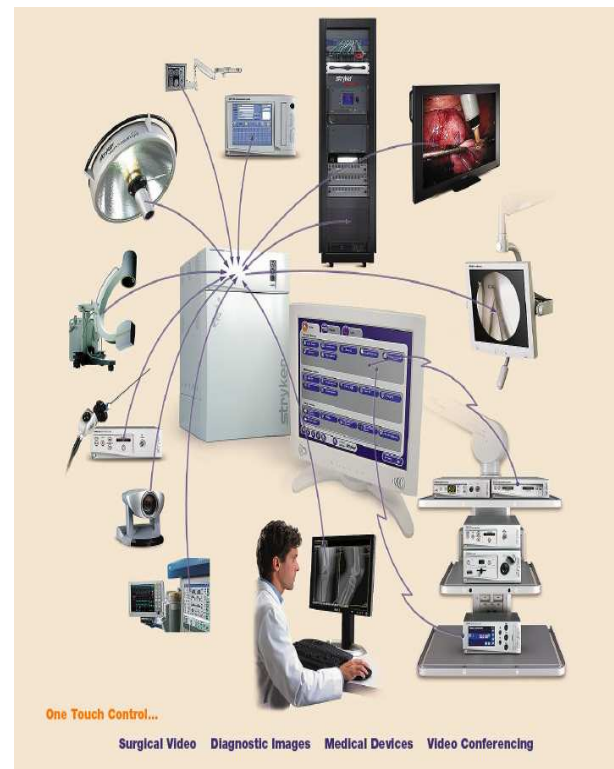
Principales características:

- Registro y grabación digital de: imágenes fijas, secuencias de audio y vídeo, comentarios hablados.
- Almacenamiento y acceso a las historias clínicas electrónicas de los pacientes.
- Medios de almacenamiento: CD-ROM, DVD, Disco Duro, Circuito de Red.
- Formatos de Imágenes: BMP, JPG, TIFF.
- Formatos de Vídeo: MPEG1, MPEG2, MJPEG.
- Formatos de audio: WAV.
- Resolución de imágenes fijas: PAL/NTSC.
- Resolución de secuencias de vídeo.
- Conexión a HL7.
- Conexión a DICOM.
- Conexión a RIS.
- Impresión.
- Edición de informes.

### Sistema de Integración:

Plataforma constituida de hardware y software utilizado para la conexión, compatibilidad y comunicación de los equipos, dispositivos y demás recursos permitiendo la funcionalidad de los sistemas de control y gestión.

Debe tenerse en consideración que la integración comprende tres niveles:



- Primer nivel: la integración se circunscribe únicamente entre los equipos y periféricos existentes dentro del quirófano.
- Segundo nivel (Intrahospitalario): el quirófano se encuentra integrado a nivel Intrahospitalario, es decir ya sea con otros quirófanos y/o unidades funcionales del centro quirúrgico y/o de otros servicios o áreas del hospital tales como Ayuda al Diagnóstico, Patología Clínica, Auditorio, Archivo de Historias Clínicas, etc.
- Tercer nivel (extrahospitalario): Integración con el exterior (otros centros asistenciales, centros de docencia, etc.)

Los recursos del sistema de integración (hardware y software) deben ser compatibles con los protocolos estándares de comunicación DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) y HL7 (Health Level 7) y capacidad de poder integrarse perfectamente con los sistemas de información para Hospitales (HIS, RIS, PACS).

### Dispositivos / Periféricos / Recursos (Hardware/Software)

A continuación se presenta algunas características de los dispositivos, periféricos y recursos más importantes del Sistema de control, gestión e integración:

#### Monitores:



- Compatibilidad con televisión de alta definición (HD).
- Pantalla plana.
- Tipo de monitor: LCD, Plasma.
- Tamaño, dependiendo de la función del mismo (monitor de control, monitor de visualización de imágenes, monitor de panel técnico).
- Resolución.

- Contraste.
- Capacidad de procesar señales de vídeo digitales (SDTV/SDI/HDTV) y analógicas S-VHS, vídeo compuesto y RGB.
- Salidas y entradas VIDEO, S-VIDEO, RGB y HDMI.
- Angulo de visión.

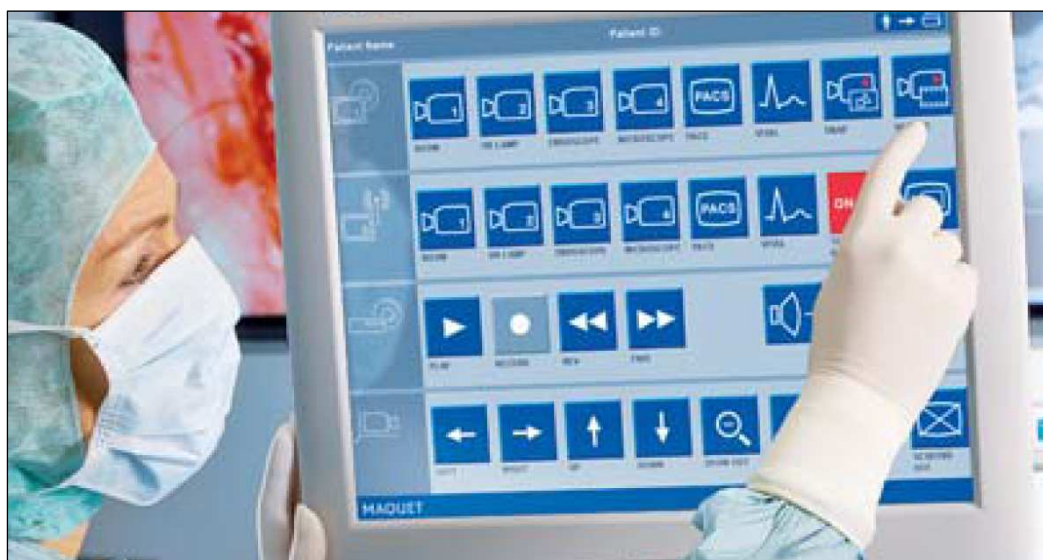
### Unidad de control e integración:

- Capacidad para gestionar los equipos y dispositivos existentes dentro del quirófano.
- Capacidad de configuración personalizada de acuerdo a criterios determinados (usuarios, tipos de intervención, etc.).
- Capacidad para controlar la grabación de datos e imágenes.

- Videorouting de quirófano y comunicación con el resto del hospital.

### Sistema Digitalizador e Integrador con el HIS:

- Recurso informático (software/hardware) para gestión de historiales o informes médicos configurables por el usuario.
- Recurso informático (software/hardware) orientado a la captura y reproducción de imágenes (endoscópicas, ecográficas, radiológicas, etc.).
- Compatible e integrable con los programas o sistemas de información que existan en el hospital.





### Sistema de Codec vídeo y audio IP para comunicaciones:

- Integrable con la red del hospital.
- Capacidad para el control remoto de cámaras y demás equipamiento de vídeo.
- Puerto RS232/485.
- Sistemas de vídeo Estándar PAL y NTSC.
- Entradas de vídeo: BNC, S-Video, Minidin, SDI.
- Capacidad de resolución.
- Codificación de vídeo MPEG-2 MPEG-2, ML@MP, 4:2:0.
- Codificación de audio MPEG-2 MPEG-1, Layer 2.
- Tipos de Stream ISO/IEC 13818-1.
- ISO/IEC 13818-2,3.

- Controles de tono agudos y graves.



### Cámara de televisión robotizada:

- Cámara externa IP.
- Capacidad de maniobrabilidad robotizada.
- Sistema de monitorización en red.
- Resolución.
- Zoom óptico y digital de elevadas prestaciones.
- Longitud de foco (4mm a 74mm).

### Juego de altavoces:

- Amplificador incorporado (autoamplificados).
- Dos entradas de línea como mínimo.

### Grabador / Reproductor DVD:

- Digital.
- Capacidad del disco duro (no menor de 160 Gb).
- Compatible con diferentes formatos: CD-R, CD-RW, DVD-R, DVD+R, DVD-RW y DVD+RW.



El proceso de incorporación de la tecnología en cuestión a nivel institucional implica considerar y desarrollar previamente cada una de las etapas que garanticen el real reordenamiento y así obtener su óptima utilización: Planificación, Diseño Implementación.

### Planificación:

Se define los objetivos clínicos desarrollándose la estrategia para identificar los requerimientos funcionales, infraestructura, estimación presupuestal y el periodo de implementación.

Es fundamental remarcar la importancia de identificar los requerimientos de **infraestructura** implicados en la implementación de un quirófano integrado, sea construcción nueva o una ya existente, en cuyo caso, se debe identificar las deficiencias y medidas correctivas en la infraestructura considerando el alto costo por concepto de este rubro y porque además, si se requiere desarrollar obras de adecuación, remodelación o ampliación en la infraestructura ya existente, implica la paralización parcial o total de las actividades del centro quirúrgico durante un periodo de tiempo considerable dependiendo del grado de intervención. Al respecto, tiene que establecerse el plan de contingencia que contemple estos aspectos.

### Diseño:

En esta etapa se toma en consideración la necesidad clínica, para cuyo efecto se cuenta con la participación de un equipo multidisciplinario de profesionales que validan el diseño, el mismo que debe tener la flexibilidad de adaptarse tal que la infraestructura sea acorde con los actuales conceptos de diseño que aseguren la compatibilidad con los requerimientos estructurales, funcionales y conectividad garantizando la ergonomía, seguridad y eficiencia del sistema.

### Implementación:

Esta etapa contempla varias fases:

- Instalación y configuración del equipamiento.
- Desarrollar inspecciones y chequeos de calidad. Entre las actividades a desarrollarse se incluye el Control de:
  - Pruebas de Instalaciones eléctricas (polaridad, voltaje, tierra física).
  - Pruebas de presión y fugas de las líneas de oxígeno, aire, vacío, N2O, CO2, evacuación de gases.
  - Estructura de montaje del Sistema de Soporte de equipamiento y suministro (Booms).

- Estructura de montaje de lámparas quirúrgicas.
- Estructura de montaje de monitores.
- Líneas eléctricas para el Sistema de Soporte de equipamiento y suministro (Booms).
- Líneas eléctricas para lámparas quirúrgicas.
- Líneas eléctricas para monitores.
- Líneas eléctricas para la estación de documentación.
- Ductos para vídeo.
- Ductos para datos.
- Falso techo.
- Capacitación en el manejo, operación y mantenimiento básico al personal usuario.
- Capacitación en el manejo, operación y mantenimiento especializado en servicio técnico.

Algunas de las ventajas de implementación de los quirófanos integrados:

- Mayor rendimiento y rotación de las salas de operaciones, posibilitando generándose la reducción del embalse quirúrgico.
- Aumento de la disponibilidad de camas hospitalarias, como consecuencia del menor tiempo de hospitalización y menor dolor postoperatorio que reduce el periodo de recuperación.

- Mejora de la ergonomía del ambiente quirúrgico, contribuyendo a la reducción del stress del personal asistencial y por ende a la realización de operaciones de mayor precisión, incrementándose la seguridad para el paciente y el equipo médico.



- Desde el punto de vista tecnológico posibilita la mejora continua en el procedimiento quirúrgico; permite la aplicación de la telecirugía, tales como las endoscopías virtuales.
- Contribuye al mejoramiento de la docencia y capacitación del personal asistencial incrementando la competitividad médica y referencia de atracción para los mejores cirujanos.
- Mejora de la imagen institucional y por tanto el liderazgo en el sector salud a nivel nacional.



### CONCLUSIONES

La concepción de los quirófanos integrados representa un gran potencial para el mejoramiento del nivel resolutivo de las actividades y servicios brindados en el entorno quirúrgico, fundamentalmente porque permite mayor eficiencia en el manejo de los recursos involucrados, mejor adaptación de los equipos al cirujano y mayor optimización del tiempo que demanda una intervención.

*Se invita a las personas interesadas en difundir artículos tecnológicos, tenga a bien remitirlo a la siguiente dirección electrónica:*  
[luroca@essalud.gob.pe](mailto:luroca@essalud.gob.pe)

### Boletín Tecnológico

#### Evaluación de Tecnologías en Salud

#### Boletín N° 29

#### Edición :

Sub Gerencia de Evaluación Tecnológica  
 Gerencia de Planeamiento y Evaluación de Inversiones  
 Oficina Central de Planificación y Desarrollo

#### Comité Editorial :

- Dr. Víctor Espada Yuffra.
- Ing. Max Bonilla Ruiz
- Ing. Carlos Ordóñez Crespo
- Ing. Luis Roca Maza
- Ing. Edgar Vilca Gray

Teléfono : 265-6000 / Anexo 2405

Email: [luroca@essalud.gob.pe](mailto:luroca@essalud.gob.pe)