

*Artículo de Actualización***DISEÑO DE UNA SALA DE CIRUGÍA CON MAQUET OR3D PARA UN ESTABLECI-  
MIENTO DE SALUD***SURGERY ROOM DESIGN WITH MAQUET OR3D FOR A HEALTH INSTITUTION*

Ing. Andrés Fernando Ordoñez Severich (1)

**RESUMEN**

La construcción de hospitales, clínicas y centros de salud en Bolivia actualmente está pasando por un momento de máximo apogeo. Herramientas tecnológicas que permiten realizar el diseño de ambientes especializados están siendo utilizadas alrededor del mundo para evitar que construcciones ya culminadas, deban ser demolidas o modificadas al momento de equiparlas para su funcionamiento, trayendo consigo consecuencias económicas y pérdida de tiempo valioso al servicio de la población.

Es por lo anterior que el objetivo de este trabajo es el de plasmar una propuesta integral que englobe equipamiento, estructura y ergonomía en recintos quirúrgicos acorde a las normas bolivianas.

El presente informe busca proyectar una solución completa a través de recopilación de información referente a equipamiento médico, estudio de normas internacionales y análisis profundo de nuevas tecnologías en software, que permitan por medio de una visualización tridimensional, simular el ambiente completo de quirófano, con el afán de direccionar inversiones y velar por la funcionalidad del futuro ambiente.

**Palabras clave:** Salas de cirugía – Diseño. Maquet OR3D. Salas de cirugía y equipamiento - Normas

**ABSTRACT**

The construction of hospitals, clinics and health centers in Bolivia is currently going through a time of peak. Technological tools that allow the design of specialized

environments are used around the world to prevent that culminated buildings, should be demolished or modified when equipping for operation, bringing economic consequences and valuable time loss to the population service.

It is for this that the objective of this work is to capture a comprehensive proposal encompassing equipment, structure and ergonomic surgical enclosures according to Bolivian standards.

This report seeks to project a complete solution through collection of information regarding medical equipment, study international standards and profound new software technologies that enable through a three-dimensional visualization analysis, simulate the entire environment of the operating room, with the eagerness to address investment and ensure the functionality of the future environment.

**Keywords:** Surgery rooms – Design. Maquet OR3D. Surgery rooms and equipment – Rules.

**INTRODUCCIÓN**

El área de quirófano es un conjunto de locales e instalaciones especialmente acondicionadas y equipadas, selectivamente aisladas del resto del hospital, que constituyen una unidad física y funcionalmente diferenciada, cuya finalidad es ofrecer un lugar idóneo para tratar quirúrgicamente al enfermo (1). El quirófano es una estructura donde se llevan a cabo procedimientos de marcada tecnicidad, donde la prevención de las infecciones debe resultar la princi-

*Páginas 53 a 57*

*Fecha de Recepción: 17/11/15*

*Fecha de Aprobación: 23/11/15*

1. I Titulado de la Carrera de Ingeniería Biomédica, Univalle Cochabamba. andreko182@gmail.com



pal preocupación de todas las personas que trabajan en él, especialmente el paciente.

Es también el centro de actividad de la mayoría de estructuras hospitalarias, no sólo por el volumen de personal asignado sino también por el costo financiero que implica su funcionamiento (2). Su construcción debe someterse a consideraciones de tipo arquitectónico y ambiental para lo cual se hace cada vez más necesaria la utilización de herramientas que permitan un diseño de mayor precisión y de esta manera que comprometan la funcionalidad de dichos ambientes de forma eficaz y eficiente (3).

### MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño de una sala de cirugía con maquet or3d para un establecimiento de salud se constituye en 2 etapas, una de aplicación de la guía nacional de diseño y construcción de establecimientos de salud, y otra del equipamiento y simulación de la salas de cirugía.

#### A) Aplicación de la guía nacional de diseño y construcción de establecimientos de salud.

Según la Guía Nacional de Diseño y Construcción de Establecimientos de Salud, las salas destinadas a operaciones quirúrgicas deben ser tratadas con sumo cuidado por las características de asepsia que deben mantener. En esta se considera lo siguiente:

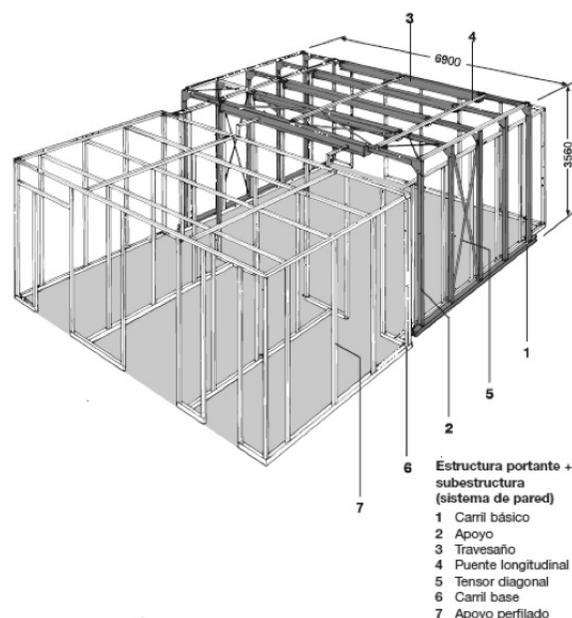
**1) Dimensiones:** La forma más adecuada para las salas de operaciones es la cuadrada. Las dimensiones mínimas serán de 4,80 m x 4,80 m y una altura de 3,00m (4).

**Aplicación:** Se utilizarán como modelo los ambientes de las salas de cirugía del hospital Los Ángeles, los cuales cuentan con una dimensión de 6,9m x 4,9m y una altura de 3,40 m.

**2) Paredes:** Las paredes de las salas de operaciones deberán ser recubiertas con materiales lavables, que además de su durabilidad, ayuden a prevenir el riesgo de infecciones estafilocócicas (4).

**Aplicación:** El sistema de paredes modulares "Variop", compuesto de soportes seccionales a modo de rejilla, se adapta a cualquier situación constructiva. El material es resistente a detergentes de uso corriente en el sector hospitalario, según la lista DGHM (Sociedad Alemana de Higiene y microbiología), desinfectantes, agua y vapor (5) (Figura N° 1).

**Figura N° 1. Subestructura metálica portante**



*Fuente: Instalación de elementos modulares de pared y techos Variop. Septiembre 2009.*

**3) Puertas:** Las puertas deben permitir el tránsito expedito de las camillas (1,20m), pero es preferible disponer otra hoja aunque sea menos ancha (0,60m), para que, en caso necesario, se disponga de una luz total de 1,80 m. No se usarán manijas pero conviene que tengan jaladores en forma de "L" para meter el antebrazo (4).

**Aplicación:** Los cercos de la puerta están fabricados de acero al cromo-níquel de 1,5 mm de grosor y pulidos. Los cantos de cierre están provistos de perfiles hermetizadores (5).

**4) Techos:** Tratándose de un ambiente que requiere la instalación de equipo especial, la estructura del techo debe ser apropiada para colgar lámparas y soportes de techo para los equipos de control del paciente y alimentación eléctrica y de gases a los equipos auxiliares de operación. Se deben tomar las previsiones para dejar anclajes que se fijen con la estructura del edificio, garantizando la seguridad de los equipos (4).

**Aplicación:** En el techo de metal se pueden integrar la iluminación del recinto, el campo de aire adicional de techo, unidades de abastecimiento de techo y pasos de aire. Los casetones pueden ser desmontados individualmente, exceptuando los casetones marginales (5).

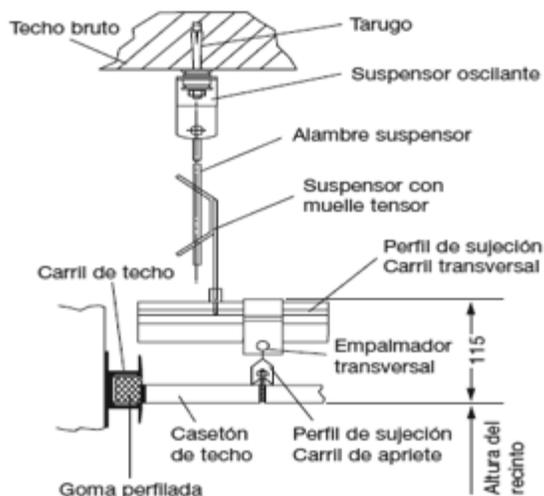




Suspensión:

- Elementos de construcción: Suspensores con muelles tensores.
- Altura de suspensión: graduable de 250 mm – 1100 mm.
- Aseguramiento: Permanente y antideslizante según ajuste (Figura N° 2).

**Figura N° 2. Techo artesonado de metal**



Fuente: El polifacético sistema modular para el sector quirúrgico Variop información técnica. Septiembre 2009.

**5) Piso:** Debe preverse un piso antiestático para evitar la producción de electricidad estática con el consiguiente peligro de explosión por la presencia de gases (4).

**Aplicación:** Estos deben ser fácilmente lavables, resistentes y durables, de superficies lisas, que permita su fácil limpieza, además en las salas de operaciones el piso debe ser de carácter conductor por medida de seguridad, para evitar las cargas electrostáticas (5).

**6) Iluminación:** Se recomienda una iluminación general de 700 lux, para campo operatorio 15.000 lux y 300 lux para áreas complementarias. Operaciones de encendido de luminarias mediante interruptores tipo placa metálica anodizada; de ser posible fabricados especialmente para este tipo de ambientes e instalados a 1,30 m sobre el nivel de piso terminado (4).

**Aplicación:** La tecnología led que se utiliza en las lámparas HLED reduce el calor generado por la energía

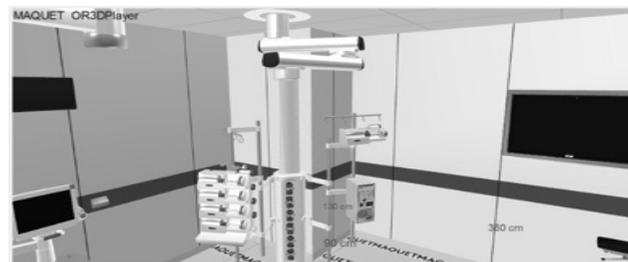
radiante a 3,5 mW/m<sup>2</sup>. Lo cual representa un 10% menor que la tecnología tradicional halógena. La iluminación proporcionada eficiente de 110.000 Lux (5).

**7) Tomas de corriente y redes de gases médicos:** Los tomacorrientes o enchufes comunes trabajarán en 220 V monofásicos, con tomas dobles del tipo euro americano, aislamiento 380 V mínimo y 15 A. Deberán ser del tipo de placa; se recomienda placas de color blanco o anodizado de color adecuado. Todo tomacorriente deberá tener la posibilidad de conectarse a tierra.

Para la dotación de gases médicos se requiere un total de 6 tomas en cada quirófano: 2 tomas de oxígeno, 2 tomas de aire comprimido y 2 tomas vacío y 1 de nitrógeno, estas serán tomas cielíticas. Aparte, serán necesarias tomas murales las cuales estarán de la siguiente forma: 1 toma de oxígeno, 1 toma de aire comprimido, 1 toma de vacío y 1 toma de nitrógeno (4)

**Aplicación:** Las unidades de servicio de techo son sistemas móviles para las salidas de gases y las tomas de corriente instalados en una torre o columna móvil telescópica anclada en el techo del quirófano dejando dos metros libres desde el nivel de piso terminado (5) (Figura N° 3).

**Figura N° 3. Unidades de servicio de techo**



Fuente: Elaboración propia Maquet OR3D. 2014.

## B) Equipamiento y simulación de las salas de cirugía

Equipamiento según la Guía Nacional de Diseño y Construcción de Establecimientos de Salud:

1. Negatoscopio.
2. Mesa de cirugía.
3. Lámpara operatoria de techo.
4. Monitor de vigilancia de signos vitales.
5. Aspiradora de sangre.
6. Electrobisturí.
7. Equipo de anestesia con ventilación.



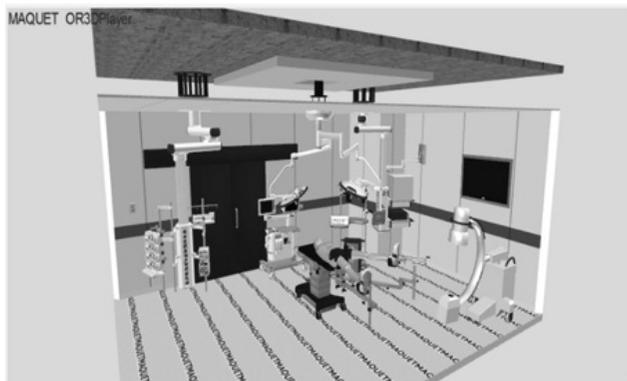


8. Lámpara de emergencia a baterías.
9. Equipo de Rayos X portátil (4).

**Aplicación:** La propuesta que se ofrece para suplir las necesidades requeridas viene de la siguiente manera:

- Sala de cirugía tipo A (Apta para trasplantes, cirugía cardíaca, cirugía ortopédica con prótesis) (Figura N° 4).

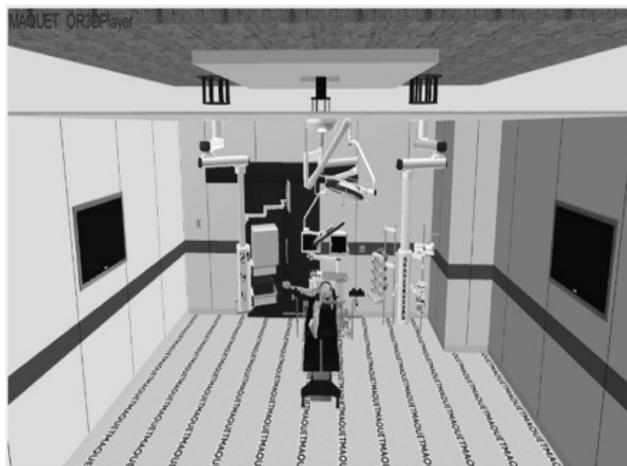
**Figura N° 4. Diseño sala de cirugía tipo A “equipada”**



*Fuente: Elaboración propia Maquet OR3D. 2014.*

- Sala de cirugía tipo B (Apta para cirugías convencionales y de urgencias. Resto de operaciones quirúrgicas) (Figura N° 5).

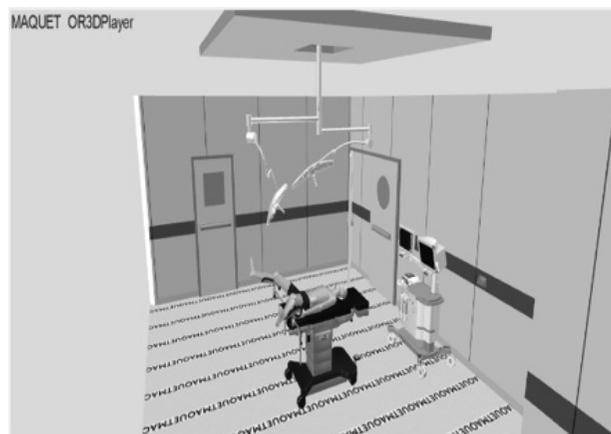
**Figura N° 5. Diseño sala de cirugía tipo B “equipada”**



*Fuente: Elaboración propia Maquet OR3D. 2104.*

- Sala de cirugía tipo C (Apta para cirugías ambulatoria y sala de partos) (Figura N° 6).

**Figura N° 6. Diseño sala de cirugía tipo C “equipada”**



*Fuente: Elaboración propia Maquet OR3D. 2014.*



**PROPUESTA ECONÓMICA****TABLA N°1. Detalle de costos equipamiento de salas**

Nro.	Cant.	Artículo	Sala	Precio total
1	1	Mesa de Cirugía Alphaclassic PRO	A	US\$ 55.257
2	1	Anclaje clásico para lámpara de quirófano	A	US\$ 1.946
3	1	Lámpara de cirugía Maquet HLED	A	US\$ 34.554
4	1	Anclaje para sistema de techo alpha-port	A	US\$ 1.463
5	1	Unidad de servicio de techo alpha-port (Mojado)	A	US\$ 10.965
6	1	Anclaje para sistema de techo alpha-port	A	US\$ 1.463
7	1	Unidades de servicio de techo alpha-port (Seco)	A	US\$ 14.497
8	1	Mesa de Cirugía Alphaclassic PRO	B	US\$ 46.199
9	1	Anclaje clásico para lámpara de quirófano	B	US\$ 1.946
10	1	Lámpara de cirugía Maquet HLED	B	US\$ 34.554
11	1	Anclaje para sistema de techo alpha-port	B	US\$ 1.463
12	1	Unidades de servicio de techo alpha-port (Seco)	B	US\$ 14.497
13	1	Anclaje para sistema de techo alpha-port	B	US\$ 1.463
14	1	Unidad de servicio de techo alpha-port (Mojado)	B	US\$ 10.965
15	1	Mesa de Cirugía Alphaclassic PRO	C	US\$ 39.940
16	1	Anclaje para lámpara de cirugía de cirugía Lucea 100	C	US\$ 1.250
17	1	Lámpara de cirugía Luce Duo 100 V	C	US\$ 13.873
<b>Total:</b>				<b>US\$ 286.297</b>

Fuente: Elaboración propia. 2014.

**RESULTADOS**

Entre los resultados más importantes se pueden destacar:

- Después de analizar los requerimientos solicitados en la Guía Nacional Boliviana de Diseño y Construcción de Establecimientos de Salud, estos fueron aplicados en el diseño y dimensionamiento del equipamiento de los ambientes de quirófano del Hospital Los ángeles de la ciudad de Cochabamba.
- Se logró mejorar la funcionalidad en el diseño y la implementación del equipamiento básico necesario para el correcto funcionamiento del quirófano del hospital utilizado como modelo.
- Se consiguió optimizar el espacio disponible en la sala de cirugía modelo. De esta forma se evitarán contratiempos a la hora de equipar los ambientes.
- Se entregó la propuesta que abarca equipamiento, estructura y ergonomía sin el peligro de que presenten problemas en una futura implementación.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- 1) BOBIS, M., FERNANDEZ, R., GONZALEZ, D. (2009). "El Quirófano". Recuperado el 20 de Enero de 2014. <http://www.veronicabracho.com/wp-content/uploads/2009/09/quiروفano.pdf>.
- 2) MUÑOZ, S. (2008). Fisiología Farmacología y Anestesia. (1era edición). Cali, Colombia.
- 3) BOLIVIA. Guía Nacional de Diseño y Construcción de Establecimientos de Salud Tomo II (Diciembre 2002).
- 4) BUSTOS, J. (2009) Curso de Planificación del Recurso Físico en Salud. Universidad Nacional de Lanús

(UNLa) Asociación Argentina de Arquitectura e Ingeniería Hospitalaria (A.A.D.A.I.H.). Recuperado el 15 de Noviembre de 2013. <http://www.aadaih.com.ar/publicaciones/monografias-09/area-de-internacion.pdf>.

5) QUIRÓFANO HIBRIDO: Soluciones de mano de los expertos (2008). [http://www.maquet.com/content/SurgicalWorkplaces/Documents/Brochures/Internet\\_HYBRID\\_Brochure\\_10000903\\_ES\\_1\\_ALL\\_doublepage.pdf](http://www.maquet.com/content/SurgicalWorkplaces/Documents/Brochures/Internet_HYBRID_Brochure_10000903_ES_1_ALL_doublepage.pdf)