

## Título: LABORATORIO DE PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS 3.

# Anexo 4

### Proyectos de prototipos y ensayos pedagógicos.

Eduardo González Fraile, José Ramón Sola Alonso, José Lanao Eizaguirre, Francisco Javier Blanco Martín, Salvador Mata Pérez, Javier Encinas Hernández, Raquel Hurtado García.

\*Departamento de Teoría de la Arquitectura y Proyectos Arquitectónicos, Escuela Técnica Superior de Arquitectura. UVA

email del coordinador/-a: [egfproye@tap.uva.es](mailto:egfproye@tap.uva.es) [egfraile2@gmail.com](mailto:egfraile2@gmail.com)

PID\_14-15\_LPA 3\_Anexo 4

CURSO 2014-2015

MODULO PROYECTUAL DE ARQUITECTURA TEMÁTICA COMPARADA: Arquitecturas de la Salud

PLAN DE INNOVACIÓN DOCENTE

Director de los trabajos: profesor Salvador Mata Pérez

#### Contextualización

---

En el marco del último nivel de los estudio de Arquitectura, el modulo proyectual propone una observación espacial más concreta y especializada sobre lo que denominamos en el encabezamiento “Arquitecturas de la salud” como seria todos aquellos edificios de pequeña o gran escala que se refieren a la atención sanitaria/asistencial: consultorios, centros de atención primaria, centros de especialidades o grandes conjuntos hospitalarios.

#### Objetivos generales del modulo proyectual

---

- Realizar proyectos básicos y de ejecución, croquis y anteproyectos; proyectos urbanos; de una arquitectura específica.
- Elaborar programas funcionales de edificios y espacios urbanos en el ámbito sanitario
- Analizar, intervenir en y conservar, restaurar y rehabilitar el patrimonio sanitario construido;
- Estudio pormenorizado de barreras arquitectónicas sobre las arquitecturas de la salud
- Ejercer la crítica arquitectónica - espacial sobre realizaciones presentes y del pasado de naturaleza sanitaria.
- Resolver el acondicionamiento ambiental pasivo, incluyendo el aislamiento térmico y acústico, el control climático, el rendimiento energético y la iluminación natural;
- Diseñar y ejecutar trazados urbanos y proyectos de urbanización, jardinería y paisaje; aplicados sobre la base de las normas y ordenanzas urbanísticas.
- Conocer: las teorías generales del área específica, la composición y los tipos arquitectónicos; la historia general de esta arquitectura; los métodos de estudio de los procesos de simbolización, las funciones prácticas y la ergonomía; los métodos de estudio de las necesidades sociales, la calidad de vida, la habitabilidad y los programas básicos de vivienda; la ecología, la sostenibilidad y los principios de conservación de recursos energéticos y medioambientales;
- Conocer: las tradiciones arquitectónicas, urbanísticas y paisajísticas de la cultura occidental, así como de sus fundamentos técnicos, climáticos, económicos, sociales e ideológicos; la estética y la teoría e historia de las bellas artes y las artes aplicadas; la relación entre los patrones culturales y las responsabilidades sociales del arquitecto; las bases de la arquitectura vernácula; la sociología, teoría, economía e historia urbanas aplicadas a la temática sanitaria/asistencial

## Píldoras de conocimiento

---

Se propone a los alumnos la elaboración del sistema de PÍLDORAS DE CONOCIMIENTO, es decir una comunicación breve (de entre 10-20 minutos de duración) sobre un tema muy concreto propuesto por el coordinador de la asignatura, relacionado con los objetivos generales planteados, que incorpora además de la exposición pública en POWER POINT, un texto de referencia y una bibliografía.

Se han elaborado 6 PÍLDORAS DE CONOCIMIENTO que exponemos a continuación:

1. Animalarios: el espacio de investigación dentro en los conjuntos hospitalarios. Alumno: Alejandro González Chamorro.
2. Humanización hospitalaria infantil, o cómo conseguir que un Hospital no lo parezca. Alumna: Katalin Rodríguez Martín
3. Arquitecturas de la salud e industrialización: nomadismo de emergencia. Alumno: Héctor Martín Papperitz.
4. Exploraciones funcionales y tipológicas de los espacios de la salud. Circuitos Límpios y Sucios en los Quirófanos.
5. Diálogo entre Hospital y Ciudad. Componentes y Evolución. Alumna: Sophie Augustin.
6. Redes y tecnologías hospitalarias: robótica y conexiones neumáticas, sus límites. Alumno: Jesús Estébanez Aguilar.

Estas píldoras de Conocimiento han podido ser desarrolladas gracias al siguiente Proyecto de Investigación. Gestión sanitaria y atención sociosanitaria en el marco de la política de I+D+i de la JCyL.

RESOLUCIÓN de 28 de noviembre de 2014, del Presidente de la Gerencia Regional de Salud de Castilla y León, por la que se resuelve la convocatoria de subvenciones para la realización de proyectos de investigación en biomedicina, gestión sanitaria y atención sociosanitaria en el marco de la política de I+D+i de la Junta de Castilla y León. BOCYL nº 235, pág. 81820 viernes, 5 de diciembre de 2014 (Aplicación presupuestaria 05.22.467B01.44028)

PROYECTO PILOTO DE MODULO ASISTENCIAL SANITARIO-NÓMADA, DE CARÁCTER INDUSTRIALIZADO DE PEQUEÑA ESCALA Y AUTOSUFICIENTE (aplicación presupuestaria 05.22.467B01.44028)

Entidad Financiadora: SACYL. Gerencia Regional de Salud. Dirección General de Planificación e Innovación. Junta Castilla y León. Consejería de Sanidad.

Referencia del Proyecto: GES/VA01/14

Entidad Participante: Universidad de Valladolid.

Investigador Principal:	Salvador Mata Pérez
Investigador Colaborador 1:	Eduardo Miguel González Fraile.
Investigador Colaborador 2:	Javier Encinas Hernández.
Investigador Colaborador 3:	Myriam Elena Vizcaíno Bassi
Investigador Colaborador 4:	Stefania Albiero

Partiendo de la idea del nomadismo asistencial, se persigue que la presencia de " lo sanitario" en las pequeñas poblaciones se traduzca en un espacio móvil, seguro, equipado, confortable y representativo; pero también digno, alejado de la convencional imagen de vehículo adaptado.

Se trata de un proyecto novedoso en este ámbito, si bien existen modelos de referencia patentados en otros servicios básicos (biblioteca móvil, tanatorio móvil, UVI móvil).

La diferencia radica en que el consultorio móvil permite amplificar los servicios que se prestan en un consultorio convencional sin incrementar el coste derivado de la dispersión de medios y personas, minimizando, por otro lado, los costes derivados de un servicio móvil de mayor entidad.

Este consultorio móvil podría ofrecer una flexibilidad suficiente para convertirse también en espacio de información médica y campañas de difusión y acoger, de forma periódica, otros servicios sanitarios tales como mamografías, analíticas, etc.



Píldora de  
Conocimiento

# ANIMALARIOS DE INVESTIGACIÓN. SUBCONVICENCIA CON LABORATORIOS

# ÍNDICE

## 1. INTRODUCCIÓN.

QUÉ ES UN ANIMALARIO. EXPERIMENTACIÓN CON ANIMALES. HISTORIA Y CONTROVERSIAS.

## 2. BIOSEGURIDAD

2.1. NIVELES DE BIOSEGURIDAD DE LAS INSTALACIONES PARA LOS ANIMALES (ABSL)

2.2. MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD

A) MATERIALES

B) ACCESOS

C) FLUJOS DE AIRE Y GRADIENTES DE PRESIONES

D) EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

E) PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN

## 3. INSTALACIONES

## 4. EL AMBIENTE

4.1. CONTROL DEL AMBIENTE

4.2. OTROS FACTORES AMBIENTALES

## 5. ANIMALES

5.1. CRÍA

5.2. VIDA

5.3. EXPERIMENTACIÓN

5.4. SACRIFICIO E INCINERADO

5.5. NECESIDADES SOCIALES Y COMPORTAMENTALES DE LOS ANIMALES

## 6. EJEMPLOS

## 7. BIBLIOGRAFÍA

## 1. INTRODUCCIÓN.

### QUÉ ES UN ANIMALARIO. EXPERIMENTACIÓN CON ANIMALES. HISTORIA Y CONTROVERSIAS.

El edificio o parte del mismo donde se tienen los animales destinados a experimentos de laboratorio. El edificio donde se tienen los animales destinados a experimentos de laboratorio se denomina "estabulario" si no hay cría, y "animalario" si la hay.

La finalidad principal de un animalario es la producción y mantenimiento de animales necesarios para el trabajo de los investigadores del Centro.

El Servicio de Animalario y Unidad de Experimentación Animal, es un servicio de apoyo a iniciativas biomédicas de generación, incorporación y difusión del conocimiento científico y técnico, en actividades hospitalarias no clínicas, poniendo a su disposición tanto la información como el espacio físico y la infraestructura tecnológica disponible. Su función es asesorar y colaborar en el diseño y realización de proyectos de investigación, docencia y otras actividades, cuyos procedimientos no utilizan pacientes sino modelos biológicos sustitutos.

El objetivo es, promocionar la investigación, el desarrollo y la formación biomédica, facilitando a los profesionales de la salud los recursos necesarios para el desarrollo de estas iniciativas. El resultado de ello es el avance en la investigación y la consolidación de líneas, tanto del Plan Estratégico de Investigación del Sistema Nacional de Salud (SNS) como del Plan Estratégico de Investigación del centro.

La experimentación con animales o "experimentación in vivo" o "vivisección" es el uso de animales en experimentos científicos. Se calcula que cada año se utilizan entre 50 y 100 millones de animales vertebrados (desde peces cebra hasta primates no humanos).

La mayoría de animales son sacrificados después de usarlos en un experimento. El origen de los animales de laboratorio varía entre países y especies; mientras que la mayoría de animales son criados expresamente, otros pueden ser capturados en la naturaleza o suministrados por vendedores que los obtienen de subastas en refugios.

El Animalario tiene como funciones:

- Facilitar todas las actividades que impliquen el uso de animales de experimentación.
- Promover el buen uso, cuidado y bienestar de los animales con fines de investigación, docencia y otras actividades científicas. Asesoramiento a los usuarios sobre animales de laboratorio, asegurando el cumplimiento normativo respecto a la protección de los animales utilizados con fines experimentales.
- Suministrar animales criados en el propio centro o en su caso, obtenidos de centros suministradores autorizados.
- Proporcionar el lugar, las condiciones y requerimientos necesarios, tanto generales como especiales, para la realización de proyectos de investigación con animales, aportando la infraestructura necesaria para la obtención de muestras de modo que permita la realización de experimentos en condiciones adecuadas. Ayuda técnica y disponibilidad del personal técnico para llevar a buen fin la investigación en curso.
- Asegurar el cumplimiento de las normas de funcionamiento interno como requisito para el acceso a las instalaciones y el uso de animales.
- Favorecer y apoyar la consecución del adecuado grado de preparación y formación por parte de las personas que van a trabajar con animales.

Hay que proporcionar a los animales un alojamiento cómodo, higiénico y de dimensiones suficientes, así como agua y comida de buena calidad y en cantidad suficiente. Al final del experimento habrá que sacrificarlos con el procedimiento menos cruel posible.

Los animales se han usado repetidamente a lo largo de la historia de la investigación biomédica. Las primeras referencias se encuentran en escritos griegos en los siglos II y IV AC.

En el siglo XIX se empezaron a obtener grandes logros en la medicina, con el estudio y experimentación con animales tanto vivos como muertos. Incluso en 1957 la perra Laika se convirtió en el primer animal en orbitar la Tierra.

La habilidad humana evolucionó hasta tal punto que pudo modificar la genética de los animales, hasta que en 1974 se crearon los primeros mamíferos transgénicos, y en 1996 se clonó al primer mamífero, la oveja Dolly, a partir de una célula adulta.

Con la misma velocidad que evolucionaba la ciencia gracias a la experimentación "in vivo", también lo hacían las críticas y la controversia, que empezaron a manifestarse en el siglo XVII, con argumentos éticos que afirmaban que el beneficio de los humanos no justificaba el daño a los animales.

Esas tempranas objeciones a la experimentación con animales también venían desde otra perspectiva; mucha gente creía que los animales eran inferiores a los humanos y, por lo tanto, distintos, y los resultados obtenidos de animales no podían aplicarse a los humanos.

En el otro lado del debate, aquellos a favor de la experimentación con animales sostenían que dichos experimentos eran necesarios para el avance del conocimiento médico y biológico, y definieron la experimentación animal como una parte del método científico.

En 1822, se promulgó la primera *ley de protección de los animales* en el parlamento británico, seguida en 1876 por el "Acta de la crueldad hacia los animales", la primera ley cuyo objetivo específico era regular la experimentación con animales, que fue promovida por [Charles Darwin](#).

La utilización de los animales en la investigación conlleva una serie de responsabilidades, esto con el fin de lograr una buena práctica con los mismos, para ello es necesario establecer una serie de normas o reglamentaciones. Entre las principales legislaciones destacan:

- Animal Welfare Act, en el año de 1966 en USA
- Cruelty to Animals Act, en el año de 1976 en Inglaterra
- Good Laboratory Practice, en el año de 1978 en USA
- Ethical Principles and Guidelines for Scientific Experiments on Animals, en el año 1978 en Suiza

Además de dichas reglamentaciones algunos organismos internacionales han llegado a tomar parte del fenómeno, tal es el caso de la OMS (Organización Mundial de la Salud) y la UNESCO, integrando así "International Guiding Principles for Biomedical research Involving Animals". Sin embargo cabe señalar que también se ha dado el caso de organizaciones sin protección gubernamental quienes luchan por la defensa de los animales.

El 19 de marzo de 2013, España aplicó una nueva ley que prohíbe la experimentación animal con fines estéticos.

Los defensores de los derechos de los animales se oponen a la experimentación animal, argumentando que existen alternativas a la experimentación con animales y motivos éticos.

En Europa la Directiva 15/2003 prohibió la comercialización de productos cosméticos experimentados en animales siempre y cuando no cumplan con las normas establecidas. Esta misma Directiva regula los

requisitos que han de cumplir los productos cosméticos para poder declarar que no han sido experimentados en animales. No obstante, podrán utilizarse animales para su experimentación mientras que no exista otra alternativa. En éste caso, el número de animales requeridos para el estudio debe llevarse al mínimo posible, siempre seleccionando el método de trabajo que cause en el animal el mínimo dolor, angustia o sufrimiento.



## 2. BIOSEGURIDAD

La **garantía de bioseguridad** pretende asegurar que el mantenimiento ecológico de tanto plantas como animales es preservado. Esto engloba hábitats naturales, paisajes, actividades empresariales (en especial la agricultura) y asuntos del estilo de peligros como la guerra bacteriológica o epidemias. Suele conocerse simplemente por el término **Bioseguridad**.

Es el conjunto de medidas y normas preventivas, destinadas a mantener el control de factores de riesgo laborales procedentes de agentes biológicos, físicos o químicos, logrando la prevención de impactos nocivos frente a riesgos propios de su actividad diaria, asegurando que el desarrollo o producto final de dichos procedimientos no atenten contra la seguridad de los trabajadores de la salud, animales, visitantes y el medio ambiente.

Por motivos de seguridad, los animales deben estar alojados en un local independiente, separado del laboratorio. Si se trata de un local contiguo, deberá estar construido de tal modo que sea posible aislarlo de las partes públicas del laboratorio en caso de necesidad, así como para las operaciones de descontaminación y desinfección.

### 2.1. NIVELES DE BIOSEGURIDAD DE LAS INSTALACIONES PARA LOS ANIMALES (ABSL)

Al igual que los laboratorios, los animalarios pueden clasificarse en cuatro niveles (ABSL) de bioseguridad, con arreglo a una evaluación del riesgo y al grupo de riesgo al que pertenecen los microorganismos investigados:

**ABSL-1:** este nivel es el apropiado para mantener a la mayoría de los animales después de la cuarentena (salvo los primates no humanos, respecto de los cuales debe consultarse a las autoridades nacionales) y para los animales que son inoculados deliberadamente con agentes del grupo de riesgo 1. Se necesitan técnicas microbiológicas apropiadas.

El director del animalario debe determinar las políticas, procedimientos y protocolos para todas las operaciones, así como para el acceso al animalario. Se instituirá un programa apropiado de vigilancia médica para el personal y se preparará y adoptará un manual de seguridad de las operaciones.

Requisitos:

- Alojamiento cómodo y de dimensiones suficientes
- Acceso restringido, ropa y guantes protectores

**ABSL-2:** Este nivel es apropiado para el trabajo con animales a los que se inoculan deliberadamente microorganismos del grupo de riesgo 2.

Requisitos:

- Se colocarán señales de advertencia del peligro biológico en las puertas y otros lugares apropiados.
- El local estará diseñado de modo que sea fácil de limpiar y mantener.
- Las puertas deben abrirse hacia dentro y cerrarse solas.
- La calefacción, la ventilación y la iluminación deben ser apropiadas.
- El acceso se limitará a las personas autorizadas.
- Si hay ventanas, estas serán seguras, irrompibles y, si se pueden abrir, llevarán rejillas a prueba de artrópodos.
- Si se instala ventilación mecánica, el flujo de aire debe dirigirse hacia dentro. El aire utilizado se evacuará al exterior y no se reciclará a ninguna otra parte del edificio.

- Descontaminación de desechos y jaulas antes del lavado.
- Las superficies de trabajo habrán de ser descontaminadas con desinfectantes eficaces después del trabajo.
- No se admitirá ningún animal distinto de los utilizados con fines experimentales.
- El material de los lechos de los animales se eliminará de modo que se reduzca al mínimo la producción de aerosoles y polvo.
- Existirá un programa de lucha contra artrópodos y roedores.
- CSB (cámaras de seguridad biológica) de clase I o II para las actividades que producen aerosoles
- El material destinado al tratamiento con autoclave o a la incineración debe transportarse sin riesgo en recipientes cerrados.
- Los cadáveres de los animales serán incinerados.
- En el local se utilizará ropa y equipo de protección, que se retirará a la salida.
- Se instalarán lavabos y el personal se lavará las manos antes de salir del animalario.

**ABSL-3:** Este nivel es apropiado para trabajar con animales que son inoculados deliberadamente con agentes incluidos en el grupo de riesgo 3, o cuando así lo indique la evaluación del riesgo. Todos los sistemas, prácticas y procedimientos habrán de ser revisados y certificados nuevamente una vez al año.

- Requisitos:
- Deben cumplirse todos los requisitos correspondientes a los animalarios de los niveles de bioseguridad 1 y 2.
- El acceso debe estar estrictamente controlado.
- El animalario estará separado de otros locales del laboratorio destinados a animales, por dos puertas que formen un vestíbulo o antesala.
- En el vestíbulo se instalarán duchas y lavabos.
- Habrá que disponer de ventilación mecánica que asegure un flujo continuo de aire en todos los locales. El aire de salida pasará por filtros HEPA antes de ser evacuado a la atmósfera sin ningún tipo de recirculación. El sistema estará diseñado de tal modo que impida el flujo de retorno accidental y que haya una presión positiva en todas partes del animalario.
- Las ventanas estarán herméticamente cerradas y serán resistentes a la rotura.
- Se dispondrá de una autoclave situada en un lugar cómodo respecto del alojamiento de los animales y donde el riesgo biológico esté contenido. Los residuos infecciosos se tratarán en la autoclave antes de trasladarlos a otros lugares de la instalación.
- Se dispondrá de un incinerador de fácil acceso en la instalación o se tomarán otras disposiciones al mismo efecto con las autoridades competentes.
- Los animales infectados con microorganismos del grupo de riesgo 3 estarán alojados en jaulas aisladas o en locales con salidas de ventilación situadas detrás de las jaulas.
- Los lechos de los animales tendrán el mínimo polvo que sea posible.
- CSB y ropa protectora especial para todas las actividades.
- Se ofrecerá al personal la posibilidad de inmunizarse, si procede.

**ABSL-4:** El trabajo que se realice en estas instalaciones normalmente guardará relación con el del laboratorio de contención máxima – nivel de bioseguridad 4, y habrá que armonizar las normas y los reglamentos nacionales y locales para aplicarlos a ambos tipos de instalaciones. Para el trabajo en

laboratorios que requieren trajes especiales se utilizarán prácticas y procedimientos especiales, además de los que se describen a continuación.

- Requisitos:
- Se cumplirán todos los requisitos de los animalarios de los niveles de bioseguridad 1, 2 y 3.
- El acceso estará estrictamente controlado; sólo tendrá autorización para entrar el personal designado por el director del establecimiento.
- Ninguna persona deberá trabajar sola: se aplicará la regla de las dos personas.
- El personal habrá recibido el máximo nivel posible de formación en microbiología y estará familiarizado con los riesgos que entraña su trabajo y las precauciones necesarias.
- Las zonas en las que se alojen los animales infectados con agentes del grupo de riesgo 4 mantendrán los criterios de contención descritos y aplicados en los laboratorios de contención máxima
- Se entrará en la instalación por un vestíbulo de cierre hermético cuya parte limpia estará separada de la parte restringida por las instalaciones de cambio de ropa y duchas.
- El personal deberá quitarse la ropa de calle al entrar y ponerse ropa protectora especial. Después del trabajo se quitará la ropa, la separará para ser tratada en autoclave, y se duchará antes de salir.
- La instalación estará ventilada por un sistema de evacuación de aire con filtros HEPA que asegure una presión negativa (flujo de aire hacia el interior).
- El sistema de ventilación estará diseñado de modo que impida el flujo de retorno y la presurización positiva.
- Para el intercambio de materiales se dispondrá de una autoclave de doble puerta con el extremo limpio situado en una sala exterior a las salas de contención.
- Para el intercambio de materiales que no puedan ser tratados en la autoclave se dispondrá de una caja de paso con cierre hermético cuyo extremo limpio estará situado fuera de salas de contención.
- CSB de clase III o trajes de presión positiva. Ducha a la salida. Descontaminación de todos los desechos antes de su salida de las instalaciones.
- Se someterá al personal a vigilancia médica.

Los laboratorios de nivel de bioseguridad 3 y 4, son laboratorios de contención destinados a trabajar con agentes biológicos que representan un alto riesgo individual de contagio y que potencialmente pueden ser mortales.

Disponen de unas instalaciones específicas, cuya principal característica es que aseguran la direccionalidad del flujo de aire hacia el laboratorio y que cumplen con los criterios necesarios, para que puedan ser aplicables los requisitos de descontaminación necesarios.

El aire de aportación al laboratorio, debe estar exento de partículas, por lo tanto debe ser filtrado con filtros HEPA y la recirculación del mismo, solo es posible dentro del mismo laboratorio.

Para ello los laboratorios tienen una estructura característica, con una entrada con un sistema de esclusa, vestuario, zona de descontaminación y acceso al laboratorio.

Las instalaciones deben validarse antes de iniciar su funcionamiento, o validación inicial, tras operaciones de mantenimiento que requieran una parada global del sistema y de forma anual para verificar que se cumplen las condiciones iniciales de funcionamiento.

Los parámetros fundamentales son:

- Direccionalidad del flujo de aire
- Cálculo de presiones diferenciales
- Cálculo de caudales y renovaciones

- Validación de los filtros HEPA
- Clasificación de las salas según la ISO 14644-1. Clasificación de la limpieza del aire
- Temperatura y Humedad relativa
- Verificación de las esclusas

Todos los laboratorios de diagnóstico y de atención de salud (salud pública, clínicas u hospitales) deben estar diseñados para cumplir, como mínimo, los requisitos del nivel de bioseguridad 2.

En lo que respecta a los agentes patógenos que van a utilizarse en el laboratorio de animales, hay que tener en cuenta los siguientes factores:

1. La vía normal de transmisión.
2. Los volúmenes y las concentraciones que van a manejarse.
3. La vía de inoculación.
4. En su caso, la vía de excreción de los agentes.

En cuanto a los animales que van a usarse en el laboratorio, los factores que hay que tener en cuenta son los siguientes:

1. El carácter de los animales, es decir, su grado de agresividad y tendencia a morder o arañar.
2. Sus endoparásitos y ectoparásitos naturales.
3. Las zoonosis a las que son susceptibles.
4. La posible diseminación de alérgenos.

Como en el caso de los laboratorios, los requisitos relativos a las características de diseño, el equipo y las precauciones son cada vez más estrictos a medida que aumenta el nivel de seguridad. Esos requisitos se describen a continuación. Las directrices son acumulativas; es decir, cada nivel incorpora los requisitos de los niveles inferiores.

**INVERTEBRADOS:** Como en el caso de los vertebrados, el nivel de bioseguridad de las instalaciones para estos animales vendrá determinado normalmente por el grupo de riesgo del agente estudiado o según lo que indique la evaluación del riesgo. No obstante, con ciertos artrópodos, en particular los insectos voladores, se necesitan además algunas precauciones especiales:

- Requisitos:
- Se dispondrá de locales distintos para los invertebrados infectados y no infectados.
- Esos locales podrán sellarse para ser fumigados.
- Se dispondrá con facilidad de pulverizadores de insecticidas.
- Se dispondrá de instalaciones de «enfriamiento» para reducir, cuando sea preciso, la actividad de los invertebrados.
- El acceso se hará a través de un vestíbulo provisto de mosquiteras en las puertas y trampas para insectos.
- Todos los conductos de salida de la ventilación y las ventanas que puedan abrirse estarán equipados con mosquiteras.
- No se permitirá que se sequen los sifones de los fregaderos y desagües.
- Todos los residuos se descontaminarán en la autoclave, ya que algunos invertebrados son resistentes a algunos insecticidas.
- Se controlará el número de larvas y formas adultas de artrópodos voladores, reptadores y saltadores.
- Los recipientes para garrapatas y ácaros se depositarán en cubetas con aceite.
- Los insectos voladores infectados o potencialmente infectados se albergarán en jaulas de doble malla.
- Los artrópodos infectados o potencialmente infectados se manipularán en CSB o cámaras aislantes.

## 2.2. MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD

Imaginemos un área de bioseguridad como un compartimento estanco, en cuyo interior se encuentran microorganismos patógenos que no podemos permitir que salgan al exterior por ningún medio. Para ello este área debe estar diseñada y construida de forma que permita trabajar con agentes infecciosos de riesgo asociados con enfermedades humanas graves o letales así como con enfermedades de riesgo para la cabaña ganadera, de un modo completamente seguro para el personal que en él trabaja y para la comunidad que lo rodea.

Para impedir la salida de estos agentes contamos con una serie de medidas de bioseguridad tanto estructurales, como de funcionamiento y, de buenas prácticas de trabajo.

### A) MATERIALES

Las paredes están construidas con el denominado “panel farmacéutico” (poliestireno extruido recubierto con chapa de acero) que es un material inerte con las juntas selladas tanto externa como internamente.

Los suelos son de PVC, excepto en la zona de animalario que están recubiertos de resina epoxi para conseguir una mayor resistencia.

Los acabados se realizarán mediante molduras cóncavas que facilitan la limpieza y evitan la acumulación de polvo y suciedad.

### B) ACCESOS

Todos los accesos al laboratorio de contención se hacen a través de puertas estancas, de tal manera que permitirá un control eficiente de vectores y se podrá precintar para permitir su desinfección cuando sea necesario. Así mismo, las puertas son enclavadas y de cierre automático, de tal manera que se evita la apertura de más de una puerta a la vez, impidiéndose poner en comunicación distintas zonas de riesgo.

El acceso a las áreas de distinto nivel de bioseguridad se realiza a través de 3 accesos o SAS (“Safety Access System”)

- Entrada de personas
- Entrada de animales
- Entrada de material

**ENTRADA DE PERSONAS:** el acceso está autorizado solamente a personal especialmente entrenado para trabajar en estas condiciones de seguridad biológica, previo reconocimiento médico obligatorio y adopción de las medidas preventivas específicas frente al microorganismo con el que van a trabajar (vacunas, etc.).

En el caso de que tengan que entrar visitas especiales o técnicos de mantenimiento de equipos o instalaciones ajenos al centro, siempre contarán con la aprobación del Servicio de Calidad y Bioseguridad (SCB) y serán acompañados por personal autorizado durante toda la estancia. Además firmarán un compromiso de cuarentena obligatorio que implica que durante los tres días siguientes de haber accedido al laboratorio de contención, han de guardar cuarentena en cuanto a la visita y contacto con animales en granjas, ferias de ganado, zoos, animalarios, etc.

Antes de entrar diariamente el personal firmará un registro de acceso. Desde este momento hasta su salida, tanto el personal de bioseguridad como las personas que vayan a trabajar dentro estarán en continua comunicación con los walkie-talkies correspondientes. Cuando se finalice la jornada se firmará el registro de salida de personal. Siempre se trabajará en pareja.

Existe un único acceso para el personal. En la puerta además de la señal de peligro biológico aparecerá el nombre del responsable del laboratorio.

Para acceder desde el exterior, a un área de bioseguridad 3 o 4, habrá que cumplir un protocolo antes de llegar al pasillo de distribución. Ver a continuación protocolos de actuación.

**ENTRADA DE MATERIAL:** la entrada de materiales y muestras al laboratorio se realiza a través del SAS BIOLÓGICO. Las muestras deben ir acompañadas de un boletín de entrada donde se indique el procedimiento de trabajo específico que hay que aplicar. Los contenedores primarios de las muestras sólo se abrirán en las cabinas de bioseguridad.

El SAS BIOLÓGICO realiza un tratamiento de desinfección química en superficie. El tipo de tratamiento, tipo de desinfectante, así como la concentración y duración, son programables. Dispone de un sistema de enclavamiento, que impide la apertura de ambas puertas a la vez.

Los residuos sólidos, así como todo el material que sea necesario sacar del área, serán tratados en el SAS Biológico o en el autoclave para su descontaminación.

El SAS Biológico realiza un tratamiento químico por contacto y El Autoclave realiza un tratamiento térmico con vapor a presión.



## C) FLUJOS DE AIRE Y GRADIENTES DE PRESIONES

Para garantizar la seguridad y no permitir la salida de agentes patógenos, se garantizará una direccionalidad del flujo de aire mediante presiones diferenciales:

**-FLUJOS DE AIRE:** cuando entre dos partículas en movimiento existe gradiente de velocidad, o sea que una se mueve más rápido que la otra, se desarrollan fuerzas de fricción que actúan tangencialmente a las mismas.

Las fuerzas de fricción tratan de introducir rotación entre las partículas en movimiento, pero simultáneamente la viscosidad trata de impedir la rotación. Dependiendo del valor relativo de estas fuerzas se pueden producir diferentes estados de flujo.

Cuando el gradiente de velocidad es bajo, la fuerza de inercia es mayor que la de fricción, las partículas se desplazan pero no rotan, o lo hacen pero con muy poca energía, el resultado final es un movimiento en el cual las partículas siguen trayectorias definidas, y todas las partículas que pasan por un punto en el campo del flujo siguen la misma trayectoria. Este tipo de flujo se denomina "**laminar**", queriendo significar con ello que las partículas se desplazan en forma de capas o láminas.

Al aumentar el gradiente de velocidad se incrementa la fricción entre partículas vecinas al fluido, y estas adquieren una energía de rotación apreciable, la viscosidad pierde su efecto, y debido a la rotación las partículas cambian de trayectoria. Al pasar de unas trayectorias a otras, las partículas chocan entre sí y cambian de rumbo en forma errática. Éste tipo de flujo se denomina "**turbulento**".

**FLUJO LAMINAR:** Las partículas se desplazan siguiendo trayectorias paralelas, formando así en conjunto capas o láminas de ahí su nombre, el fluido se mueve **sin que haya mezcla significativa de partículas de fluido vecinas** (por eso se usan en laboratorios). Este flujo se rige por la ley que relaciona la tensión cortante con la velocidad de deformación angular.

La viscosidad del fluido es la magnitud física predominante y su acción amortigua cualquier tendencia a ser turbulento.

**Las personas que estén trabajando dentro de una cabina de flujo laminar, no deberán realizar movimientos bruscos para no alterar este estado del aire.**

La razón por la que un flujo puede ser laminar o turbulento tiene que ver con lo que pasa a partir de una pequeña alteración del flujo, una perturbación de los componentes de velocidad. Dicha alteración puede aumentar o disminuir. Cuando la perturbación en un flujo laminar aumenta, cuando el flujo es inestable, este puede cambiar a turbulento y si dicha perturbación disminuye el flujo continua laminar.

Existen tres parámetros físicos que describen las condiciones de flujo, estos son:

- Escala de longitud del campo de flujo. Si es bastante grande, una perturbación del flujo podría aumentar y el flujo podría volverse turbulento.
- Escala de velocidad. Si es bastante grande podría ser turbulento el flujo.
- Viscosidad cinemática. Si es pequeña el flujo puede ser turbulento.

Las cabinas de **flujo laminar horizontal** son adecuadas para una buena protección del producto, pero no para el trabajo con materiales peligrosos o con algún tipo de riesgo pues el operador queda completamente expuesto.

En las cabinas de **flujo laminar vertical**, se consigue una buena protección del producto, y, dependiendo de su diseño se puede aumentar la protección del operador. Son por ello más adecuadas para el trabajo con agentes peligrosos.

En el caso de que el proceso no requiera una laminaridad en el flujo de aire pero sí un correcto barrido de una zona localizada, se puede optar por un módulo de flujo turbulento, con un importante ahorro en el coste inicial.

**-GRADIENTE DE PRESIONES:** es como se denomina a la diferencia de presión entre dos puntos. En principio digamos que la atmósfera, al ser un fluido y no encontrarse aislado de su entorno, no es una masa homogénea y su forma varia. De esta manera la presión atmosférica se distribuye de manera desigual por todo el espacio. Esa diferencia entre diferentes puntos de la superficie es el gradiente.

El aire se desplaza de las zonas de alta presión a las de baja presión. Este desplazamiento de un volumen de aire da lugar al viento, que es el aire en movimiento. A mayor gradiente, mayor velocidad del viento.

En una atmósfera estándar, el aumento de la temperatura en una determinada masa de aire provocaría una menor densidad del aire, al calentarse parte de sus componentes y si bien la masa de aires tendría mayor volumen, su peso sería menor.

En los laboratorios y animalarios existe un sistema de climatización que asegura un gradiente de presión negativa de forma que no hay flujo de aire entre el área de trabajo y el medio ambiente externo. Todo el aire es filtrado a la entrada y a la salida de las distintas salas a través de filtros absolutos HEPA.

Existe un climatizador exterior de dos extractores para que en caso de fallo del motor del extractor que esté en funcionamiento arranque inmediatamente el de reserva. De esta se forma, ante un posible fallo, se asegura el sistema de depresión en el área de bioseguridad. El aparato trabaja con todo aire exterior, no hay recirculación. Todo el sistema de climatización es automático, está monitorizado y controlado.

Todos los filtros HEPA se probarán y certificarán por una empresa autorizada al menos una vez al año. El sistema bag-in bag-out permite la descontaminación de los filtros in situ antes de retirarlos.

Todas las puertas del área de bioseguridad deberán permanecer siempre cerradas para poder mantener los niveles de depresión. Quedando prohibido obstruir entradas y salidas de aire dentro de los laboratorios y boxes.

### **MEDICIÓN DE PRESIONES DIFERENCIALES Y DIRECCIONALIDAD DEL FLUJO DE AIRE**

Se determinará mediante micromanómetro, o cualquier instrumento adecuado, el diferencial de presión entre áreas adyacentes, teniendo en cuenta que dicho valor se recomienda en -15 Pa, como mínimo.

La direccionalidad del aire, permite verificar que el flujo de aire se dirige en forma correcta de acuerdo al diseño y a los requerimientos normativos. Se debe tener presente que en las áreas de contención el flujo será negativo, es decir hacia adentro del área, para evitar que la contaminación se disipe a los locales adyacentes.

Se trata de que el aire circule de las zonas no contaminadas a las más contaminadas, mediante presiones diferenciales, manteniendo en las primeras la presión más baja que en las segundas, garantizando la direccionalidad del flujo de aire, evitando que así los agentes patógenos salgan de las zonas contaminadas.

**D) EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI):** la vestimenta y el equipo de protección personal pueden actuar como barrera para reducir al mínimo el riesgo de exposición a aerosoles, salpicaduras e inoculación accidental. Las prendas de vestir y el equipo que se seleccionen dependen de la naturaleza del trabajo que se realice. En el laboratorio los trabajadores llevarán ropa protectora que deberán quitarse antes de abandonar el laboratorio.

Elementos de protección personal utilizados en laboratorios: batas y monos de laboratorio; delantales de plásticos; calzado con puntera cerrada; gafas de máscara con protección lateral; gafas de seguridad; viseras que protegen todo el rostro y se retiran fácilmente en caso de accidente; mascarillas respiratorias que pueden tener purificadoras de aire, de cara entera o media cara, purificadoras de aire eléctricas; con suministro de aire...; guantes de diversos materiales.



**E) PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN:** Todas las actuaciones que se lleven a cabo en las dependencias del animalario estarán reguladas mediante PNTs (protocolos normalizados de trabajo). Estos protocolos estarán a disposición de los usuarios y serán de cumplimiento obligatorio por todos ellos.

Para acceder desde el exterior, a un área de bioseguridad 3 o 4, habrá que cumplir un protocolo antes de llegar al pasillo de distribución: comenzando por los vestuarios externos, a continuación las duchas de acceso, y para finalizar los vestuarios internos.

#### ACCESO A TRAVÉS DE VESTUARIOS EXTERNOS:

-Entrada: en los vestuarios externos se dejará la ropa de calle, objetos personales (anillos, pendientes, etc.) y las gafas y/o lentillas. Es conveniente disponer de otras gafas de uso exclusivo para trabajar en este laboratorio. Si esto no es posible será obligatorio descontaminarlas en una solución desinfectante (ácido acético diluido) antes de abandonar el lugar de trabajo.

-Salida: el personal podrá volver a vestirse con su ropa y objetos personales a la salida en el vestuario externo.

#### DUCHAS DE ACCESO

-Entrada: El personal accederá desnudo al vestuario interno a través de las duchas.

-Salida: para salir del laboratorio de nivel de bioseguridad 3, todo el personal está obligado a tomar una ducha de al menos 3 minutos, enjabonándose cabeza y cuerpo. Una vez finalizado el protocolo de descontaminación, accederá al vestuario externo a través de la ducha.

**VESTUARIOS INTERNOS:**

-Entrada: a los vestuarios internos se accede a través de las duchas. En este vestuario se procede a vestirse con la ropa básica de trabajo que incluye pijama, ropa interior desechable, calcetines y zuecos.

-Salida: una vez finalizado el trabajo el personal se dirigirá al vestuario interno donde se desvestirá. La ropa (calcetines, pijama) se depositará en contenedores especiales para su descontaminación y posterior lavado.

Una vez en el pasillo, la persona se debe dirigir al laboratorio o área específica en el que esté trabajando.

Una vez finalizado el trabajo, antes de salir del área de bioseguridad, el personal se dirigirá al baño y cumplirá con el siguiente protocolo obligatorio: sonarse la nariz, enjuagar la boca, esputar y limpieza cuidadosa de manos y uñas.

Si el animalario trabaja con distintas especies animales por lo que tiene varios boxes, en la puerta de cada box, se indicará quien es el responsable de la experiencia que se esté realizando y las condiciones especiales para entrar: uso de mascarilla, necesidad de inmunización, etc.

Los animales en los boxes en ningún caso estarán en libertad, ya que podrían dañar los paneles.

Cada box dispone de una entrada de personal, vestuario externo, ducha y vestuario interno. La persona se desnudará en el vestuario externo (dejando el pijama que se ha puesto para trabajar en el laboratorio de contención), atravesará la ducha y accederá al vestuario interno, donde se pondrá la ropa específica del animalario con el fin de evitar contaminaciones cruzadas. Se emplearán monos de una pieza con capucha, guantes protectores, mascarilla con filtro apropiado, gafas de seguridad y botas.

A la salida del box se dejará la ropa del animalario en una bolsa de autoclave para su descontaminación. Se duchará para salir.

El material destinado al tratamiento con autoclave o a la incineración debe transportarse sin riesgo en recipientes de residuos biopeligrosos. Además estos recipientes se descontaminarán superficialmente en el SAS de cada Box con desinfectantes apropiados para cada caso.

Los cadáveres de los animales serán incinerados. Para sacarlos del box se introducirán en los contenedores de biosanitarios siguiendo los mismos pasos descritos en el punto anterior.

### 3. INSTALACIONES

Las personas que trabajan en el animalario tienen el acceso prohibido a los laboratorios y zonas técnicas.

**ÁREAS DE ANIMALES:** las dependencias donde se mantienen o crían los animales de experimentación (ratón, rata, conejo, cerdo, oveja...) con jaulas y racks convencionales para roedores y conejos.

**ÁREAS DE SERVICIOS:**

**A) LABORATORIOS DE EXPERIMENTACIÓN/INVESTIGACIÓN:** la ubicación de estas salas es contigua a las áreas de animales.

- Quirófano de Cirugía y Microcirugía (Laparoscopia, Cirugía Fetal y Microcirugía): pesos, microscopios quirúrgicos simples y de doble cabezal, torre de anestesia, torre de cirugía laparoscópica, aspirador, electrocoagulador, bombas extracorpóreas, mesas quirúrgicas, pulsioxímetro, capnógrafo.

- Unidad de Cuidados Intensivos: respiradores de presión limitada y flujo continuo, electroencefalógrafo, monitores y red de vigilancia intensiva, monitores de oxigenación tisular, sistema de función respiratoria, equipo de termodilución cardiaca, medidor de flujo vascular no invasivo, incubadora, pulsioxímetro y capnógrafo.

- Analítica bioquímica (point-of-care POC): Analizador de iones en sangre, oxímetro y co-oxímetro

**B) ALMACÉN Y PLANTA O ZONAS TÉCNICAS:**

- Biowaste: Los efluentes son esterilizados por un Biowaste, que consta de un foso donde confluye todo el sistema de drenaje.

- A) Se separan los líquidos de los sólidos.

- B) Los líquidos se esterilizan mediante un tratamiento por calor y un tratamiento químico antes de su eliminación.

- C) Los sólidos se esterilizan mediante un tratamiento químico antes de su evacuación a través del SAS biológico.

Para la separación de sólidos en el biowaste se dispone de un sensor de nivel en el foso con una alarma que indica el vaciado del mismo.

De ahí, los efluentes pasan a un tanque de almacenamiento y de ahí a un reactor donde se aplica un tratamiento térmico a 121°C y posteriormente un tratamiento químico para la neutralización del pH. Todo el proceso es automático y está dotado de consola de control y registrador gráfico para comprobación y justificación de la eficiencia del tratamiento. El sistema tiene la posibilidad de trabajar también con desinfectantes químicos.

- Filtros HEPA (“High Efficiency Particulate Air”): es un tipo de filtro de aire de alta eficiencia que satisface unos estándares para garantizar la retención de bacterias y virus que se encuentren en el aire. Todo el aire es filtrado a la entrada y a la salida de las distintas salas a través de filtros absolutos HEPA. Existen filtros individuales para cada laboratorio y box del animalario.

- Climatizadores: se localizan fuera del área de contención. El sistema de climatización que asegura un gradiente de presión negativa de forma que no hay flujo de aire entre el área de trabajo y el medio ambiente externo. Ver gradiente de presiones en BSL-3.

**ÁREA DE PRODUCCIÓN:** La producción se realiza bajo barrera en condiciones libres de gérmenes patógenos específicos (SPF). Se realizan controles periódicos para detectar la presencia de estos gérmenes. A esta área solo tiene acceso el personal del servicio, que debe ducharse previamente, y vestir ropa estéril. Todo el material que pasa a esta zona es esterilizado previamente.

**ÁREA DE INVESTIGACIÓN:** Se trata de un área limpia, próxima al área de producción, en la que no se pueden garantizar las condiciones SPF de ésta área. A ella accede tanto el personal del Servicio como los investigadores autorizados. Para entrar al área los investigadores deben utilizar bata estéril, guantes, gorro, mascarilla y calzas.

**SALAS LIMPIAS O SALAS BLANCAS:** son unas salas especialmente diseñadas para obtener bajos niveles de contaminación. Estas salas tienen los parámetros ambientales estrictamente controlados: partículas en aire, temperatura, humedad, flujo de aire, presión interior del aire, iluminación. Es *“un local en el que se controla la concentración de partículas contenidas en el aire y que, además, su construcción y utilización se realiza de forma que el número de partículas introducidas o generadas y existentes en el interior del local sea lo menor posible y en la que además se puedan controlar otros parámetros importantes como: temperatura, humedad y presión”*, y es además donde *“podemos manipular nuestro producto con la seguridad de que dicha manipulación se lleva a cabo sin que resulte contaminado y que, a su vez, no pueda actuar como contaminante de otros productos que vayan a ser fabricados en ese mismo recinto o en otros cercanos al mismo”*.

Es por ello que el control del aire en una sala limpia o sala blanca es una parte fundamental, porque trata de “evitar la contaminación cruzada y la contaminación del producto por partículas suspendidas en el aire, provenientes del exterior que además pueden transportar microorganismos en su superficie”.

**ÁREA DE CUARENTENA:** se encuentra físicamente separada del resto de las instalaciones. Está destinada a la realización de experimentos con ratones procedentes de otras instalaciones, o al mantenimiento de cepas de ratón hasta su paso a la zona de producción después de un proceso de transferencia de embriones. Las condiciones de acceso son las mismas que en el área de investigación. Cualquier persona que pase a esta área no podrá acceder a la de investigación hasta pasadas, al menos, 24 horas.

**ZONA DE BARRERA:** dedicada a cría, mantenimiento y generación de animales transgénicos.

**ZONA EXPERIMENTAL (OPCIONAL):** es una instalación independiente al resto del Animalario, realmente es otro animalario dentro de la instalación total, dotada de autoclaves y sala de lavado independientes al resto del animalario, que es donde se procede a realizar protocolos experimentales.

**ÁREAS DE INTERCOMUNICACIÓN:** son de gran importancia para asegurar el tránsito de personas, animales y equipamiento lo más racionalmente posible.

**BOXES:** Dentro de un animalario, si se trabajan con distintas especies, este estará dividido en Boxes para cada especie: totalmente independientes diseñados para alojar distintas especies animales, con sus correspondientes SAS de entrada/salida de animales y material, y esclusas de entrada/salida de personal con ducha. Disponen de dos niveles de depresión entre la estancia y el pasillo así como de puertas estancas.

**CABINAS DE SEGURIDAD BIOLÓGICA (CBS):** están diseñadas para proteger al trabajador, la atmósfera del laboratorio y los materiales de trabajo de la exposición a las salpicaduras y los aerosoles infecciosos que pueden generarse al manipular material que contiene agentes infecciosos. Los aerosoles se producen en cualquier actividad que transmita energía a un material líquido o semilíquido, por ejemplo, al agitarlo, verterlo a otro recipiente, removerlo o verterlo sobre una superficie o sobre otro líquido. Las partículas de aerosol de menos de 5mm de diámetro y las pequeñas gotículas de 5 a 100mm de diámetro no son visibles a simple vista. El trabajador no suele darse cuenta de que se están produciendo esas partículas, que pueden ser inhaladas o provocar la contaminación cruzada de los materiales que se encuentran sobre las superficies de trabajo.

Las CSB, cuando se utilizan debidamente, han demostrado ser sumamente eficaces para reducir las infecciones adquiridas en el laboratorio y la contaminación cruzada de cultivos por exposición a aerosoles.

A lo largo de los años, el diseño básico de las CSB ha sufrido varias modificaciones. Un cambio importante fue la adición de un filtro HEPA. Los filtros HEPA retienen el 99,97% de las partículas de 0,3mm de diámetro y el 99,99% de las partículas de tamaño mayor o menor; esto les permite retener eficazmente todos los agentes infecciosos conocidos y garantizar que de la cámara sólo sale aire exento de microorganismos.

Una segunda modificación del diseño consistió en dirigir hacia la superficie de trabajo aire que haya pasado por filtros HEPA, con el fin de proteger de la contaminación los materiales de esa superficie. Esta característica a menudo se conoce como protección del producto. Estos conceptos de diseño básicos han llevado a la evolución de tres clases de CSB.

Las cabinas de flujo de aire horizontal y vertical no son CSB y no deben emplearse como tal.

#### USO DE LAS CBS:

- Habrá que explicar a todos los posibles usuarios el modo de empleo y las limitaciones de estas cámaras tomando como referencia las normas nacionales y las publicaciones pertinentes. El personal recibirá protocolos escritos o manuales de seguridad o de operación. En particular, ha de quedar claro que la cámara no protege al trabajador de derrames, roturas o técnicas incorrectas.
- La ventana de vidrio transparente no debe abrirse mientras se está utilizando la cámara.
- Los aparatos y materiales introducidos en la cámara deben reducirse al mínimo y no deben bloquear la circulación del aire en la cámara de distribución trasera.
- No deben utilizarse mecheros de Bunsen en el interior de la cámara, ya que el calor producido perturbará el flujo de aire y puede dañar los filtros. Puede permitirse el uso de un microincinerador, aunque es preferible utilizar asas estériles desechables.
- Todo el trabajo debe hacerse en la zona media o posterior de la superficie de trabajo y ser visible a través de la ventana.
- El paso de personas por detrás del trabajador debe reducirse al mínimo.
- El trabajador no debe alterar el flujo de aire al sacar y volver a introducir repetidas veces los brazos.
- Las rejillas de aire no deben estar bloqueadas con papeles, pipetas u otros materiales, pues con ello se perturba el flujo de aire y puede provocarse la contaminación del material y la exposición del trabajador.
- La superficie de la CSB deberá limpiarse con un paño empapado con un desinfectante apropiado una vez terminado el trabajo y al final del día.
- El ventilador de la cámara se encenderá al menos 5 minutos antes de empezar el trabajo y debe seguir funcionando al menos durante 5 minutos después de concluido el trabajo.
- Nunca se introducirán papeles en las CSB.

## 4. EL AMBIENTE

Cuando se habla de la validación del correcto funcionamiento de las instalaciones y del mantenimiento mismas en la inmensa mayoría de las ocasiones se habla en torno de parámetros físicos como puedan ser:

- Presiones diferenciales
- Caudales y renovaciones de aire
- Direccionalidad del flujo de aire
- Temperatura y Humedad relativa
- Validación de los filtros
- Número y Tamaño de partículas ambientales.

### 4.1. CONTROL DEL AMBIENTE

Se medirán, temperatura y humedad principalmente, teniendo en cuenta los requerimientos conforme al desarrollo de las actividades y requerimiento del producto.

Los parámetros de iluminación y ruido pueden ser evaluados en función de requerimientos específicos o a título informativo.

Hay muchos factores físicos, químicos y biológicos que pueden tener influencia sobre los animales de experimentación y que modifican posteriormente los resultados de las investigaciones. Los resultados experimentales logrados son, en principio, válidos para las condiciones en las cuales fueron obtenidos y útiles para la comparación, solamente están disponibles todas las informaciones pertinentes y relativas a las condiciones experimentales.

Entre los factores ambientales que deben registrarse para ser incluidos si fuera necesario en los informes científicos, se encuentran: la temperatura (C y variaciones), la humedad relativa (% y variaciones), y si estos factores están o no controlados; los cambios de aire/hora, la proporción del aire fresco y del recirculado, y las concentraciones de partículas o de gas en el aire; la iluminación (natural y/o artificial, el fotoperiodo, y la intensidad); el tipo de agua, su calidad y su tratamiento previo; el tipo de cama, su calidad y su tratamiento previo; la densidad del alojamiento; el equipamiento de los locales del alojamiento; y las medidas físicas para proteger las condiciones microbiológicas. El estado microbiológico del animal debe ser mencionado [convencional, exento de organismos patógenos específicos (SPF, en inglés), o gnotobiótico con microorganismos específicos] (WCBCLA, 1985).

El diseño de la instalación para los animales debe permitir ajustar los mecanismos de control del ambiente, a fin de cumplir con las necesidades de las especies y el protocolo experimental. Idealmente, cada sala donde se guarden los animales debería tener su propio sistema de control. En las instalaciones no originalmente construidas con este sistema, es posible mediante un manejo apropiado, instalar cronómetros automáticos de iluminación, reóstatos, ventiladores de escape con control termostático, humidificadores, y unidades de aire acondicionado.

**Requerimientos de la ventilación:**

- Los sistemas de conducción de aire han de estar contruidos de modo que sea factible la descontaminación con gases.
- Debe haber un sistema de ventilación que establezca un flujo direccional hacia el laboratorio. Se instalará un dispositivo de vigilancia visual, con o sin alarma, para que el personal pueda comprobar en todo momento que la corriente de aire circula en el sentido deseado.
- El sistema de ventilación del edificio debe estar contruido de modo que el aire del laboratorio de contención – nivel de bioseguridad 3 no se dirija a otras zonas del edificio. El aire puede ser filtrado por un sistema HEPA, reacondicionado y recirculado dentro del laboratorio.
- Cuando el aire del laboratorio (no de las CSB) se expulsa directamente al exterior del edificio, debe dispersarse lejos de los edificios ocupados y de las tomas de aire.
- Según los agentes con los que se esté trabajando, ese aire puede evacuarse a través de filtros HEPA.
- Puede instalarse un sistema de control de la ventilación para impedir una presión positiva sostenida en el laboratorio. Cabe estudiar la posibilidad de instalar alarmas audibles o claramente visibles para alertar al personal de posibles fallos del sistema.
- Todos los filtros HEPA deberán estar instalados de modo que permitan la descontaminación con gases y la realización de pruebas.
- Las CSB deben estar alejadas de las zonas de paso y de los lugares de cruce de corrientes procedentes de puertas y sistemas de ventilación.
- El aire que sale de las CSB de las clases I o II , y que habrá pasado por filtros HEPA, deberá expulsarse de manera que no se perturbe el equilibrio del aire en la cámara ni en el sistema de evacuación del edificio.

Al igual que el sistema eléctrico, el de climatización será completamente independiente del resto de dependencias del edificio; lo mismo ocurre con la ventilación, la cual será completamente aire exterior.

Para una mayor optimización del sistema y que a la hora de realizar la limpieza y desinfección del mismo no se paralice el trabajo, se puede plantear la división del sistema de climatización en dos subsistemas, de forma que haya un equipo para el laboratorio propiamente dicho y otro equipo para las esclusas, vestuarios y resto de zonas, ambas dimensionadas con los mismos caudales y presiones y con un by-pass entre ellas, de forma que se garantiza siempre la barrera creada por depresión y ante una avería en uno de los dos equipos, se puede mantener la contención, hasta la solución de la avería, sin tener que limpiar y desinfectar, parando todos los trabajos en curso.

Es importante la duplicidad y sectorización, del sistema, para garantizar la barrera de contención y que no se produzca ningún incidente, ganamos en seguridad y en operatividad, bajando los costes de mantenimiento.

En los puntos terminales (difusores) del sistema de climatización/ventilación se instalarán filtros HEPA 14, con el fin de que todo el aire que llegue sea completamente filtrado y limpio.

“En el sistema de retorno se instalarán filtros HEPA 14, dentro de unas cabinas, llamadas cabinas de cambio seguro, las cuales deben de estar sectorizadas, para su limpieza y desinfección, sin que haya peligro para los operarios que realicen el cambio de filtros, la sectorización consiste en instalar a la entrada y salida de la cabina válvulas de husillo, de forma que se puedan abrir cuando esté en

funcionamiento y cerrar cuando haya que hacer alguna operación. Entre ambas válvulas hay que instalar tomas para realizar la desinfección del sistema”.

La **circulación de aire** se impulsará por la parte superior del recinto el aire limpio, y la extracción se realizará por la parte baja de los paramentos verticales y alejadas de las impulsiones, para poder crear corrientes de aire, de forma que puedan barrer todo el recinto, sin que se queden zonas con aire contaminado.

“La **diferencia de presiones** de un recinto a otro, dependiendo de las esclusas existentes debe de ser de 25 Pa, desde el exterior hasta el laboratorio, propiamente dicho; en el ejemplo que se presenta en el último aparatado, el laboratorio se encuentra en depresión respecto al exterior con 25 Pa, quedando la zona más contaminada a -35 Pa (zona bio-waste)”.

La **regulación de las presiones**, se conveniente que se haga en el sistema de impulsión de aire, de forma que nos garantizamos siempre la extracción y por tanto la depresión del recinto, caso de fallo en la regulación.

Las **renovaciones** que debe haber en el laboratorio, deben estar comprendidas entre las 12 y las 20 renovaciones por hora.

En los **laboratorios** con seguridad BSL-3 contarán con cabinas de seguridad biológica tipo II B2 con **flujo laminar y con extracción total al exterior**, dependiendo del patógeno puede ser recomendable trabajar con cabinas de bioseguridad tipo III las cuales son completamente herméticas y por tanto de mayor seguridad. Según el volumen con el que se trabaje de patógenos del tipo 2 se puede derivar en una instalación BSL-3.

Se disponen de barreras primarias como las comentadas cabinas y los racks ventilados de los animales, pero por otro lado se dispone como medidas de seguridad adicionales unas barreras secundarias que consiste en filtros HEPA H14 tanto en impulsión y en extracción y disponer un sistema de depresión a través del sistema HVAC con ventiladores extractores.

Estos ventiladores estarán situados en planta técnica los cuales garantizan un flujo unidireccional desde la entrada hasta la zona de BSL-3 de forma que se realiza una barrera de contención de aire ya que todo el aire es extraído de forma segura a través de filtros. Este flujo unidireccional se establece mediante gradientes de presiones con saltos de 15Pa con los que se garantiza la depresión necesaria en cada zona.

En el sistema de extracción, en la reja de cada sala, ya sea de la zona de estabulación o laboratorios, se coloca en la parte inferior del falso pilar que realiza la extracción, a unos 15 cm del suelo, se instalará el filtro HEPA H14.

## TIPOS DE INSTALACIONES

- Instalaciones de Aire Acondicionado para confort, centralizadas o individuales.
- Tratamiento del aire en salas limpias.
- Control de la contaminación.
- Captación y extracción puntual de polvos con red centralizada y filtrado.
- Flujos laminares de aire a medida.
- Secado industrial, procesos de secado de productos
- Humectación del ambiente y productos para la industria.
- Aspiración de gases y ventilación industrial.
- Calefacción (aire, agua, vapor, energía solar, etc.).
- Recuperación de energía.
- Cámaras climáticas para ensayos y estabilidad de productos, muestrotecas, etc.
- Salas Blancas para manipulación de alimentos en el sector alimentario.
- Salas para computadoras.
- Auditorias de calidad de aire.
- Servicio post-venta y mantenimiento programado.

## 4.2. OTROS FACTORES AMBIENTALES

Los efectos del **ruido** sobre animales de laboratorio dependen de su intensidad, su frecuencia, la rapidez de aparición, su duración y las características del animal (especies, cepa, antecedentes de exposición al ruido). La sensibilidad y susceptibilidad auditiva al ruido que conduce a la sordera difiere según la especie. La exposición prolongada a niveles altos de ruido puede ocasionar en animales lesiones auditivas. Aunque fue recomendado un ruido máximo de fondo de 85 dB (Baker, 1979), ocurrieron cambios adversos en ratas expuestas a ruidos intermitentes de 83 dB (Gerber, Anderson y Van Dyne, 1966). La exposición a patrones uniformes de estímulo puede conducir más rápidamente a la pérdida del oído, mientras que la exposición a patrones irregulares puede probablemente ocasionar desórdenes debidos a la activación repetida del sistema neuroendócrino (Peterson, 1980).

Un ruido intenso puede ocasionar alteraciones en los sistemas gastrointestinales, inmunológicos, reproductivos, nerviosos, y cardiovasculares, como así también cambios en el desarrollo, el nivel de hormonas, la estructura suprarrenal, el número de los glóbulos sanguíneos, el metabolismo, el peso de los órganos, la ingestión de alimentos y el comportamiento.

Ruidos intensos y súbitos pueden provocar sobresaltos y acelerar la aparición de crisis epileptiformes en varias especies y cepas de animales de laboratorio.

Emisiones de ultrasonidos pueden ocasionar perturbaciones al comportamiento en una variedad de especies. Aunque no se establecieron criterios firmes para la tolerancia al ruido en los animales de laboratorio como se hizo para el hombre, se puede presumir que ruidos innecesarios y excesivos constituyen una variable experimental importante y un peligro posible para la salud.

El ruido se puede controlar en los bioterios mediante un diseño y construcción apropiada, una selección atenta del equipo, buenas prácticas y manejo adecuado. Los animales naturalmente ruidosos deben ser ubicados a donde no molestarán las especies más tranquilas y sensibles al ruido. Las alarmas de incendio que operan a baja frecuencia son perceptibles por el hombre, pero no perturban ratones y ratas. Los teléfonos no deben ser puestos en las salas de los animales. Muchas fuentes de ruido en los bioterios

emiten ultrasonidos. Estas incluyen grifos que gotean y sillas que chirrían. Debemos hacer esfuerzos para identificar y corregir estas fuentes de ruido.

El ruido puede también perturbar o perjudicar al personal de los bioterios, los investigadores, y a otras personas que trabajan cerca. Puede ser necesario proveer protectores de tímpanos a las personas que trabajan con algunos tipos de animales tales como: perros, cerdos, monos, o en salas donde se limpian las jaulas.

## 5. ANIMALES

Los animales serán trasladados en sus cubetas a las cabinas de seguridad biológica para su manipulación, siendo en el interior de la cabina donde se abrirá la cubeta. Una vez terminado el procedimiento, los animales serán devueltos a sus cubetas comprobando que disponen de comida y agua suficiente, que quedan correctamente cerradas, conectadas al sistema de ventilación de los racks y con su tarjeta de identificación. Asimismo, será obligatorio respetar escrupulosamente la normativa vigente sobre el nivel de ocupación por jaula, así como las prácticas zootécnicas exigidas por Animalario.

Solo podrán sacarse animales del animalario para ser sacrificados de forma inmediata en los laboratorios o en la sala de cultivos, si se debe llevar a cabo algún procedimiento que no pueda realizarse en el animalario; en cualquier caso, este procedimiento debe estar descrito en el protocolo experimental, ser notificado al responsable del animalario figurando la persona que se hace responsable de los animales y el lugar exacto donde se llevará a cabo el procedimiento, y tener la autorización de la Comisión de Animalario y de Seguridad Biológica. Los animales saldrán en cubetas especiales que serán devueltas al animalario para su descontaminación. Los restos de dichos animales, serán embolsados y llevados al arcón-congelador del animalario por el usuario, lo antes posible.

Las mesas, cabinas y material utilizado deben dejarse limpias y recogidas para que puedan ser reutilizadas. Las jaulas que no vayan a utilizarse más, se dejarán convenientemente apiladas en el lugar que conste en los protocolos.

Los cadáveres de los animales y sus restos orgánicos se introducirán en bolsas de plástico que, una vez cerradas, se entregarán al personal del Animalario o se llevarán al arcón-congelador de la zona de lavado.

Los bioterios deberían estar ubicados en lugares donde haya un mínimo de acceso del público o de circulación de personal, y un mínimo de movimiento de animales, jaulas, basura, etc., en los corredores y ascensores de uso común. Los bioterios deberían ser fácilmente accesibles por los usuarios de los animales, pero siendo seguros. Es deseable que haya un acceso directo exterior, para recoger las entregas de insumos y para la eliminación de basura. Los bioterios ubicados en pisos más altos deberían ser accesibles por lo menos con dos ascensores, uno para materiales limpios y otro para materiales sucios, a menos que se tomen medidas apropiadas para limpiar y desinfectar un ascensor único siguiendo el transporte de materiales sucios. Para los bioterios muy pequeños o satélites, pueden ser aceptables precauciones alternativas para minimizar la contaminación.



## 5.1. CRÍA

Los centros o establecimientos destinados a la cría, suministro o uso de animales utilizados para experimentación y otros fines científicos, incluida la docencia, deben estar autorizados o inscritos en el correspondiente registro administrativo, con carácter previo al inicio de su actividad.

En el caso de importaciones desde terceros países de animales vivos la Administración General del Estado exigirá el cumplimiento de las obligaciones fijadas en la normativa europea.

### TRANSPORTE DE ANIMALES.

1. Las Administraciones Públicas adoptarán las medidas necesarias para que solo se transporten animales que estén en condiciones de viajar, para que el transporte se realice sin causarles lesiones o un sufrimiento innecesario, para la reducción al mínimo posible de la duración del viaje y para la atención de las necesidades de los animales durante el mismo.
2. Los medios de transporte y las instalaciones de carga y descarga se concebirán, construirán, mantendrán y utilizarán adecuadamente, de modo que se eviten lesiones y sufrimientos innecesarios a los animales y se garantice su seguridad.
3. El personal que manipule los animales estará convenientemente formado o capacitado para ello y realizará su cometido sin recurrir a la violencia o a métodos que puedan causar a los animales temor, lesiones o sufrimientos innecesarios.

## 5.2. VIDA

**EXPLOTACIONES DE ANIMALES:** Las Administraciones Públicas adoptarán las medidas necesarias para asegurar que, en las explotaciones, los animales no padezcan dolores, sufrimientos o daños inútiles. Para ello, se tendrán en cuenta su especie y grado de desarrollo, adaptación y domesticación, así como sus necesidades fisiológicas y etológicas de acuerdo con la experiencia adquirida, los conocimientos científicos y la normativa comunitaria y nacional de aplicación en cada caso.

La elaboración de **alimentos** se atenderá a la normativa vigente. Los comederos, bebederos y demás utensilios utilizados para la alimentación se limpiarán de forma regular y, en su caso, se esterilizarán. Si se utilizan alimentos húmedos o que se contaminen fácilmente con agua, orina, etc., será necesaria su limpieza diaria.

Aunque el proceso de distribución de comida puede variar según la especie, debe realizarse de forma que satisfaga las necesidades fisiológicas del animal. Todos los animales podrán acceder al alimento.

**Agua:** Todos los animales dispondrán siempre de agua potable no contaminada.

Los biberones serán de material transparente para permitir el control de su contenido. Conviene que sean de boca ancha para facilitar su limpieza y, si se utiliza material plástico, no liberarán sustancias solubles. Tapas, tapones y tubos serán esterilizables y de fácil limpieza.

Los biberones y accesorios serán desmontables y se limpiarán y esterilizarán a intervalos regulares.

La **cama** será absorbente, sin polvo, no tóxica y libre de agentes infecciosos, parásitos o cualquier otra forma de contaminación. Se pondrá especial cuidado en evitar la utilización de serrín u otro material

### 5.3. EXPERIMENTACIÓN

Previamente a la utilización de las instalaciones, cada director de proyecto de investigación deberá solicitar al Comité Ético de Experimentación Animal del CBMSO, mediante impreso normalizado, la autorización de los procedimientos experimentales incluidos en su proyecto y de las posibles variaciones que surjan durante el desarrollo del mismo. Una vez concedida la autorización del/los procedimientos experimentales con animales, cada solicitante remitirá el informe favorable y el/los protocolos experimentales a la Comisión del Animalario.

### 5.4. SACRIFICIO E INCINERADO

1. Las normas sobre la construcción, las instalaciones y los equipos de los mataderos, así como su funcionamiento, evitarán a los animales agitación, dolor o sufrimiento innecesarios.
2. El sacrificio de animales fuera de los mataderos se hará únicamente en los supuestos previstos por la normativa aplicable en cada caso y de acuerdo con los requisitos fijados por ésta, a excepción de los sacrificios de animales llevados a cabo por veterinarios con fines diagnósticos.
3. Cuando el sacrificio de los animales se realice según los ritos propios de Iglesias, Confesiones o Comunidades religiosas inscritas en el Registro de Entidades Religiosas, y las obligaciones en materia de aturdimiento sean incompatibles con las prescripciones del respectivo rito religioso, las autoridades competentes no exigirán el cumplimiento de dichas obligaciones siempre que las prácticas no sobrepasen los límites a los que se refiere el artículo 3 de la Ley Orgánica 7/1980, de 5 de julio, de Libertad Religiosa. En todo caso, el sacrificio conforme al rito religioso de que se trate se realizará bajo la supervisión y de acuerdo con las instrucciones del veterinario oficial. El matadero deberá comunicar a la autoridad competente que se va a realizar este tipo de sacrificios para ser registrado al efecto, sin perjuicio de la autorización prevista en la normativa comunitaria.

**Métodos para la eutanasia:** físico; aturdimiento; dislocación cervical; decapitación con guillotina; descerebración; pistola cautiva de percusión; mediante armas de fuego; electrocución;

Los animales no podrán salir del animalario vivos, salvo por motivos justificados que se harán constar por escrito en el procedimiento experimental. Los animales que salgan del animalario podrán regresar, con la excepción de que el procedimiento a que se encuentran sometidos requiera pruebas diagnósticas o de imagen, y en estos casos, a su regreso, se mantendrán en cuarentena. Si se trata de un envío a otro Centro, este ha de ser a un Centro registrado, y deberá solicitarse, con al menos 2 semanas de antelación, rellenando el formulario que existe en la intranet para tal fin.

## 5.5. NECESIDADES SOCIALES Y COMPORTAMENTALES DE LOS ANIMALES

En el pasado, se consideraba particularmente importante proveer un alojamiento adecuado para los animales de laboratorio, a fin de asegurarles buenas condiciones de higiene, facilitar su manejo y minimizar variables (de manejo). Hoy en día se da más importancia a reducir el estrés del animal y en mejorar su bienestar social y el comportamiento. El hecho de agregar diversos elementos de enriquecimiento ambiental puede o no resultar en un incremento de los costos de la actividad; sin embargo y a menudo hay beneficios inmediatos para el animal y, finalmente, para el investigador y la investigación.

Para crear un **estado de bienestar**, cada animal necesita un ambiente social en el cual puede gozar de un mínimo de contactos básicos y de relaciones sociales positivas. El comportamiento social permite a los animales adaptarse a las condiciones de alojamiento. Enjaular a los animales, solos, por pareja o por grupos, debería ser hecho de manera a crear un ambiente estimulante apropiado para cada especie.

Es necesario reconocer que existen afinidades naturales que ocurren dentro de y entre especies. El aislamiento permanente como método de alojamiento, no debería ser normalmente utilizado. Sin embargo, en circunstancias excepcionales, y con una justificación científica y biológica clara, algunos animales pueden sentirse mejor guardados solos. Las interacciones positivas con el humano son importantes en algunas especies, particularmente en condiciones de aislamiento social. Algunos individuos parecen más fácilmente aceptados por animales que otros; se debería tomar este hecho en cuenta y favorecerlo al máximo.

Se aprovechará cualquier oportunidad para que los animales hagan **ejercicio**.

El comportamiento de un animal durante un procedimiento depende en gran medida de su confianza en las personas que hay que desarrollar. Se recomienda mantener contactos frecuentes para que los animales se acostumbren a la presencia y actividad humana.

El cuidado de los animales de experimentación es necesario durante los fines de semana y los días feriados. Se sabe que cambios en el personal y los horarios de comida y de limpieza, como ocurren en estos períodos, son estresantes para animales acostumbrados a una rutina

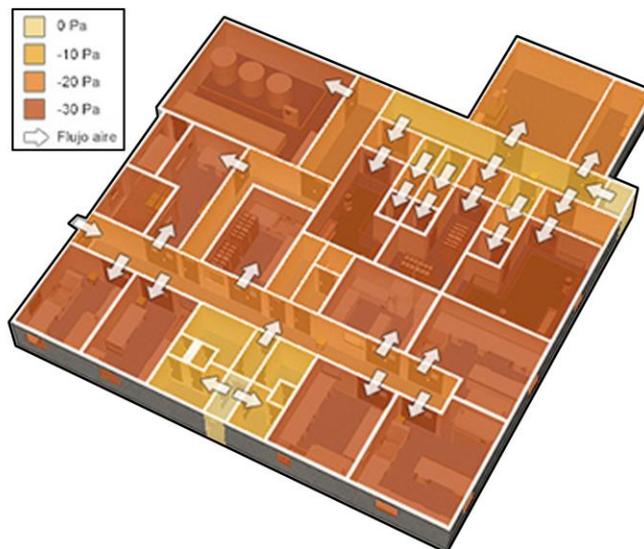
## 6. EJEMPLOS

Ejemplo de un Laboratorio con Animalario de clase BSL-3, en un proyecto de la Universidad Complutense de Madrid: Proyecto BIOSLab.

- 1 Acceso de Personal
- 2 Vestuarios Externos Masculinos
- 3 Vestuarios Externos Femeninos
- 4 Duchas de Acceso
- 5 Vestuarios Internos Masculinos
- 6 Vestuarios Internos Femeninos
- 7 Pasillo de Distribución
- 8 Aseo
- 9 Laboratorios
- 10 Sala de congeladores
- 11 Animalario Box 1
- 12 Animalario Box 2
- 13 Animalario Box 3
- 14 Sala de Esterilización
- 15 Zonas Técnicas



## SISTEMA DE VENTILACIÓN



## 7. BLIOGRAFÍA

- [WWW.WIKIPEDIA.COM](http://WWW.WIKIPEDIA.COM)

- [WWW.INGECLIMA.COM](http://WWW.INGECLIMA.COM)

[HTTPS://WWW.VISAVET.ES/ES/BIOSLAB/PROYECTO-BIOSLAB.PHP](https://WWW.VISAVET.ES/ES/BIOSLAB/PROYECTO-BIOSLAB.PHP)

[HTTP://WEB4.CBM.UAM.ES/JOOMLA-RL/INDEX.PHP/ES/SERVICIOS/SERVICIOS-CIENTIFICOS/ANIMALARIO](http://WEB4.CBM.UAM.ES/JOOMLA-RL/INDEX.PHP/ES/SERVICIOS/SERVICIOS-CIENTIFICOS/ANIMALARIO)

[HTTP://WWW.CIB.CSIC.ES](http://WWW.CIB.CSIC.ES)

[HTTP://WWW.BIOCUCES.COM](http://WWW.BIOCUCES.COM)

[HTTP://WWW.ROJOARQUITECTOS.COM/PROYECTOS-DESTACADOS-READER/ITEMS/ANIMALARIO\\_I.HTML](http://WWW.ROJOARQUITECTOS.COM/PROYECTOS-DESTACADOS-READER/ITEMS/ANIMALARIO_I.HTML)

[HTTP://FLUIDOS.EIA.EDU.CO/HIDRAULICA/ARTICULOSES/CONCEPTOSBASICOSMFLUIDOS/FLUJOLAMINAR/FLUJOLAMINAR.HTML](http://FLUIDOS.EIA.EDU.CO/HIDRAULICA/ARTICULOSES/CONCEPTOSBASICOSMFLUIDOS/FLUJOLAMINAR/FLUJOLAMINAR.HTML)

[HTTP://FLUIDOS.EIA.EDU.CO/HIDRAULICA/LAMINAR\\_TURBULENTO.HTM](http://FLUIDOS.EIA.EDU.CO/HIDRAULICA/LAMINAR_TURBULENTO.HTM)

[HTTP://MINSTAL.ES/FLUJOS-LAMINARES/?GCLID=CJWKEAJWNPSSBRDH3PT2-7Q55R4SJABRINYTXBM6T-4SUSJRBELE4PEtHEWL-ZVICUv3SP3V2QVbIXOCJLTW\\_wCB](http://MINSTAL.ES/FLUJOS-LAMINARES/?GCLID=CJWKEAJWNPSSBRDH3PT2-7Q55R4SJABRINYTXBM6T-4SUSJRBELE4PEtHEWL-ZVICUv3SP3V2QVbIXOCJLTW_wCB)

- CONSTRUCCIÓN DE UN LABORATORIO Y UN ANIMALARIO PARA TRABAJAR CON MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS  
CARMEN LAFOZ PUEYO, MAYRA MOTTA DE HODGSON, MARÍA PEÑA PENABAD

- JEFATURA DEL ESTADO 19321 LEY 32/2007, DE 7 DE NOVIEMBRE, PARA EL CUIDADO DE LOS ANIMALES, EN SU EXPLOTACIÓN, TRANSPORTE, EXPERIMENTACIÓN Y SACRIFICIO.

- MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA 17344 REAL DECRETO 1201/2005, DE 10 DE OCTUBRE, SOBRE PROTECCIÓN DE LOS ANIMALES UTILIZADOS PARA EXPERIMENTACIÓN Y OTROS FINES CIENTÍFICOS.

- REVISTA DE CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR EN HOSPITALES, LABORATORIOS, ANIMALARIOS Y SALAS DE AMBIENTE CONTROLADO INTERNATIONAL STANDARD SERIAL NUMBER (ISSN) 2013-746X NÚM. 14, JUNIO 2013

- MANUAL SOBRE EL CUIDADO Y USO DE LOS ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN EDITORES: ERNEST D. OLFERT, DMV; BRENDA M. CROSS, DMV; Y A. ANN McWILLIAM

**ARQUITECTURA HOSPITALARIA INFANTIL:  
o cómo hacer que un hospital no lo parezca.**

Katalin Rodríguez Martín  
Proyectos de Arquitectura Temática

## INDICE

---

INDICE	2
INTRODUCCIÓN	3
NECESIDADES ELEMENTALES	5
TRATAMIENTO DEL ESPACIO	11
Arte.    Sant Joan de Deu, Barcelona	12
Color.   Hospital Queen Elizabeth, Birmingham	15
Iluminación natural y artificial.   Hospital Niño Jesus, Madrid	17
Mobiliario.   Royal Children Hospital, Melbourne	19
Imagen.   Hospital Infantil, Basel	21
Jardín.   Hospital de la Fe, Valencia	23
Espacialidad.   Hospital Psiquiatrico, Sou Fujimoto	25
Materialidad.   Hospital Infantil en Zurich, Herzog y de Meuron	27
BIBLIOGRAFÍA	30

## INTRODUCCIÓN

---

Acudir a un hospital genera a la mayoría de la población tensión y ansiedad, pues son lugares vinculados al dolor. En los niños estas sensaciones intimidatorias se acrecientan a pesar del trato cuidadoso que puedan recibir de los sanitarios que les atienden. Para ellos los espacios cerrados, el ruido, la iluminación fuerte, los largos corredores o las salas de espera asépticas pueden generar mayores niveles de incomodidad disparando su miedo. Pero los arquitectos a través de la imagen y la arquitectura, pueden ayudar a que las sensaciones negativas se suavicen.

Está aceptado que el diseño y la arquitectura son factores que contribuyen a la recuperación del paciente hospitalizado. No solo propician una estancia más agradable, si no que tiene repercusión directa en la mejoría de los pacientes. Por lo que la ventilación, la luz o la escala son parámetros básicos, que se pueden potenciar a través de la comodidad y el atractivo de los espacios. Todos son factores que se relacionan entre sí para mejorar la calidad de la estancia de los usuarios, tanto enfermos como profesionales. El espacio interior se desarrolla entre dos polos, las necesidades del enfermo y las necesidades de los profesionales que los atienden. El diseño del espacio debe dar respuesta a ambos problemas, pues no se percibe de la misma manera el espacio cuando se está estando tumbado en una cama que cuando puedes moverte alrededor de él, ni se vive de la misma manera siendo un niño que un adulto. Este es uno de los grandes problemas al que se enfrenta el diseñador del espacio, que la percepción del espacio normalmente atiende a unos parámetros diferentes que los de los usuarios a los que se destina.

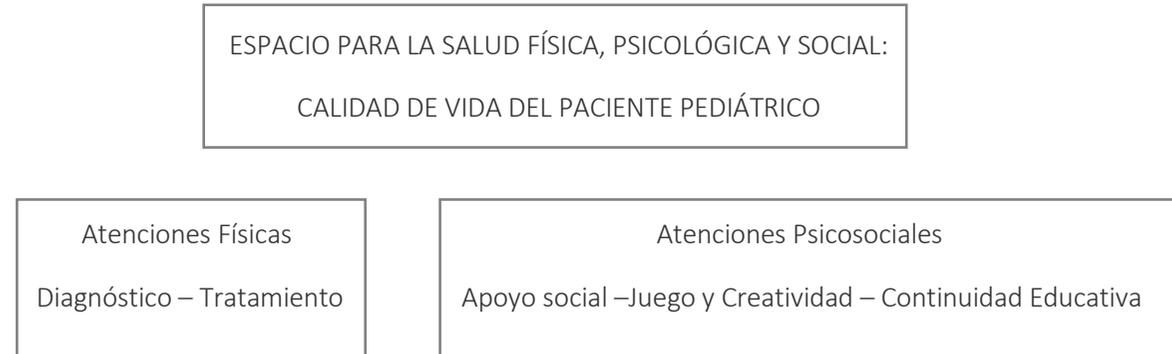
La escala de los espacios debe estar adaptada para los niños, que cuenten con espacios que no los apabullen, con muebles adaptados a su tamaño, que les permitan jugar. Pues el desarrollo de los espacios destinados a los niños debe propiciar que, pese a estar en un hospital, los más pequeños se puedan seguir desarrollando acorde a su edad, para lo que necesitan aprender, jugar o fomentar la creatividad.

Para el diseño de estos espacios, para mejorar su humanización y acercarlos a los usuarios, existen varios mecanismos diferentes que se pueden aplicar, ya sea al abordar el diseño de un edificio de nueva planta, como realizar pequeñas mejoras que revitalicen y dinamicen esos espacios en contacto con los niños.



## NECESIDADES ELEMENTALES

---



La hospitalización pediátrica debe ofrecer una atención física y psicosocial que se adapte a las necesidades de salud de los pequeños internos en el centro. Debe atender a la enfermedad causante de la hospitalización para subsanarla con la mayor celeridad posible, pero en el camino no debe obviar las repercusiones que los procesos sanitarios provocan en los niños y en sus familias. Se produce un fuerte desequilibrio en la vida familiar al completo, que influyen en el bienestar psicológico de todos los miembros. Por ello, dentro de los servicios con los que debería contar un hospital infantil, se debería incluir la mejora de la adaptación del niño y su familia al entorno hospitalario, favoreciendo así que la lucha contra la enfermedad sea lo más cómoda posible reduciéndose de este modo los problemas asociados al internamiento del niño en el hospital como son el malestar e incomodidad física, la ruptura de las rutinas cotidianas de los niños, los entornos físicos y sociales desconocidos, la pérdida de autonomía, etc.



La atención a los niños mejora si los espacios dentro del hospital se conciben como lugares de salud integral, y esto implica cambiar de perspectiva en la gestión de los mismos, combinando las atenciones médicas las psicosociales (de apoyo y relaciones sociales, de juego y creatividad y de continuidad educativa, etc.)

Para ello las instalaciones del área de hospitalización pediátrica debería contar además de con las salas de hospitalización, sus pasillos, salas de espera y consulta y demás áreas propias de los tratamientos con los que cuente la unidad de pediatría, con aulas hospitalarias, salas de juegos, bibliotecas, jardines, patios o terrazas. El hospital no se debe entender simplemente como un espacio de enfermedad, si no como un espacio de salud que cuida el bienestar físico, psicológico y social.

Aun así es muy fácil encontrar hospitales centrados en el tratamiento de la enfermedad con una relevancia muy significativa de la tecnología médica y de los aspectos de control biosanitario, pero en lo que concierne a los aspectos referidos a la comodidad de los pacientes y sus familias, estos quedan relegados a un plano bastante secundario. Esta ha sido la tónica dominante hasta finales del siglo XX. Pero en las últimas décadas se ha tratado de incorporar a los avances biosanitarios unos entornos sensibles al bienestar integral de los niños hospitalizados y más cuidadosos con el impacto emocional que la experiencia de hospitalización puede tener en el niño y su familia.

Se trata de proponer diseños hospitalarios que engloben todos los matices que abarca la concepción actual de la salud de los pacientes. Por ello el medio físico de los hospitales debe considerarse como un elemento más del engranaje que forma el proceso de recuperación de los enfermos, propiciando unos cuidados sanitarios a la altura de las necesidades globales del paciente. En muchos de los hospitales con más tradición en el área de especialización infantil,

cuentan con un gran personal que gracias a su esfuerzo minimizan el impacto que un espacio hostil propicia en los niños y en sus familias, pero con pequeñas medidas de mejora, que no sobrecarguen el presupuesto, se pueden aunar esfuerzos para mejorar la calidad de vida de los pequeños enfermos.

Para la mejora de la calidad de la estancia en el hospital, debería considerarse la organización y ocupación del tiempo que pasan internos. Pues el tratamiento y las pruebas diagnósticas no ocupan más que una pequeña parte el tiempo, y el resto del día no debería ser un paréntesis entre tratamientos. Este espacio temporal se puede aprovechar para realizar actividades educativas, lúdicas y de ocio que, adaptadas a su situación particular, les permitan reducir el estrés y la ansiedad producidos por la estancia.

Jugar permite a los niños construir su entorno personal y social así como su propia identidad. Al jugar el niño se divierte, desarrolla recursos cognitivos y emocionales, aprende a resolver situaciones, a controlarse a sí mismo, su cuerpo y su entorno. El juego se considera, pues, como un factor fundamental en el desarrollo integral del niño en las cuatro dimensiones básicas del mismo: el desarrollo psicomotor, el desarrollo cognitivo, el desarrollo social y el desarrollo afectivo-emocional. La relación entre juego y salud es especialmente significativa. Para ellos “estar bueno” significa “poder jugar”, es sinónimo de bienestar y de salud. Y esa actitud se refleja en los padres.

El juego es una de las herramientas más poderosas para reducir la tensión, el enfado, la frustración, el conflicto y la ansiedad que acompañan la pérdida de control y autoestima en el caso de los niños hospitalizados. El juego les puede ayudar a comprender e interpretar mejor las imágenes, los signos, los sonidos y el lenguaje del hospital. En la medida en que un niño juega, se transforma a sí mismo en un sujeto activo que crea reglas, desarrolla su imaginación, disfruta de



sí mismo y libera sus sentimientos. Todo ello contribuye a disminuir las repercusiones negativas de la enfermedad y la hospitalización. Por esta razón el juego se considera un recurso fundamental para mejorar los efectos psicosociales negativos de su enfermedad. Por todo esto es fundamental que en los hospitales infantiles se habiliten espacios adecuados para que se desarrollen estas actividades tan fundamentales en el desarrollo de los niños, especialmente estando enfermos.

En el texto: *“La humanización de la hospitalización pediátrica: la calidad de las atenciones psicosociales a los niños en los hospitales”* Se proponen las siguientes actuaciones para mejorar la calidad y servicio del espacio hospitalario atendiendo a las necesidades infantiles:



- Adaptar el mobiliario de las habitaciones de pediatría específicamente para niños por su color, forma y tamaño.
- Usar decoración mural en las plantas de pediatría específicamente diseñada para los usuarios infantiles, especialmente en pasillos y habitaciones.
- Adaptar los recursos audiovisuales en las plantas de pediatría estén adaptados a las características de los pacientes infantiles.
- Instalación de sistemas musicales en las plantas de pediatría que permitan a los niños escuchar música mientras están hospitalizados.

- Uso de pijamas infantiles y ropa de cama con estampados más adecuados a la edad de los niños.
- Incorporar a los uniformes del personal sanitario que atiende a los niños elementos más infantiles, más alegres o de colores diferentes que los del resto de personal del hospital.
- Evitar en la medida de lo posible el aparataje médico a la vista de los niños, o se apliquen alternativas para dar un carácter más infantil al mismo.
- Incluir, siempre que sea posible, pequeños espacios exteriores adecuados para que los niños hospitalizados puedan utilizar como jardín o como patio de recreo.
- Disponer de personal especializado en recursos y técnicas de juego.
- Mejorar la organización y ocupación del tiempo de hospitalización infantil.
- Fomentar e instruir a los padres y personal en actividades lúdicas adaptadas a las condiciones y necesidades de los niños internados.
- Coordinar la selección, el cuidado y mantenimiento del material de juego más adecuado a las necesidades de los niños hospitalizados en función de su edad, limitaciones funcionales, condiciones de salud, etc.
- Complementar la programación de las actividades de las aulas hospitalarias, especialmente en los períodos de tiempo vacacional en las que estas permanecen cerradas.





- Promover y coordinar de manera eficaz las acciones del voluntariado que colabora en actividades dirigidas a los niños hospitalizados.
- Mejorar el uso de los recursos audiovisuales en las plantas de pediatría, incluyendo los mismos en programaciones adaptadas a las edades de los niños y a sus intereses y circunstancias.
- Promover proyectos de animación a la lectura en el hospital y coordinar préstamos de libros y material de lectura para los niños y también para los padres.
- Evaluar la eficacia y la incidencia en el bienestar de los niños hospitalizados y sus familias de diversos programas de juego.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>ULLAN DE LA FUENTE, ANA MARÍA: *La humanización de la hospitalización pediátrica: la calidad de las atenciones psicosociales a los niños en los hospitales.*

*Las anteriores imágenes pertenecen a la intervención realizada en el Royal Children's Hospital de Londres por 15 artistas invitados para humanizar las diferentes áreas a través del arte.*

## TRATAMIENTO DEL ESPACIO

---



La arquitectura que recoge los espacios destinados al hospital es el factor base para la humanización de los hospitales. Esto lo consigue mediante la creación de una atmósfera que apacigüe las emociones negativas provocadas por los hospitales eliminando aquellos factores que generan estrés y potenciando aquellos que mejoran la calidad de vida. Mediante la iluminación, en especial la natural, evitando pasillos o estancias oscuras. Buscando las relaciones y el contacto con espacios exteriores, incorporando jardines, ya sea exteriores o interiores, generando espacios amables que permitan los juegos y las actividades. Reduciendo en la medida de lo posible todos aquellos factores generadores de estrés como los ruidos, los espacios demasiado amplios o reducidos. El contacto con la familia o los amigos y la privacidad es fundamental para generar confort, así como los elementos artísticos y los materiales que se emplean en los espacios.

Ahora voy a analizar algunos de estos factores que favorecen la humanización de los hospitales a través de ejemplos arquitectónicos tanto nacionales como internacionales.

## Arte. Sant Joan de Deu, Barcelona



Los diseñadores, el diseñador de interiores Rai Pinto conjuntamente con el diseñador gráfico Dani Rubio, han sido los creadores de este proyecto conocido como *el escondite de los animales*, en el que han escondido figuras de animales a tamaño real con un lenguaje visual común.

Este proyecto nace de la necesidad de “pediatrizar” el área de urgencias del recién renovado Hospital Infantil Sant Joan de Déu de Barcelona, querían adaptar un espacio sanitario a las necesidades infantiles para que los niños y niñas se sientan cómodos en un lugar de por sí poco amable.

El concepto planteado sirve de hilo conductor a través los diferentes espacios del hospital. La historia creada basada en las tramas de repetición, una gama de colores determinada y el diálogo constante entre las dos y las tres dimensiones permite generar infinitas intervenciones, todas ellas interrelacionadas. De este modo, podemos encontrar más de cien animales diferentes pero relacionados entre sí, repartidos por todos los rincones del hospital.

El proyecto en su concepción se planteaba por una pequeña zona, pero se ha ido extendiendo por todo el hospital, incluso saliendo al exterior. El escondite de los animales consigue dos objetivos mediante una única actuación, consigue pediatrizar esta área del hospital y además otorga al espacio una identidad visual común en todo el conjunto de espacios para el usuario integrándose en los elementos de la arquitectura preexistente. El hilo conductor del proyecto es un sistema de señales que recorre el centro. La historia creada, basada en las tramas de repetición, una gama de colores determinada y el diálogo constante entre las dos y las tres dimensiones, permite generar infinitas intervenciones, todas ellas interrelacionadas.





Previamente a la anterior actuación, Rai Pinto fue el encargado de diseñar el Rincón Joven, que permite a los jóvenes disponer de un espacio propio, un lugar de encuentro que favorezca que su estancia hospitalaria sea lo más agradable posible. El espacio impulsado por el Consejo de Jóvenes del mismo hospital se plantea como un contenedor con diferentes volúmenes de colores insertados: las claraboyas, las cajas de colores en el techo y también los marcos que conectan el espacio con el hospital.

Según Rai Pinto su objetivo con el diseño del Rincón Joven era potenciar “el carácter lúdico del espacio con un mobiliario diseñado expresamente para el proyecto”. Un ejemplo es la creación del sofá sándwich con el que se pueden crear todo tipo de formas diferentes dependiendo del uso del sofá, escogiendo la altura de los mismos más baja o más alta, como un tatami o de banco.

Asimismo, a lo largo de todas las puertas correderas que esconden el espacio de almacenaje se puede divisar un skyline de Barcelona realizado con un caos de símbolos gráficos y emoticonos.



## Color. Hospital Queen Elizabeth, Birmingham

---



El estudio Two Create recibió el encargo de Teenager Cancer Trust de rediseñar el interior de la unidad de cáncer para adolescentes del hospital de Birmingham. Para ello se pusieron en contacto con los propios pacientes internos en el centro.

En las reuniones que establecieron con los chicos, estos expresaron que se sentían claustrofóbicos a parte del aburrimiento que acompaña a los espacios destinados a las salas de quimioterapia. Por ello decidieron diseñar las salas como un hotel boutique. De este modo han diseñado cada habitación con un estilo y colores diferentes para que cada vez que los pacientes fueran a recibir su tratamiento estuviesen en una sala diferente.

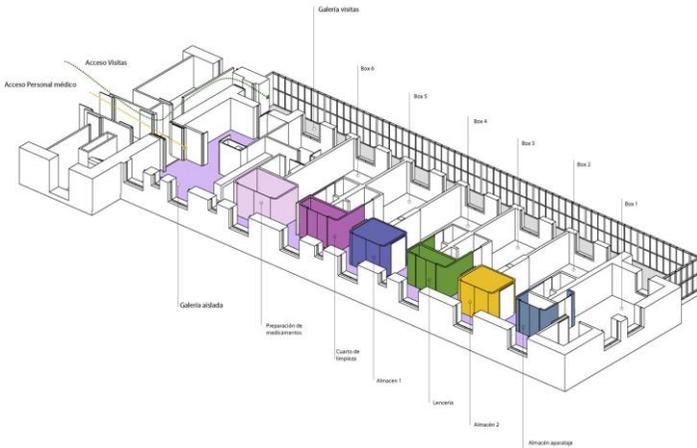
Cada sala se ambienta en un estilo diferente como años 60, pop o loft neoyorkino entre otros. Teniendo en cuenta los elementos básicos necesarios en las habitaciones de estos pacientes, se adaptaron para que los pacientes puedan personalizar ciertos elementos de las estancias, para sentirse más cómodos. Así los cabeceros de las camas metálicos se aprovecharon para que los pacientes puedan jugar con unas láminas imantadas para personalizar su habitación con elementos personales.

Se diseñaron diferentes vinilos con dibujos personalizados que se distribuyeron por las paredes generando el telón de fondo. Junto con los coloridos muebles que destacan sobre el fondo de las estancias y les da vida. El estudio también diseñó mobiliario pensado a medida para solventar

las necesidades de las salas. Mediante armarios que permiten guardar las pertenencias personales, los medicamentos o las videoconsolas. Cuentan también con pequeñas mesas con ruedas que los pacientes pueden mover libremente, y se busca también el poder ocultar todos los elementos médicos que se pueda, para dejar un espacio lo más animado posible.



## Iluminación natural y artificial. Hospital Niño Jesús, Madrid



En el centro Maktub, del área de trasplantes de médula ósea del Hospital Niño Jesús de Madrid, la arquitecta Elisa Valero trató de construir una arquitectura amable, capaz de paliar el aislamiento ofreciendo distracción, sorpresa y juego a los niños y a sus familiares. El trabajo de Valero es colorista y contenido. Se adapta a la seriedad y a las normas higiénicas de un centro pediátrico, pero, desde los estampados coloristas y desde los espacios sobrios anuncia que un hospital puede ser algo más que cuatro paredes blancas.

Los hospitales tensan, preocupan, y un arquitecto puede rebajar esa tensión. Elisa Valero buscó hacerlo alejando la presencia de todo lo que remitiese al propio centro médico. Empleó para ello recursos -como duplicar el centro de atención decorando con cenefas coloreadas-, que actúan como distensores ambientales para que los niños indagasen en ellos y perdiesen sus miradas (y sus miedos) entre los dibujos. Con el uso de nuevos materiales, como el Himacs, los zócalos y los protectores de golpes desaparecieron también en esta zona hospitalaria. Se trataba de alejar todo lo que revelase la enfermedad. La idea era poner la medicina en un segundo plano y el objetivo, ocultar los aparatos minimizando su presencia por medio del color y las formas geométricas que los camuflan.

Así, las seis estancias de esta unidad, se abren a una zona acristalada donde esperan los familiares para acercarse a los pequeños. Frente al cristal, Valero pensó en darles a los niños más espacio y, además de esconder los aparatos, eliminar los obstáculos visuales. Lo primero era dar aire; lo segundo, acercar a los familiares. Por eso el vidrio que forma la cristalera que separa niños de padres no tiene carpintería, es solo un plano transparente.

El pasillo parece ahora un paseo. El antiguo corredor por el que circulaban los familiares transitaba por el centro. No tenía vistas ni luz natural. Ahora sí las tiene, sobre un jardín interior,

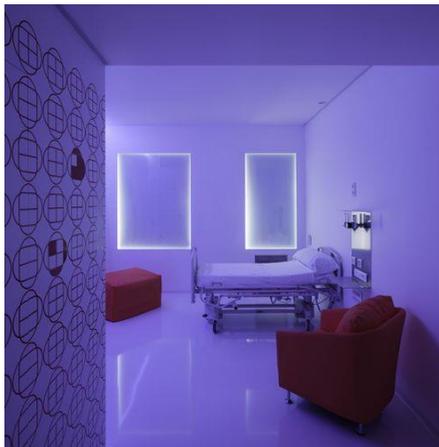


y son la lavandería, el cuarto de limpieza y el almacén los que ocupan la parte central sin luz natural.



La luz natural es importante en la vida diaria de los niños y en el ánimo de los familiares. Pero la artificial también sirve. De hecho, “la iluminación juega un papel protagonista en el campo de los estímulos ambientales”, explica Valero. La natural llega a los boxes desde la galería, filtrada por los árboles del parque del Retiro y controlada por estores motorizados de filtro u oscurecimiento total. La luz artificial está especialmente pensada para el confort visual del niño. También para facilitar el trabajo de las enfermeras. Así, acompaña pero no deslumbra. Los leds blancos “de triple chip son de última generación smd 5050”, cuenta la arquitecta. Y un sistema empleado en cromoterapia, llamado RGB, permite obtener 856 colores para la iluminación interior.

El aire, curiosamente, no conecta sino que aísla a los diversos pacientes y sus estancias. Los circuitos, no cruzados, tienen esclusas de control de aire en cada box. Eso separa las habitaciones y permite que cada niño lleve a la suya su color. O sus cambios de color. <sup>2</sup>



<sup>2</sup> [Anatxu Zabalbeascoa](#): ¿Puede la arquitectura humanizar un hospital?

## Mobiliario. Royal Children Hospital, Melbourne

---



El hospital infantil de Melbourne se diseñó buscando un ambiente acogedor y ameno para los pequeños. Para ello se han utilizado colores vivos e ilustraciones infantiles que adornan las estancias y los corredores. De esta forma cada planta del hospital cuenta con una temática diferente. Por ejemplo el sótano cuenta con temas marinos, mientras que la última planta con el aire y aves. Cada estancia recibe el nombre de un animal diferente. De esta manera se busca que los recorridos sean lúdicos, un viaje por la naturaleza.

En los pasillos, murales con dibujos infantiles y vinilos en el suelo con el rastro de extrañas pisadas que invitan a los niños a seguirlas a ver que aguarda al final del rastro.

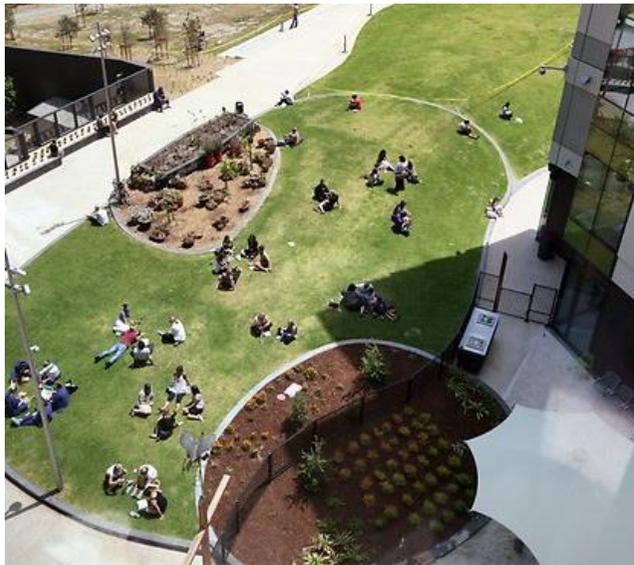
Pero lo más interesante en cuanto al diseño de los interiores del hospital es el mobiliario. Desde la sala de espera se busca amenizar la estancia de los más pequeños, que cuentan con mobiliario especial adaptado a su tamaño. Los sofás de la sala se transforman en túneles que los niños pueden incorporar fácilmente en sus juegos mientras esperan a que les atiendan.

Por otro lado la recepción cuenta con muebles con formas curva, blandas, decoradas con colores atractivos que infunden serenidad y vitalidad. Y no solo sirven para recibir a los adultos, si no que la altura está pensada para que los niños también puedan asomarse y no queden en un plano inferior y se sientan desprotegidos o relegados. De este modo el personal sanitario se sitúa cercano a los pequeños pacientes que entran en el hospital.





También es muy interesante la relación que se establece con los patios interiores a los que se abren las estancias del hospital así como con el paisaje exterior. Dentro de la temática natural que se ha utilizado para decorar las diferentes plantas del hospital, estas estancias exteriores permiten que la naturaleza real entre en la medida de lo posible dentro del hospital.



## Imagen. Hospital Infantil, Basel

---



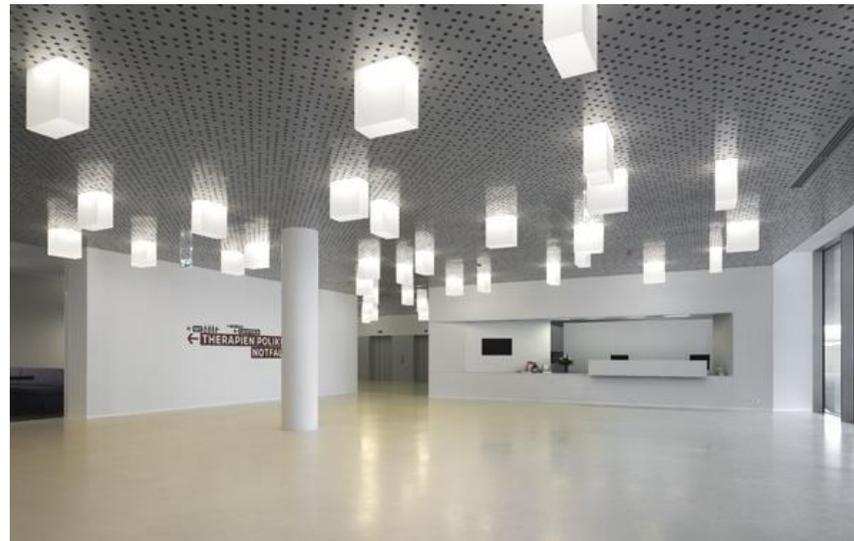
En el año 2004, el estudio stump & schibli architekten, ganó el concurso que le permitiría realizar el hospital infantil sobre el solar en el que en aquel momento se situaba la vieja cárcel. La zona estaba plagada de edificios realizados por las grandes firmas de arquitectura. Por ello se buscó una imagen propia y distintiva para el nuevo centro hospitalario.

Optaron por una fachada muy interesante. Llama la atención por su color, iridiscente, que cambia su tono en función de la luz natural y el punto de vista del observador. Esto se produce gracias a que el panel de fachada, cristal, queda cubierto por una hoja de aluminio, de cierta textura, que refleja la luz en diferentes puntos. El control de dicho efecto es realizado mediante la ciencia de la nanotecnología, que empieza a encontrar sus aplicaciones en la arquitectura.

A este sistema de fachada se le añade un juego de logias protegidas mediante láminas de metal expandido que permiten crear espacios protegidos donde los niños pueden salir a jugar al aire libre, y que durante la noche se iluminan de diversos colores acordes con el resto del edificio.

El interior es mucho más sobrio, pero buscando en todo momento la máxima luz natural a través de los muros cortina que cierran las fachadas a la calle y a los patios interiores. A estos patios dan las habitaciones, donde se instala mobiliario especial para suplir las necesidades de las familias de los niños, con grandes bancos corridos y acolchados que pueden servir de camas para los padres que quieran pasar la noche junto a sus hijos.

En los pasillos y estancias interiores se busca en todo momento la espacialidad y esa relación con el exterior y la luminosidad a través de elementos sencillos, limpios y claros.



## Jardín. Hospital de la Fe, Valencia

---

El Hospital Universitari i Politècnic La Fe de Valencia ha sido el centro sanitario escogido por la Fundación Juegaterapia para albergar el nuevo jardín infantil dentro del proyecto "El jardín de mi hospi".

La organización Juegaterapia lucha por facilitar la estancia de los niños hospitalizados con cáncer a través de varias iniciativas como facilitar consolas a los hospitales infantiles para que los niños jueguen mientras reciben sus tratamientos médicos. Entre sus iniciativas incorporaron recientemente la construcción de jardines en las azoteas desaprovechadas de los hospitales con el objetivo de que los niños puedan jugar en la calle, pero bajo los cuidados del hospital. Esta iniciativa presentada por Juegaterapia convertirá la azotea del hospital de la fe en un parque infantil.



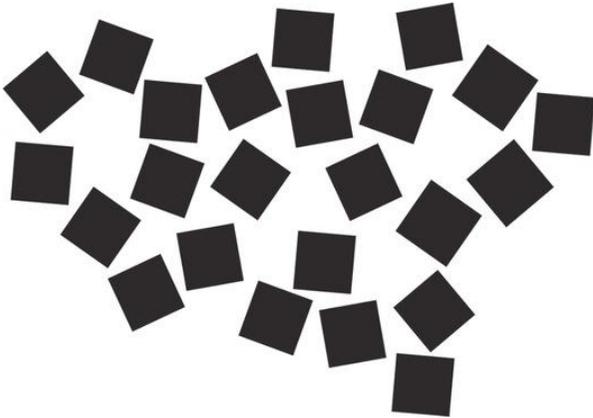
El nuevo jardín será un espacio de 800 m<sup>2</sup>, de juego y relax al aire libre, ubicado en el edificio del Hospital La Fe. Una de sus azoteas se convertirá así en una zona de juegos verde, con plantas, árboles y otros elementos pensados para disfrutar también visualmente. El diseño lo han realizado los integrantes del estudio de arquitectura RICA. Y no solo será una zona de recreo para jugar al aire libre, sino una zona donde los niños puedan asistir a diversas actividades, tanto educativas como lúdicas.

Un jardín para disfrutar también desde las habitaciones y por la noche. Uno de los objetivos del diseño es poder disfrutar, también desde las habitaciones, de las vistas del jardín. Para ello se ha pensado en unas estructuras colgadas donde se percibirían casi como grandes flores de distintos colores. Además, la visión nocturna es importante por lo que se utilizarán materiales que capten la luz durante el día y emitan una luz sutil por la noche, como las luciérnagas en los bosques.



## Espacialidad. Hospital Psiquiatrico, Sou Fujimoto

---



Sou Fujimoto se enfrentó en este proyecto al desarrollo de un ejercicio que debía dar solución a la convivencia de niños de muy diversas edades que necesitan rehabilitación para trastornos psiquiátricos de varios tipos. Partiendo de estos condicionantes, el arquitecto opta por generar un espacio variado, con diversas zonas que generan un conjunto a modo de pequeña ciudad.

El espacio global se extiende entre una serie de cajas iguales repartidas aleatoriamente generando espacios de diferentes dimensiones que se dilatan y encojen a través de los ángulos distintos que toman las cajas. De este modo no se genera un espacio central, sino multitud de rincones, cada espacio adquiere una dimensión acorde a su función, creando unos espacios de tránsito, otros de prolongación y espacios propios. El arquitecto lo define como centros relativos, es decir, pequeños espacios que pueden alternar o ceder jerarquía en función de otro dependiendo de variables relativas, como la luz dominante o bien quién los habita. Fujimoto lo ejemplifica de la siguiente manera: “Para el staff, sus espacios actúan como el centro funcional, para los niños, sus dormitorios o los comedores son el centro”.

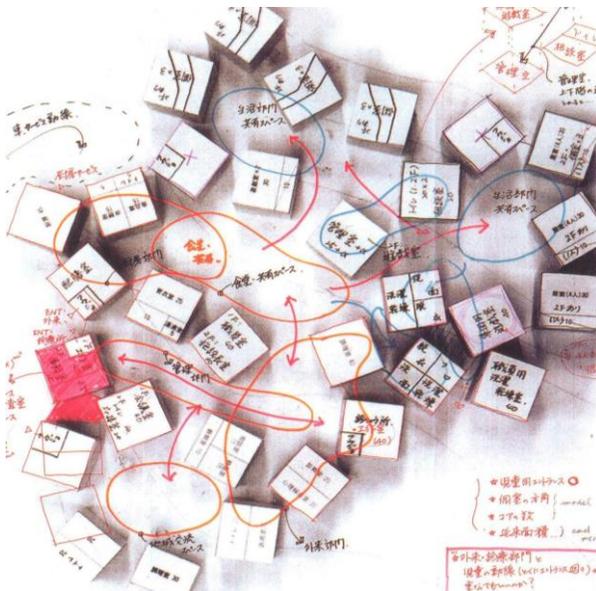
Gracias a este diseño se consigue un gran espacio lleno de oportunidades. Cada espacio cobra la función que requiere su habitante. Los niños habitan un lugar lleno de oportunidades de juego y exploración, un espacio que les permite adueñarse de él, vivirlo a su manera. Parte de las intenciones de Fujimoto consistieron en generar espacios de exploración para ser descubiertos y habitados de manera espontánea por los niños. Un buen ejemplo de esto puede apreciarse en la





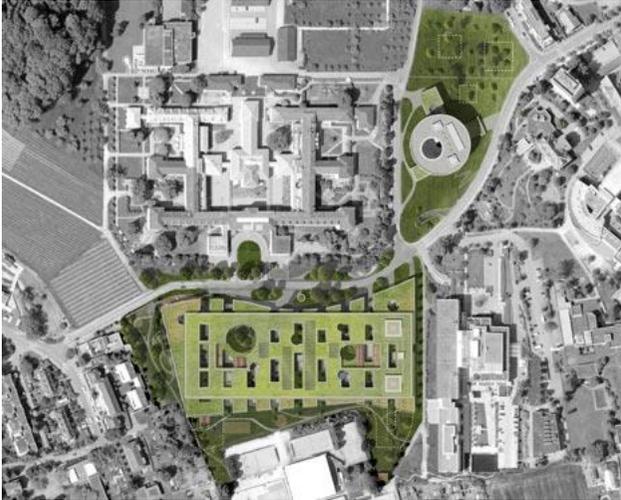
distribución del programa que no pareciera tener una lógica lineal y parece más bien producto de una disposición espontánea que obliga a descubrir al momento de habitar.

Los interiores a pesar de ser simples en sus formas y naturales en la expresión de su materialidad también persiguen la idea general del proyecto, contemplando espacios más pequeños y sin funciones asignadas que actúan espontáneamente dentro del orden general de manera de presentar en todo momento una salida hacia lo espontáneo y lúdico.



## Materialidad. Hospital Infantil en Zurich, Herzog y de Meuron

---

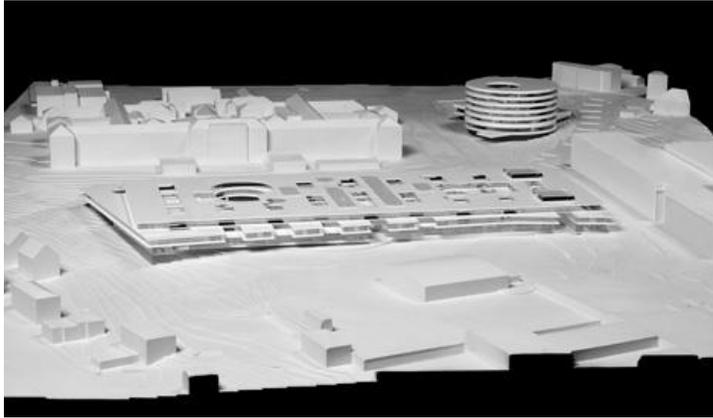


El proyecto para este centro hospitalario se aleja del estereotipo habitual de equipamiento sanitario por el deseo de adaptarse a las necesidades de los pacientes. Se busca una interrelación entre arquitectura y naturaleza. El conjunto cuenta con dos volúmenes con programa distintos. El primero, destinado a la atención médica es un bloque horizontal de tres niveles perforado profusamente por patios para lograr la máxima luz natural. El otro edificio es un volumen cilíndrico de seis plantas dedicadas a la enseñanza y la investigación. El primer edificio busca una tipología adaptada a la escala que requieren sus pequeños usuarios con una materialidad que difiere de la arquitectura sanitaria tradicional.

El edificio principal del hospital contiene el área de tratamiento de niños y adolescentes, al mismo tiempo que el área de enseñanza e investigación científica lugar a la meditación y trabajos científicos.

El Hospital de Niños tiene la forma de un edificio de tres pisos, dispuestas alrededor de una serie de patios, como un poblado introvertido. Los pacientes y sus familiares pueden moverse lo más libremente posible en torno a las diferentes zonas de tratamiento. Los patios interiores de forma intermitente se abren al exterior, permitiendo que la luz del día penetre en la construcción hasta el fondo.

Cada una de las tres plantas tiene una función específica, que se refleja en el formato de las habitaciones, y está diseñado para proporcionar una máxima flexibilidad. En la planta baja se



encuentran las salas de examen, tratamiento y los laboratorios junto con las salas terapéuticas y el restaurante. En la primera planta se sitúan las oficinas de los doctores. Y en la última planta están los dormitorios. Superponiendo estas tres geometrías ideales, se creará la orientación espacial y la variedad. La madera es el material predominante de las fachadas y de los interiores, creando un ambiente más doméstico para los niños, sus padres y el personal del hospital. La madera utilizada es propia de la zona, generando mayor sintonía de este modo con la naturaleza circundante.

El Centro para la Enseñanza y la Investigación, un edificio independiente, alto y redondo, se coloca en un espacio abierto en el centro del campus de las clínicas de salud. Se trata de un edificio público en el que todo gira en torno a la investigación científica y su difusión. Son seis pisos de laboratorios de investigación y de oficinas donde un patio central y circular ilumina los interiores siguiendo el curso del sol. La materialidad predominante en este edificio es el vidrio y los acabados blancos, ya que los espacios no requieren la misma calidez que en el hospital.

A pesar de las diferentes tipologías que se usan para generar el conjunto, ambas se relacionan arquitectónicamente a través de las formas circulares y rectangulares. En el hospital el círculo se utiliza para generar una alteración frente a la estructura rectangular, creando un punto de tensión que se aprovecha para marcar determinados usos característicos. En el centro de enseñanza e investigación se usa para generar un punto de encuentro en sí mismo, generando un lugar de intercambio a nivel del campus.





Centro de rehabilitación en Basel.

Los arquitectos a cargo del proyecto expresaron que estaban encantados con que el jurado hubiese optado por una opción que permitía que la buena arquitectura, la economía y la funcionalidad conviviesen en un proyecto fuera de lo corriente para esta tipología arquitectónica.

Su diseño basado en una estructura horizontal, llena de luz natural y con la madera como material predominante no es un experimento en este tipo de edificios sanitarios, ya que para la clínica de rehabilitación de lesiones cerebrales y de médula espinal en Basel optaron por un diseño similar.



## BIBLIOGRAFÍA

---

- ZABALBEASCOA, A. ¿Puede la arquitectura humanizar un hospital? El País. <http://blogs.elpais.com/del-tirador-a-la-ciudad/2013/04/my-entry.html>
- ULLAN DE LA FUENTE, A M. La humanización de la hospitalización pediátrica: la calidad de las atenciones psicosociales a los niños en los hospitales. Universidad de Salamanca. Salamanca. 2003
- VV.AA. AV Proyectos 57 Urban Size. Madrid. 2012
- Stump & Schibli Architekten BSA. <http://www.stumpschibliarch.ch>
- El jardín de mi hospi, <http://eljardindemihospi.org/>
- Entro de Rehabilitación Psiquiátrica para niños. <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-19969/centro-de-rehabilitacion-psiquiatrica-para-ninos-sou-fujimoto/54d31252b24b45fb78004023>
- TCT. <http://www.twocreate.co.uk/>
- El escondite de los animales. <http://www.interioresminimalistas.com/>
- SAMIMI, K. Children's Cancer and Trasnplant Hospital: a Micro Town within a Bubble. University os Massachusetts. Amherst. 2012
- SAWYER, B A. Paediatric Centre: A New Design Approach. University os Science and Technology. 2010
- DE VOSS, F. Building a Model of Holistic Healing Environments for Children's Hospital. University of New York. 2010

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

# Arquitectura sanitaria de emergencias

---

Arquitecturas de ligera industrialización

**Héctor Martín Papperitz**

20/05/2015

Tutor: Salvador Mata



# **INDICE**

## **1. LA ARQUITECTURA EFÍMERA**

### **1.1 CONCEPTO**

### **1.2 FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA EFÍMERA**

## **2. DESARROLLO HISTÓRICO DE LA ARQUITECTURA TEMPORAL**

## **3. ARQUITECTURA DE EMERGENCIAS**

### **3.1 ADECUACIÓN AL TERRITORIO**

## **4. EJEMPLOS RECIENTES DE ARQUITECTURA DE EMERGENCIAS**

### **4.1 EJEMPLOS**

### **4.2 ESPECIAL REFERENCIA A ARQUITECTURAS SANITARIAS**

## **5. LA OBRA DE SHIGERU BAN**

### **5.1 EJEMPLOS DE INTERVENCIONES EN EMERGENCIAS**

### **5.1 EJEMPLOS DE ALMACENAMIENTO EN PABELLONES**

## **6. CONCLUSIONES**

## **7. BIBLIOGRAFÍA**



## **1. LA ARQUITECTURA EFÍMERA**

### **1.1 Concepto**

La arquitectura temporal, o efímera, también es labor de los arquitectos, ya que cualquier intervención física, en el entorno de la vida del ser humano es arquitectura. Por ello, con el paso de los años, al igual que la arquitectura se ha ido sofisticando en los campos del diseño con nuevos materiales y nuevas propuestas, también ha ido ofreciendo soluciones más eficientes a estas "Arquitecturas de emergencias".

Las características de este tipo de arquitecturas son especiales, ya que demandan una respuesta diferente que la de un proyecto de arquitectura convencional. La dimensión física que marca estas intervenciones es "el tiempo". Una de las cualidades más importantes que requieren las arquitecturas de emergencias es una rápida construcción, manteniendo un nivel de calidad arquitectónica básica. La elección del diseño es muy importante, ya que de él dependen las fases de transporte y montaje.

Una diferencia evidente entre la arquitectura tradicional y la arquitectura efímera es la vida del edificio. Por ello, la elección de materiales también tendrá que ser diversa. Para conseguir una fácil y rápida construcción, es importante tener en cuenta una mínima estandarización o industrialización de piezas de montaje. Hoy en día podemos tener al alcance de nuestras manos una amplia gama de materiales atípicos en nuestros edificios convencionales, pero que asombrosamente pueden venir muy bien a este tipo de arquitectura de emergencias. No cabe duda que serán materiales ligeros y sencillos con una eficiente puesta en obra.

Hay muchos agentes que intervienen en la vida del edificio, como pueden ser: las condiciones físicas del lugar, el clima, la mano del hombre, etc. Todas ellas hacen que cualquier tipo de edificio sea más o menos temporal. Lo que no está a nuestro alcance es el conocimiento de

cuándo va a suceder un desastre natural o una catástrofe ni anteponernos a ella, por eso, tenemos que estar preparados para intervenir con la máxima rapidez.

Otro aspecto que interviene en el diseño y elaboración de edificios temporales es el "Grado de Emergencia", pudiendo llegar incluso a situaciones extremas, como en el caso reciente de la Catástrofe de Haití (2010). La arquitectura debe responder con la máxima eficacia, y para ello, a día de hoy, existen asociaciones como la "*Fundación Arquitectos de la emergencia*": organización no gubernamental francesa encargada de socorrer a las víctimas afectadas por catástrofes naturales, humanas o tecnológicas.

En la actualidad, existen multitud de arquitectos que trabajan y estudian el diseño de Arquitecturas de emergencias ante catástrofes naturales, como puede ser el caso de Shigeru Ban, convirtiéndose en una ayuda humanitaria necesaria para la reorganización y reestructuración de la vida urbana.



MING TANG, *Folded bamboo houses + Paper house*, 2008

## 1.2 Fundamentos de la Arquitectura efímera

### - Flexibilidad

Principio fundamental en la Arquitectura temporal de emergencias, que deberá de adaptarse a cualquier tipo de emplazamiento físico. O lo que es lo mismo, dependiendo de las necesidades de cada situación, esta arquitectura tendría que poder aceptar diferentes disposiciones y organizaciones en el lugar de ubicación. El montaje de esta arquitectura tiene que ser sencillo, accesible para todo tipo de personas, que, pensando en una situación extrema, cualquiera pueda ayudar al desarrollo de dichas infraestructuras.

### - Temporalidad

Hay que diferenciar claramente la arquitectura permanente de la arquitectura temporal, así como los factores que derivan de cada una de ellas. Cuando se planifica una organización de infraestructuras a partir de arquitecturas temporales siempre cabe la opción de volver al origen, de no alterar en exceso el lugar de actuación. En cambio, la arquitectura permanente convencional tiene como uno de los objetivos principales modificar el espacio físico de emplazamiento. Las arquitecturas de emergencias están pensadas para ser desmontadas una vez que dejen de ser necesarias, o bien degradadas por el paso de no mucho tiempo.

### - Innovación

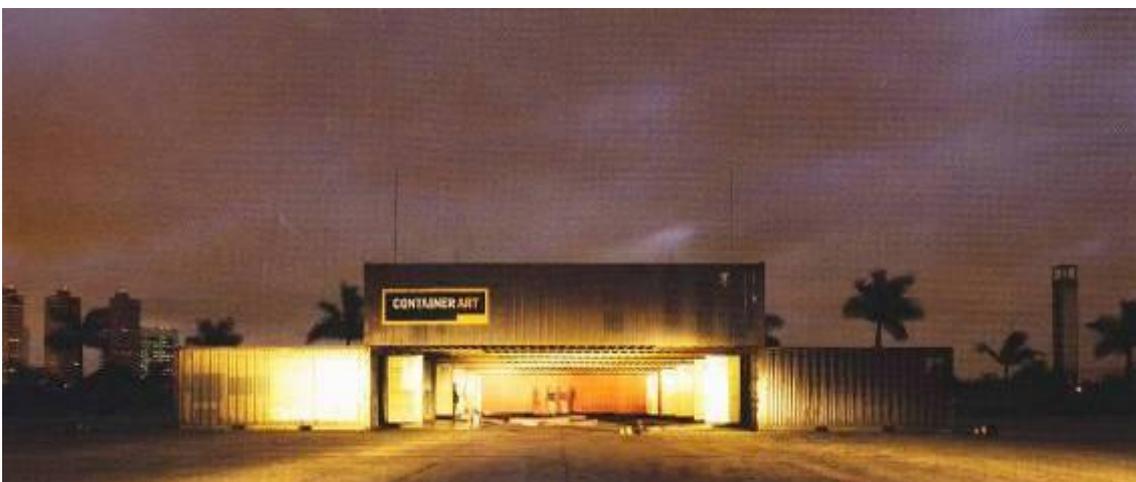
A día de hoy contamos con infinidad de nuevos materiales y arquitectos que experimentan con ellos por todo el mundo. Estudios de investigación nos han permitido conocer sistemas constructivos hasta ahora desconocidos. Han de buscarse materiales constructivos ligeros, de rápida manufactura y transporte, que favorezcan una estandarización de la arquitectura. El crear un diseño con elementos prefabricados puede beneficiar el rápido transporte y montaje, tan necesario en este tipo de emergencias.

- Bajo coste y economía de recursos

Aspecto muy a tener en cuenta, ya que permite un mayor desarrollo, sobretodo en catástrofes naturales de zonas tercermundistas. Concepto de "Low Cost", también en la arquitectura de emergencias. La adaptación al lugar en cuanto a recursos es importante: integrar en el diseño lo existente en un entorno cercano.

- Gestión de residuos

Todo lo citado en el guion anterior sería posible mediante una reutilización de materiales constructivos. Se pueden obtener medios sostenibles procedentes del reciclaje de elementos en desuso, que transformados e integrados en la arquitectura temporal, pueden alcanzar grandes beneficios.



JODIDIO P., *Temporary Architecture Now*, (2011), BERNARDES+JACOBSEN ARQUITECTURA, *Container Art*, Sao Paulo, 2008

## **2. DESARROLLO HISTÓRICO DE LA ARQUITECTURA TEMPORAL**

La arquitectura temporal siempre ha existido, desde el inicio de la civilización. Había tribus nómadas que hacían arquitectura efímera, ya que su forma de vida lo requería, y se caracterizaba por su traslacionalidad.



Ejemplo de refugio nómada de Norteamérica, 1890

En la Edad Antigua, en cambio, se buscaba justo lo contrario. Primaba la búsqueda de una arquitectura monumental y fija, con materiales masivos, que ensalzara al máximo el florecimiento de cada cultura. Podemos contemplarlo en el antiguo Egipto con sus pirámides, o en la antigua Grecia con sus templos.

Con el paso del tiempo, en la Edad Moderna, los arquitectos de la época empezaron a trabajar también en arquitecturas temporales, es decir, con fecha de caducidad. Diseñaban escenarios y estructuras para representaciones teatrales, o para eventos y celebraciones.

En los años más próximos, a los que podemos llamar Edad Contemporánea, se han venido celebrando Exposiciones Universales, alrededor de todo el mundo, las cuales han sido un campo de experimentación para los arquitectos de cada época. Cada país cuenta con un pabellón de exposiciones, concebido de forma efímera, en donde las nuevas tecnologías y tipologías, a partir de materiales insólitos en cada época, cogen un papel protagonista en el edificio.



JOSEPH PAXTON, "Crystal Palace", 1851, Exposición Universal de Londres

[Fue la primera de las Exposiciones Universales, y el gran edificio de hierro y cristal cambió, en cierta manera, la concepción de lo que, hasta la fecha era, un edificio monumental de gran potencia. Los grandes sillares de piedra se sustituyeron por sutiles elementos de hierro y vidrio.]

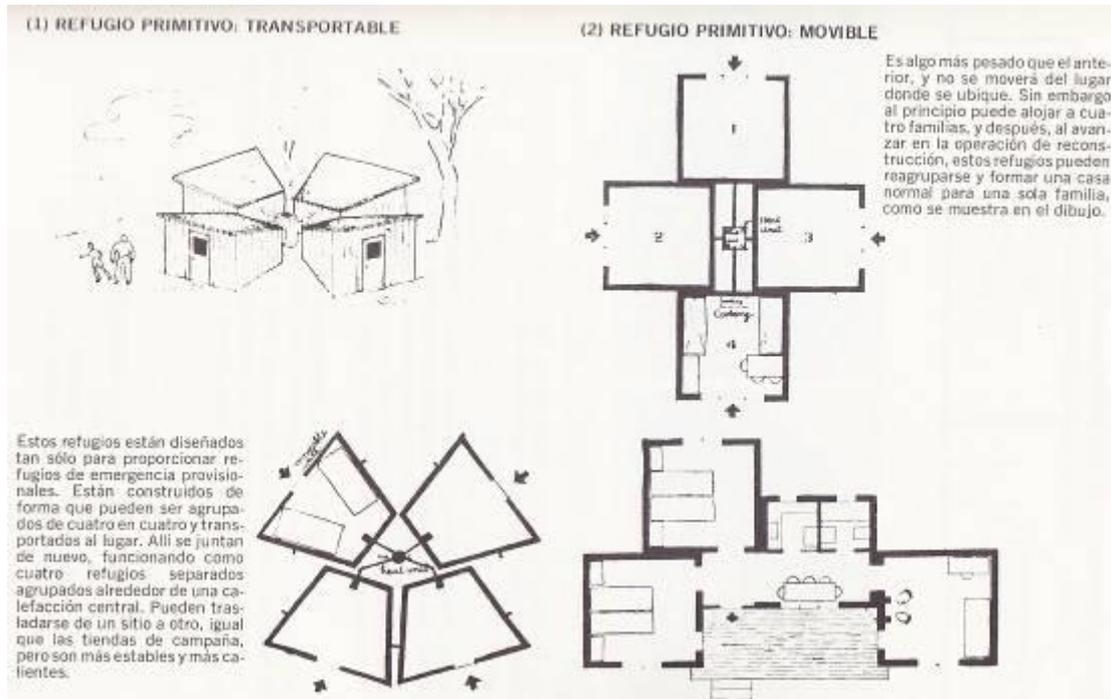
Periodo de entreguerras y posguerras: necesidad de arquitectura sanitaria de emergencias.

*(Ian Davis, 1980, p 136) señala que:*

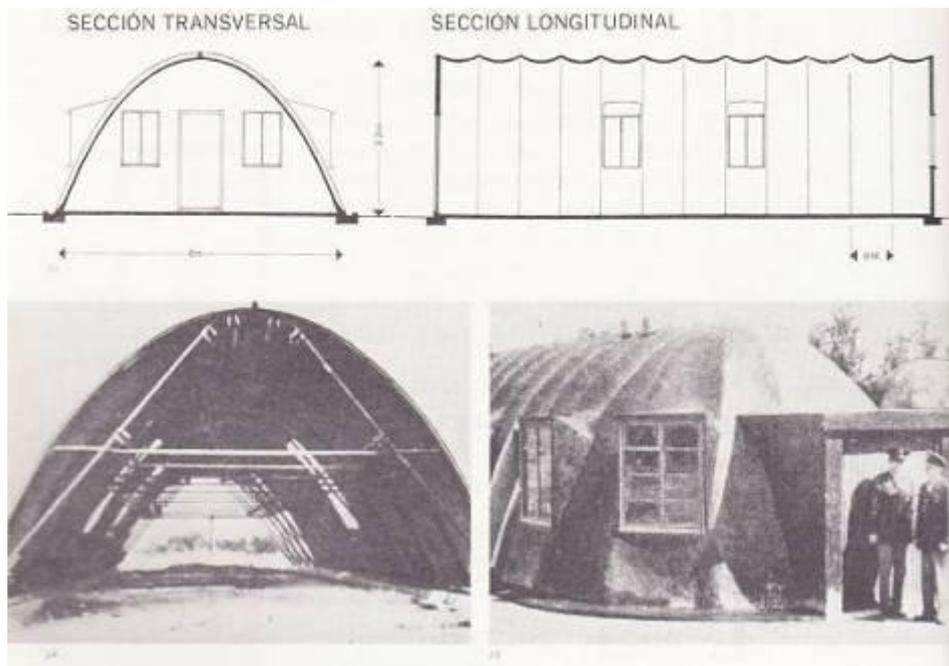
"SEGUNDA GUERRA MUNDIAL, 1939-1945

En las dos guerras mundiales, las dos grandes catástrofes del siglo XX ocasionadas por el hombre, podemos encontrar ejemplos de provisión de refugio que por su gran escala hacen

que parezcan pequeñas las demás provisiones de viviendas postcatastróficas. Incluso el gran arquitecto finlandés Alvar Aalto presento diseños detallados de refugios de emergencia en tiempo de guerra. Pero las guerras ofrecieron también información muy útil sobre la conducta social en situaciones de tensión. (...)"

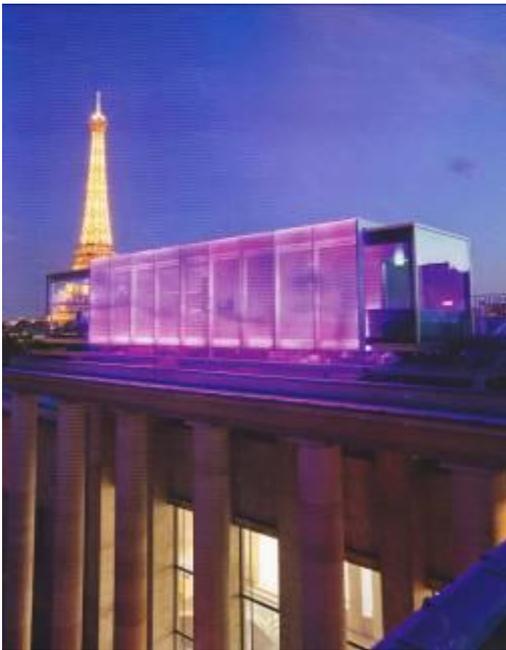


IAN DAVIS, *Arquitectura de Emergencia*, 1980, Diagrama 16. Diseño de refugio para la Segunda Guerra Mundial.



IAN DAVIS, *Arquitectura de Emergencia*, 1980, Figura 96. Cabañas C'tesiphon que se construyeron en grandes cantidades por todo el sur de Inglaterra antes del día D.

En la actualidad más reciente, la arquitectura temporal se ha centrado más en exposiciones, conciertos, eventos y escenografías, pero también en situaciones de emergencias de todos los tipos, cosa de la que los arquitectos y la arquitectura temporal para emergencias deben tomar nota.



JODIDIO P., Temporary Architecture Now, (2011),

"NOMIYA"

"Restaurante temporal y transportable para 12 comensales, fue erigido en la cubierta del Palais de Tokyo de Paris entre Abril y Junio de 2009, y ofrecía a los clientes una vista panorámica del Sena y de la Torre Eiffel. "



### **3. ARQUITECTURA DE EMERGENCIAS**

Toda intervención física en el espacio vital de un ser humano podría decirse que es arquitectura. Como afirma William Morris:

"La Arquitectura abarca la consideración de todo el ambiente físico que rodea la vida humana: no podemos sustraernos a ella mientras formemos parte de la civilización, porque la Arquitectura es el conjunto de modificaciones y alteraciones introducidas en la superficie terrestre con objeto de satisfacer las necesidades humanas, exceptuando sólo el puro desierto." (*The Prospects of Architecture in Civilization, conferencia pronunciada en la London Institution el 10 de marzo de 1881 y recopilada en el libro On Art and Socialism, Londres, 1947*).

Una explicación de Ian Davis en *Arquitectura de emergencia* sobre lo que puede llegar a ser la característica principal del refugio de emergencia afirma que "Su finalidad es aportar protección a una familia vulnerable. Puede tomar la forma de un producto, o bien puede ser un proceso. (...) Al dar esta protección, todo donante debe ser consciente de las consecuencias a largo plazo de sus actos. La futura forma de una población o incluso el desarrollo económico a largo plazo de una comunidad queda determinado por las decisiones que se toman cuando todavía están a la vista las aguas de una inundación, o cuando todavía quedan residuos en el aire."

#### **3.1 Adecuación al territorio**

Será importante tener en cuenta el lugar de la emergencia para saber cuáles serán los mejores medios constructivos. Hay materiales como la madera, que en climas muy húmedos o con lluvias torrenciales podría llegar a pudrirse; en cambio, si fuera acero podría llegar a oxidarse. Es decir, hay que saber cómo se comportan los materiales en diferentes climas, si son calientes o si son fríos. Aspectos a tener en cuenta también serán las condiciones físicas del lugar de

emplazamiento: planeidad o inclinación del terreno, resistencia del asentamiento del edificio en el suelo, etc.

Dependiendo de la situación geográfica de la catástrofe, las consecuencias podrían llegar a ser muy diferentes:

(IAN DAVIS, *Arquitectura de Emergencias*, 1980, p 30)

"Tomando por ejemplo un terremoto, podemos observar que si se produce en una zona despoblada no se tratará de una catástrofe propiamente dicha, sino que más bien se definirá como un fenómeno natural. (...)

Terremoto:

1. Carencia de población
2. Ciudad bien construida
3. Ciudad mal construida, ciudad mal situada

Diagrama 3. Variables geográficas

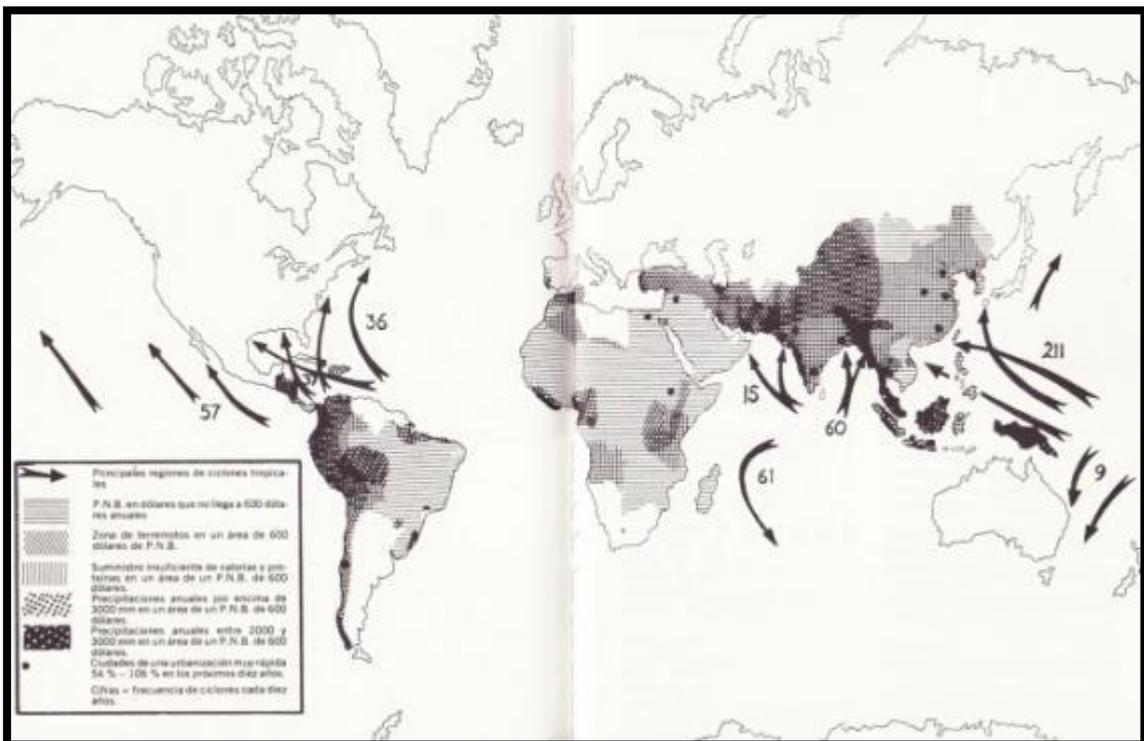
Si el terremoto se produce en una ciudad a estilo occidental, donde los edificios están bien diseñados con una construcción resistente a los terremotos, se producirán también algunos daños, pero el acontecimiento no se calificara como catastrófico.

Por último está el consabido modelo de terremoto producido en una ciudad de rápida expansión en el mundo en vías de desarrollo. En este caso se producirán graves daños y muchas víctimas. Su mejor definición será la de catástrofe. (...)

La condición de vulnerabilidad puede relacionarse con los edificios mal construidos o bien con la ubicación de las poblaciones -o lo más probable que se relacione con ambas cosas."

## 4. EJEMPLOS RECIENTES DE ARQUITECTURA DE EMERGENCIAS.

Las tragedias se suceden alrededor de todo el mundo sin distinción de países o clases sociales. Podemos hablar de terremotos como el de San Francisco de 1906, en Norteamérica, el terremoto de Reggio-Messina de 1908, en Italia, o el terremoto e incendio de Tokio en 1923, en Asia oriental.



IAN DAVIS, Arquitectura de emergencia, 1980, Mapa de la vulnerabilidad a las catástrofes

Más actuales conocemos el terremoto de Haití de 2010 y el de Tsunami de Japón de 2011, en los que el principal problema era la gran vulnerabilidad de las poblaciones asentadas en esos países tercermundistas, pero que siendo más recientes han contado con los últimos diseños en arquitectura de emergencia, ya sea para viviendas y refugios, o para equipamientos de cualquier tipo, necesarios en una comunidad habitada por miles de personas en condiciones pésimas.

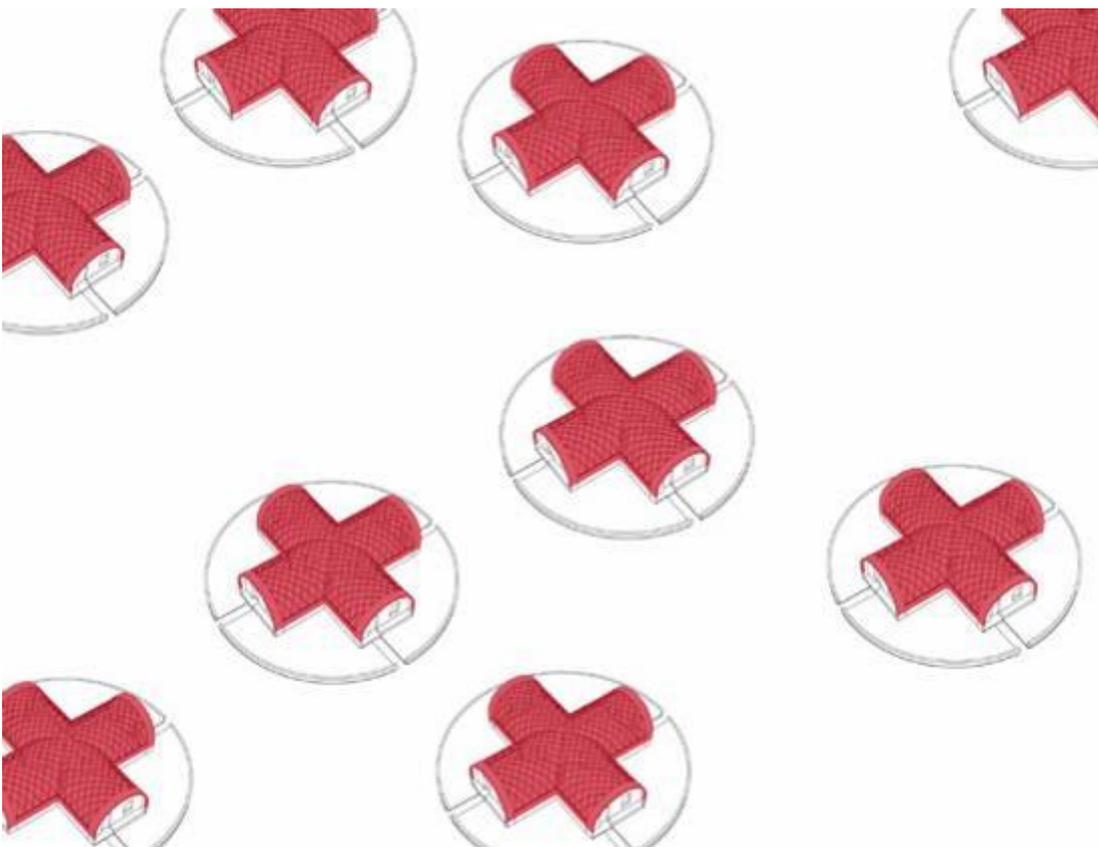
Esto supone hoy en día todo un desafío para los diseñadores de de sistemas humanitarios de ayuda pos catástrofe, ya que deben contar con los mejores medios posibles, y ser lo más eficaces en cuanto a tiempo y resultado.

## 4.1 Ejemplos

RED+HOUSING, PUGA 2009

Design: OBRA Architects





GRAPH. EMERGENCY ARCHITECTURE UNITS 2009

Rintala Eggertsson architects



CROSSING NOW EXHIBITION IN BEIJING

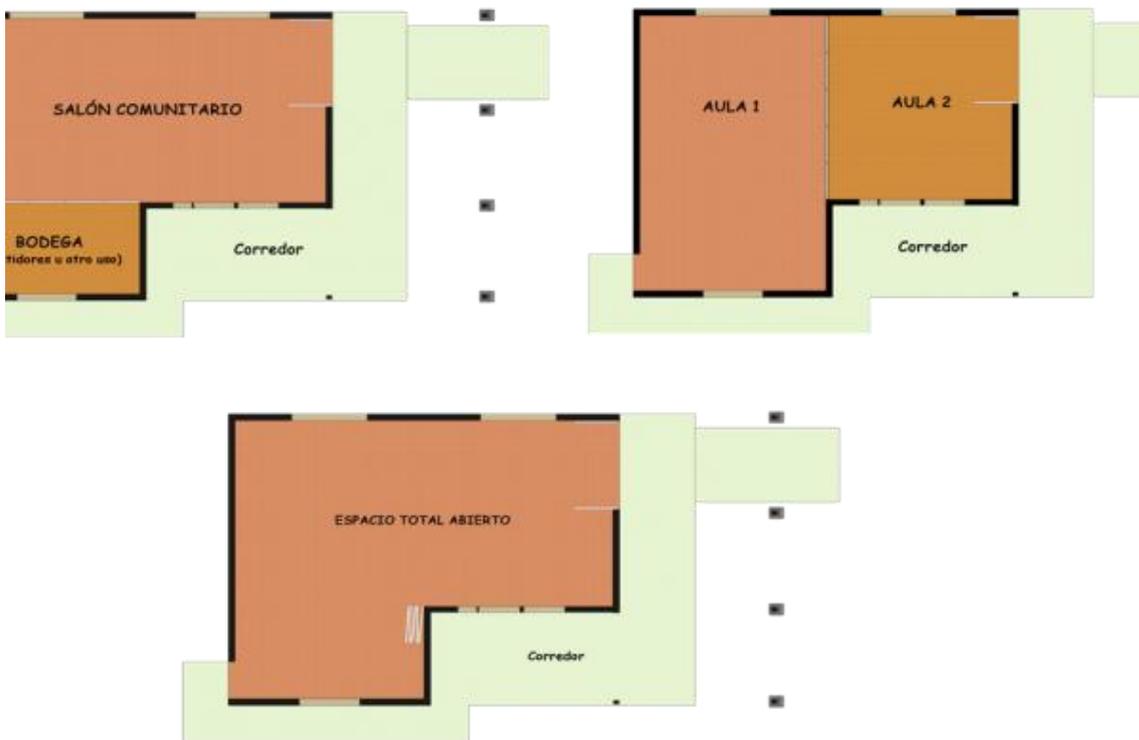
Sou Fujimoto



MULTIUSE CLASSROOM AND COMMUNITY CENTER

Noel Sampson, Nicaragua 2012





REFUGIOS TEMPORALES PARA FILIPINAS

AFH Monterrey, 2012



**Structure**  
Simple timber modulated structure that facilitates assembly with various materials

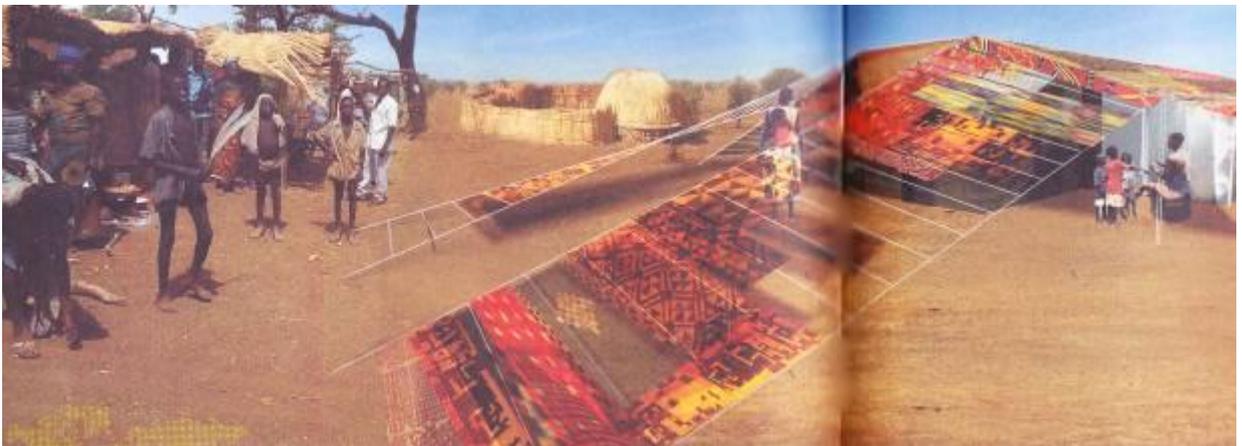




## 4.2 Especial referencia a arquitecturas sanitarias

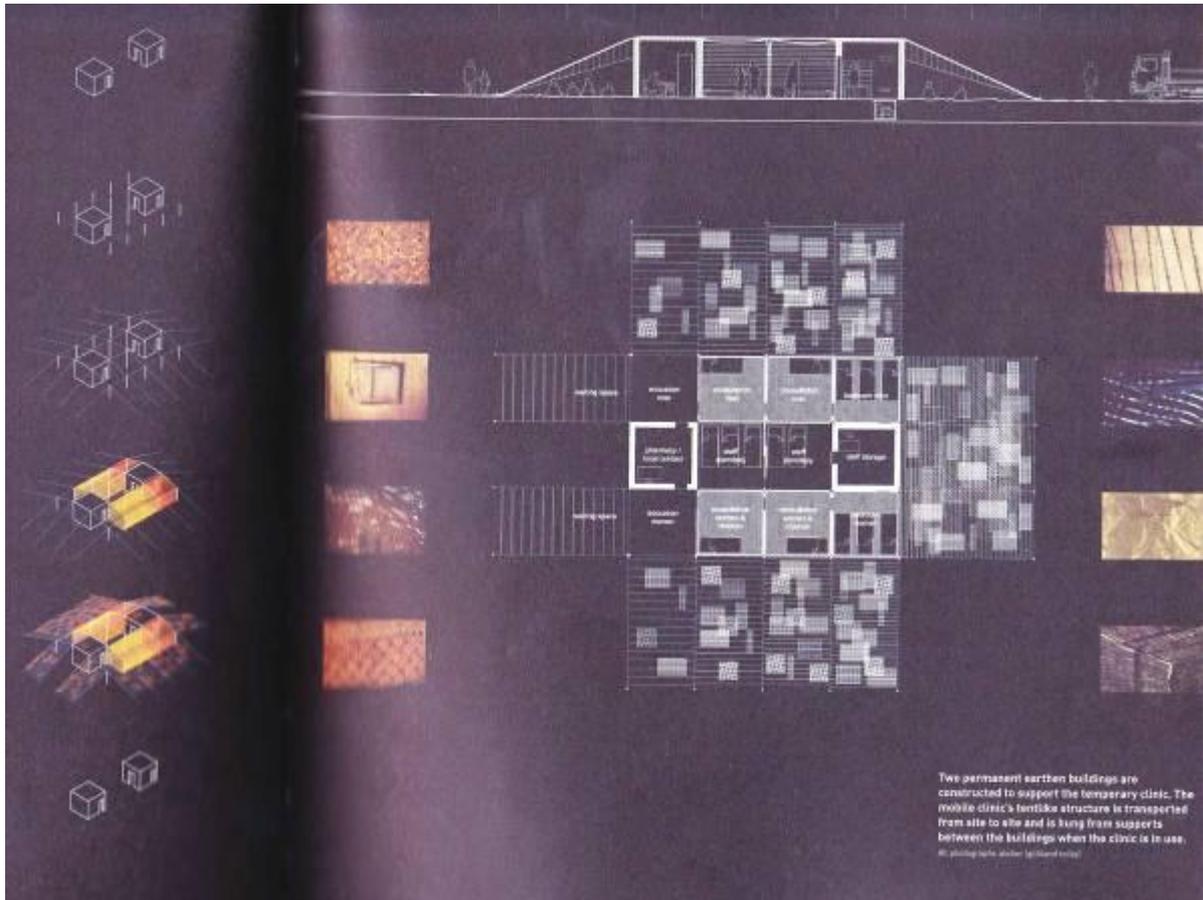
### CLINICA DE SALUD MÓVIL

Paris, Prototype 2002



Según el libro de "Design like you give a damn" las estadísticas dicen que tres cuartas partes de la población con SIDA en todo el mundo, vive en la zona del Sáhara, de África. La mayoría de esta gente no tiene acceso a medicinas ni a cuidados médicos, como a preventivos de dicha enfermedad.

Este grupo de arquitectos idean el diseño de una clínica para enfermos de SIDA móvil. Las unidades médicas móviles y los centros de tratamiento de VIH podían no solo ser usados para pruebas, prevenciones o tratamientos de disuasión, sino que también tenían la función de informar sobre la enfermedad, y aportar servicios básicos con una salubridad suficiente.



El diseño consiste en dos partes: una con carácter permanente, y otra móvil.

Como se puede ver en la parte inferior izquierda de la imagen superior, hay dos construcciones simples, construidas por la gente del poblado, antes de que lleguen los equipos sanitarios. Esta infraestructura será la parte permanente.

Cuando llegan los equipos médicos montan la nueva clínica móvil sobre los dos cubos de tierra, creando nuevos y diversos espacios. Los módulos del centro estarán destinados a consultas y

habitaciones para enfermos. Hay salas para hombres, y salas para mujeres, donde se imparten charlas informativas o se filman videos.



La estructura de la clínica móvil es transportada de lugar en lugar, y es colgada sobre las infraestructuras de tierra.

#### HOSPITAL DE CAMPAÑA MODULAR MIXTO (Empresa Hispano Vema)

Resulta el formato adecuado para el tratamiento quirúrgico y de diagnóstico en el apoyo sanitario a situaciones de catástrofes naturales, operaciones de mantenimiento de paz o apoyo a la fuerza, que requieran un gran despliegue y una permanencia media.



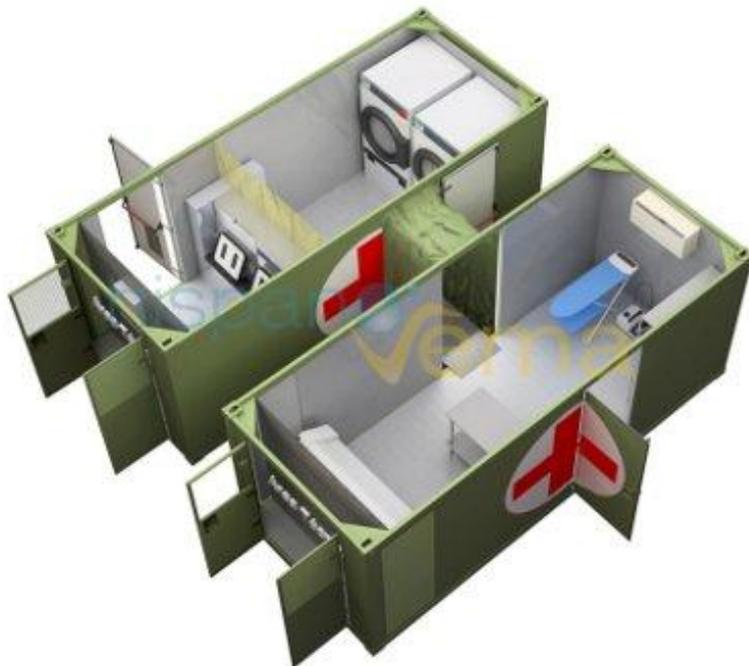
Debido a que en posición de almacenaje y transporte todo queda integrado en distintos contenedores ISO 20' permite el transporte intermodal por carretera, tren, avión o barco.

### CONTENEDOR TIPO

- WC/lavabos/duchas
- Odontología
- Radiología
- Farmacia
- Esterilización
- Laboratorio
- Morgue
- Grupo electrógeno
- Potabilizadora y depuradora agua residual
- Cocina / lavavajillas
- Lavandería hospitalaria
- Almacén

### CONTENEDOR 3 EN 1 CEL

- Quirófano cirugía general
- Quirófano cirugía trauma
- Pre y post operatorio
- Puesto de mando y comunicaciones



### HOSPITAL RÁPIDO DESPLIEGUE (Empresa Hispano Vema)

Hospital de campaña de rápido despliegue, preparado para la atención primera en caso de desastres naturales, ayuda humanitaria u hospital en zona de operaciones. Dimensiones y equipamiento variable desde puesto de enfermería, a puestos de atención especializada o servicio de cirugía.

Por ello el despliegue se realiza a través de tiendas hinchables de estructura reforzada, mobiliario plegable y equipamiento médico y quirúrgico básico configurable.

Se complementa con elementos auxiliares: tratamiento de agua, generador de energía, iluminación exterior, wc, cocinas, etc.

El almacenaje y transporte se realiza en contenedores de carga normalizados o plataformas aéreas helitransportables.



## TIENDA HINCHABLE

- Rápido montaje, necesidad de electricidad
- Ocupa poco espacio
- Facilidad de unión con otras tiendas
- Con sistema de inflado automático que mantiene la tienda permanentemente a la presión requerida
- No requiere formación previa
- Dimensiones HVZ 60 11,21x5,50x2,95/2 cms

## SECCIONES

- Recepción
- Procedimientos: boxes de atención primaria, enfermería, cirugía menor
- Quirófano
- Pre y post operatorio
- Dormitorios hospitalizados
- Dormitorios staff
- WC/lavabos/duchas

## OTRAS SECCIONES

- Radiología
- Farmacia / Esterilización
- Laboratorio
- Odontología
- Morgue
- Grupo electrógeno
- Grupo presión agua / potabilizadora



QUIRÓFANO DE CAMPAÑA "MOBILE-ME" (Empresa Diemer)

La ausencia de soluciones sencillas para la creación de un entorno de tratamiento limpio destinado a procedimientos terapéuticos es uno de los problemas más serios que debe afrontar la medicina moderna en situaciones de emergencia.



La medicina del siglo XXI se apoya en tres pilares:

- El personal médico
- El equipo instrumental médico
- La higiene del entorno de tratamiento

Simplicidad:

Embalado en dos maletas rodantes que pueden ser transportadas por una sola persona.

Sencillo de instalar y operar.

Eficiencia:

Este quirófano es una solución rápida que aporta las posibilidades y ventajas de un entorno terapéutico adecuado, en cualquier momento y lugar, en el interior de edificios o al aire libre.

Se pueden efectuar procedimientos quirúrgicos para salvar vidas en cualquier terreno. Cabe la posibilidad de aislar a los pacientes para prevenir el contagio.



Los 26 filtros HEPA permiten la difusión uniforme de aire limpio en todo el recinto y la generación de presiones positivas. Presión positiva interna de 26 Pascales.

El volumen total del aire del sistema se renueva 70 veces por hora.

Modularidad:

Sistema de paneles modulares que permite unir varias unidades.



## CARACTERISTICAS TECNICAS:

### Estructura:

#### Materiales:

Unidad básica: lona impermeable con revestimiento de PVC color rojo

Piso: lona impermeable con revestimiento de PVC color blanco

Paredes: lona impermeable con revestimiento de PVC color verde transparente

Ventanas: láminas de PVC transparente

Soporte interno desmontable: tubos de aluminio con juntas removibles

Peso: 65 Kg

Medidas en metros: 2,40 de alto, 4,50 de ancho y 3,3 de largo

### Sistema de filtros:

26 filtros HEPA

Intercambio de aire: volumen de aire 16,23 m<sup>3</sup>, con una frecuencia de intercambio de 70 veces cada hora

Eficacia de filtrado de partículas desde 0,3 micras y en adelante del 99,99%

Conforme a la normativa ISO 6

### Unidad del fuelle

Fuelle eléctrico con motor monofásico y un potencia nominal de 2.0 HP

Fuelle mecánico (opcional) con una potencia nominal de 4.0 HP

### Unidad de alumbrado (opcional)

Sistema perimetral de 4 unidades (1400 lúmenes como mínimo)

Sistema de iluminación concentrada (2000 lúmenes como mínimo)



### EL HOSPITAL DE CAMPAÑA (HOC), BRIGADA DE SANIDAD

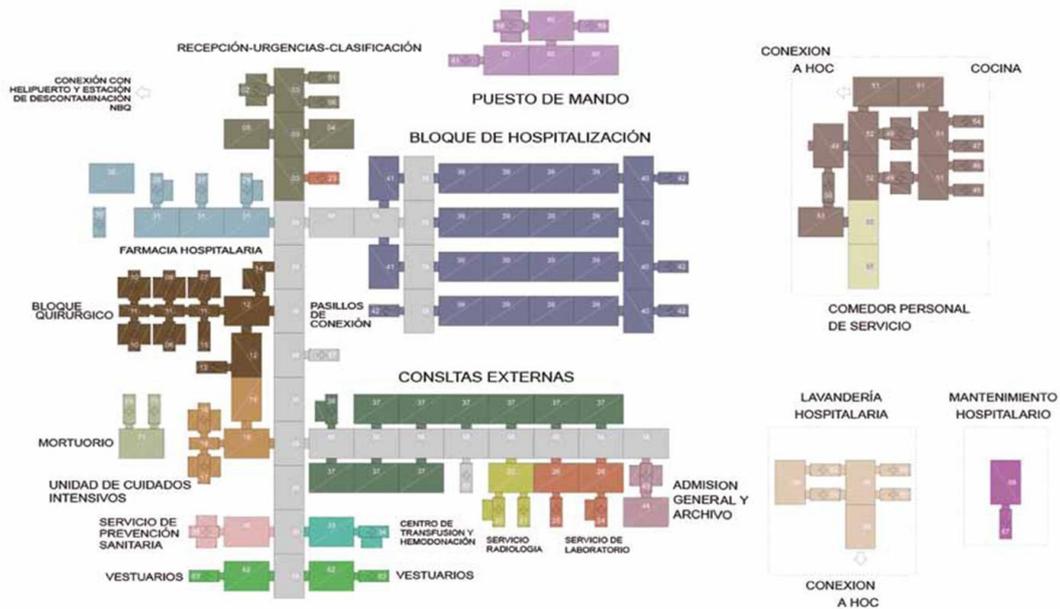
El Hospital de campaña (HOC), es una formación logística sanitaria desplegable de diagnóstico y de tratamiento médico-quirúrgico y hospitalización, así como servicios especializados y farmacéuticos.



Un verdadero policlínico sobre el terreno, solo que mientras que cualquier clínica convencional se aloja en un edificio, el HOC lo hace en tiendas modulares y contenedores interconectados en una inmensa planta baja, empleándose hasta 40 tiendas modulares y hasta 130 contenedores para poder montar el hospital en su totalidad.



Por esto, su despliegue es complejo pudiéndose demorar durante más de un mes hasta que el hospital está completamente operativo, por lo que solo se prevé su empleo en zonas de conflicto donde se espera una larga permanencia y no existan infraestructuras análogas de las que servirse.



Planta del Hospital de Campaña

INFRAESTRUCTURA HOSPITALARIA EN PUERTO PRINCIPE, HAITÍ



Hospitales de ortopedia, traumatología o pediatría, entre otros, divididos en diferentes pabellones asilados entre sí.

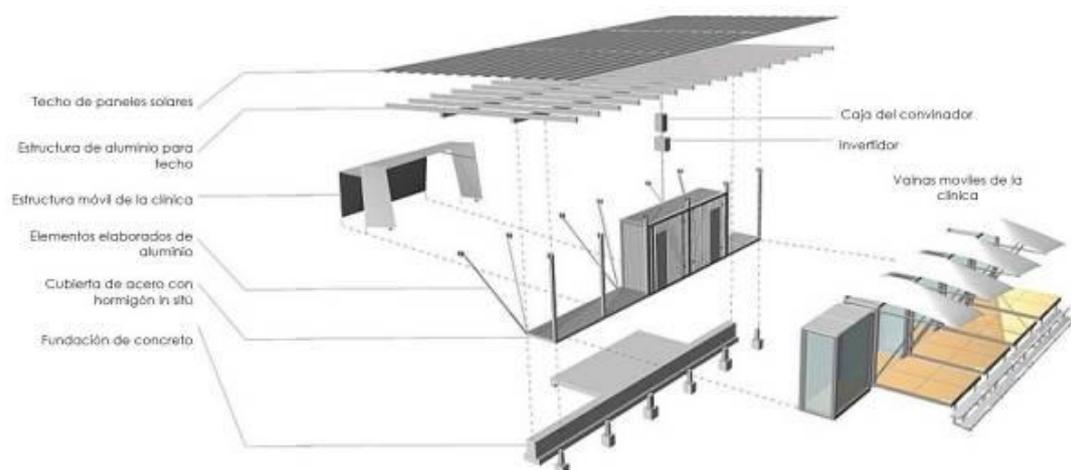
REFUGIO CLÍNICA DE SALUD, HAITI, 2010

Kristen Smith

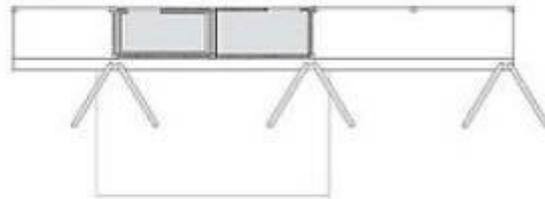
Ejemplo seleccionado de la Tesis de Angel Christian, de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de Cuenca, Ecuador.



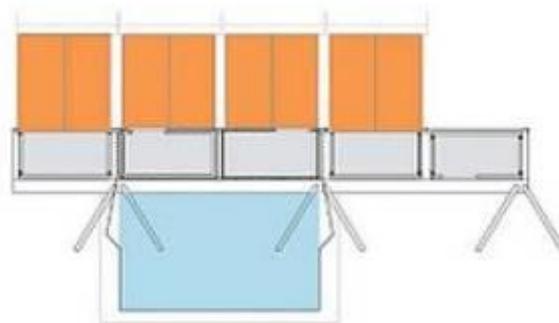
La intención de este proyecto va destinada a los damnificados de Haití, y es la de construir una serie de estructuras permanentes a lo largo de las áreas masivamente dañadas cerca de Puerto Principe, para que todos los habitantes puedan acudir a una clínica de salud. Cuando la unidad móvil no está en un sitio, la comunidad local puede utilizar el espacio en sombra para otras actividades como mercados al aire libre, reuniones de la comunidad, etc.



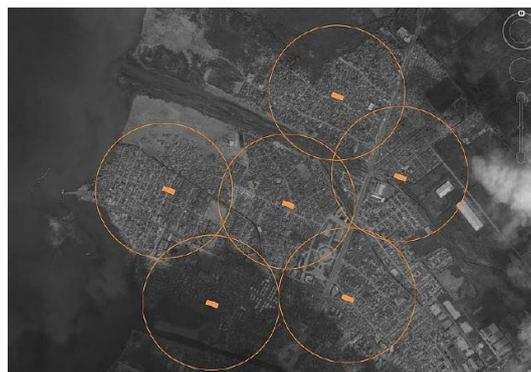
El programa se centra en un núcleo amplio, que minimiza la autoconstrucción de fundaciones. La estructura incluye una variedad de paneles fotovoltaicos apoyados por columnas de acero, un refrigerador solar y una sala de almacenamiento de información y mecánica. Esta estructura está construida de materiales de los contenedores desmontados.



Cuidados sin clínica



Cuidados con clínica



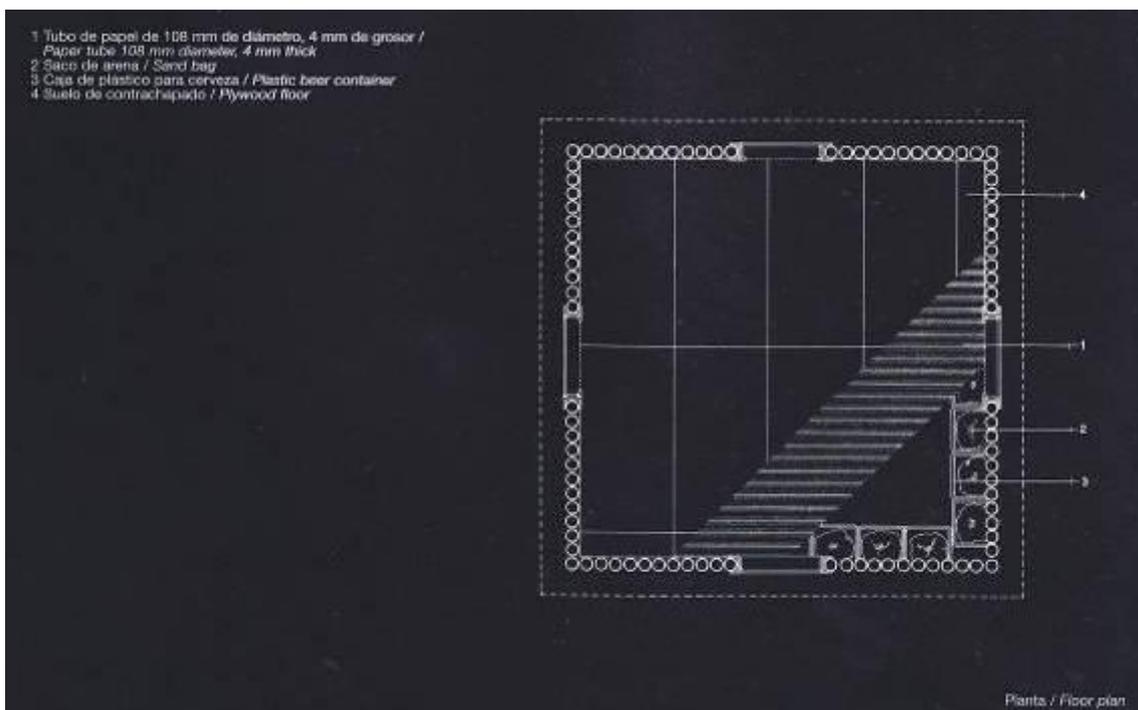
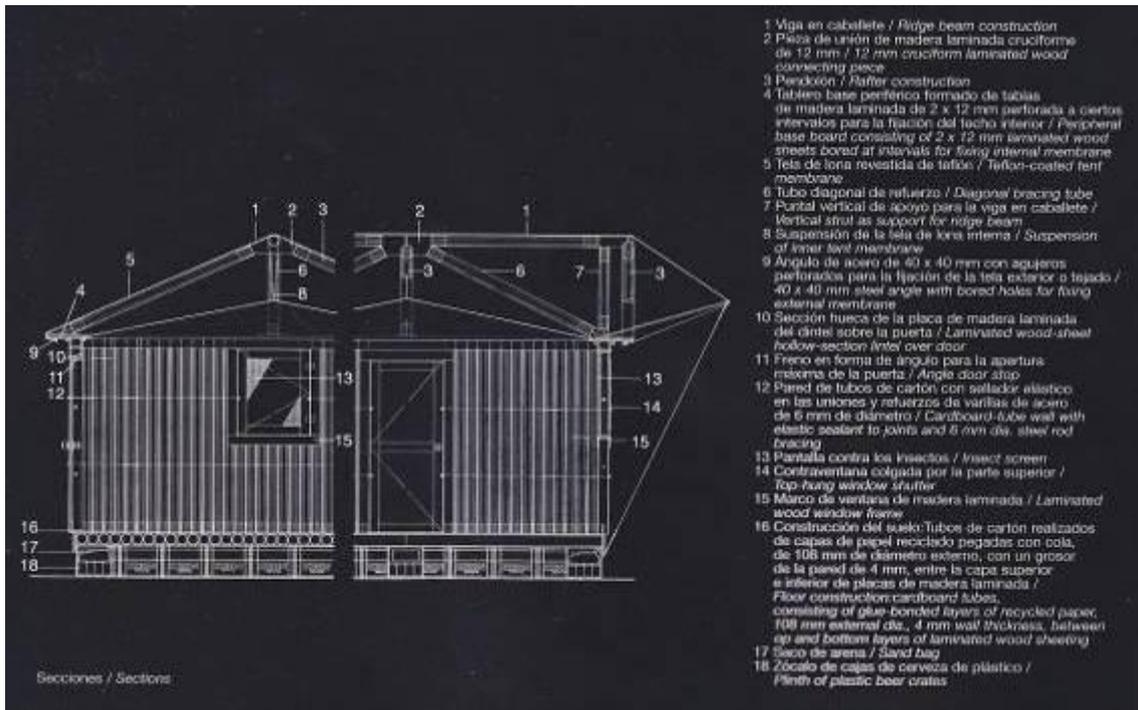
## **5. LA OBRA DE SHIGERU BAN**

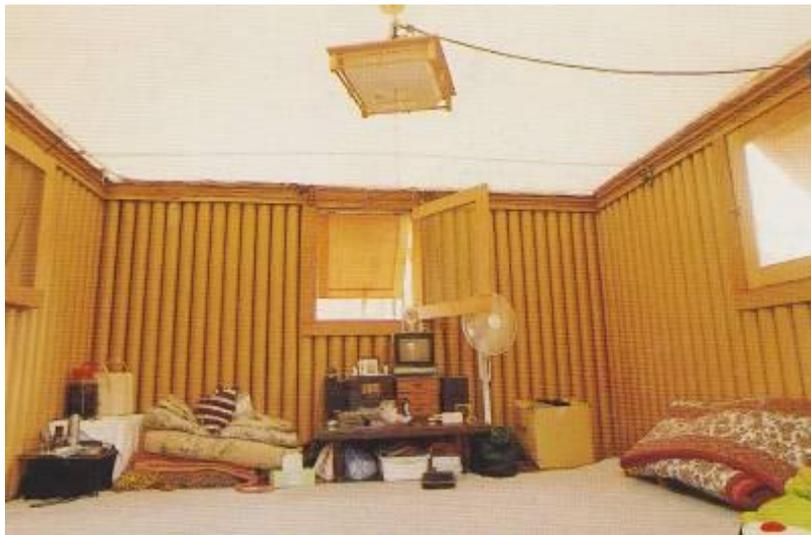
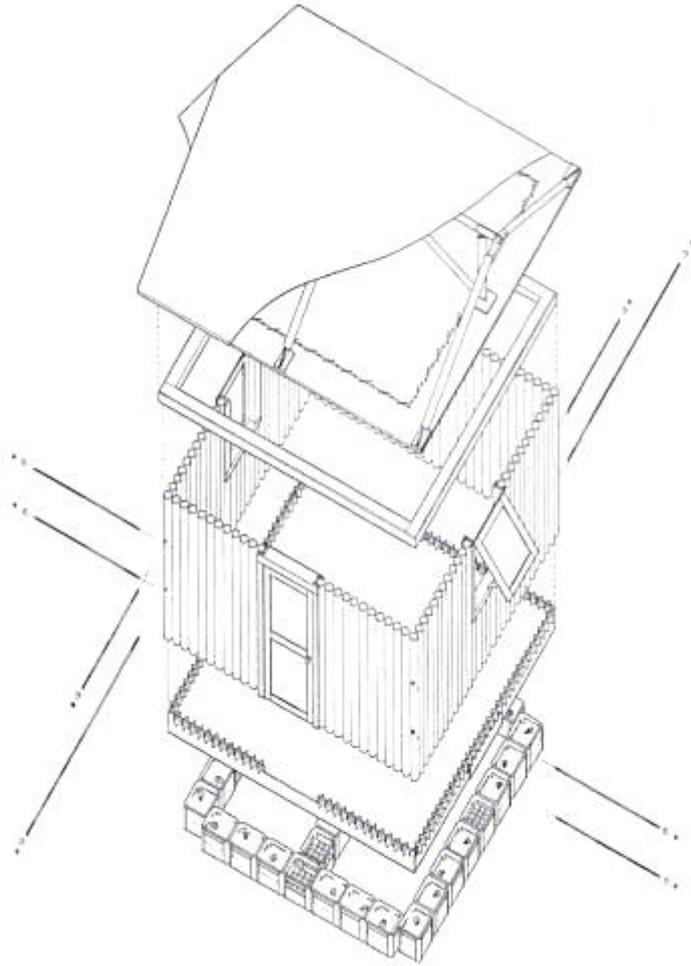
Las intervenciones de Shigeru Ban de las cuales voy a hablar se centran en numerosas estructuras que proporcionan ayuda de emergencia pos catástrofe. Como informa PHILIP JODIDIO en su *Temporary Architecture Now*: "Para desarrollar estos proyectos ha creado su propia ONG, llamada Voluntary Architect's Network."

### **5.1 Ejemplos de intervenciones en emergencias**

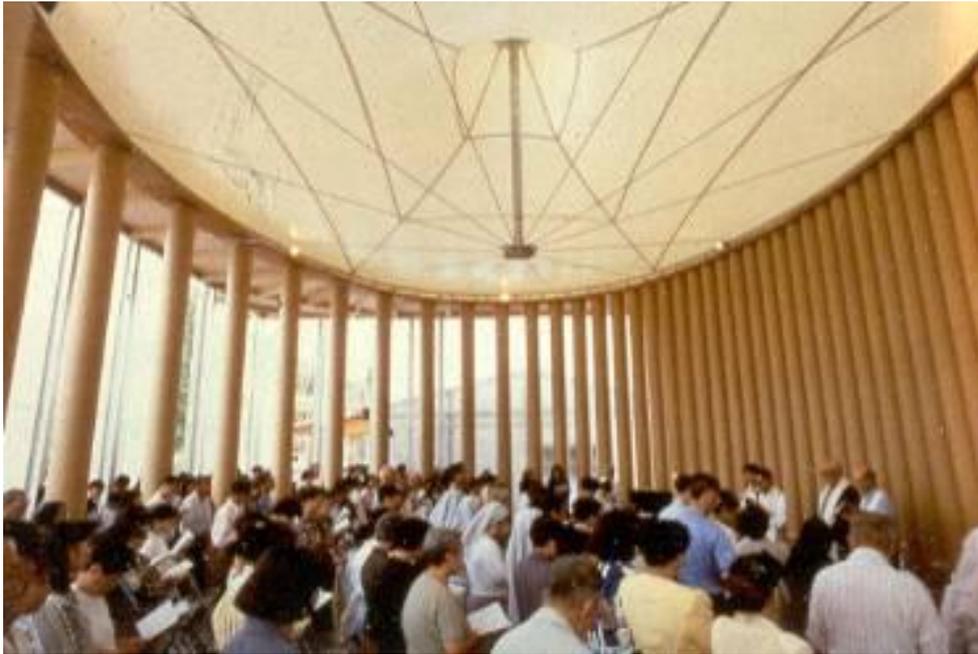
Paper Log House, Kobe, Japón, 1995



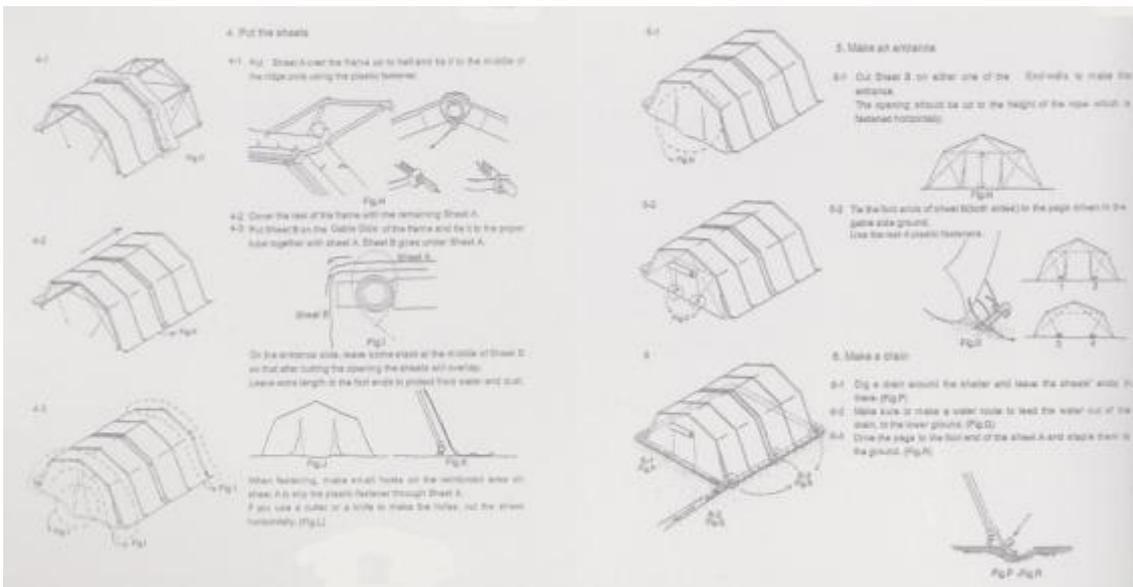


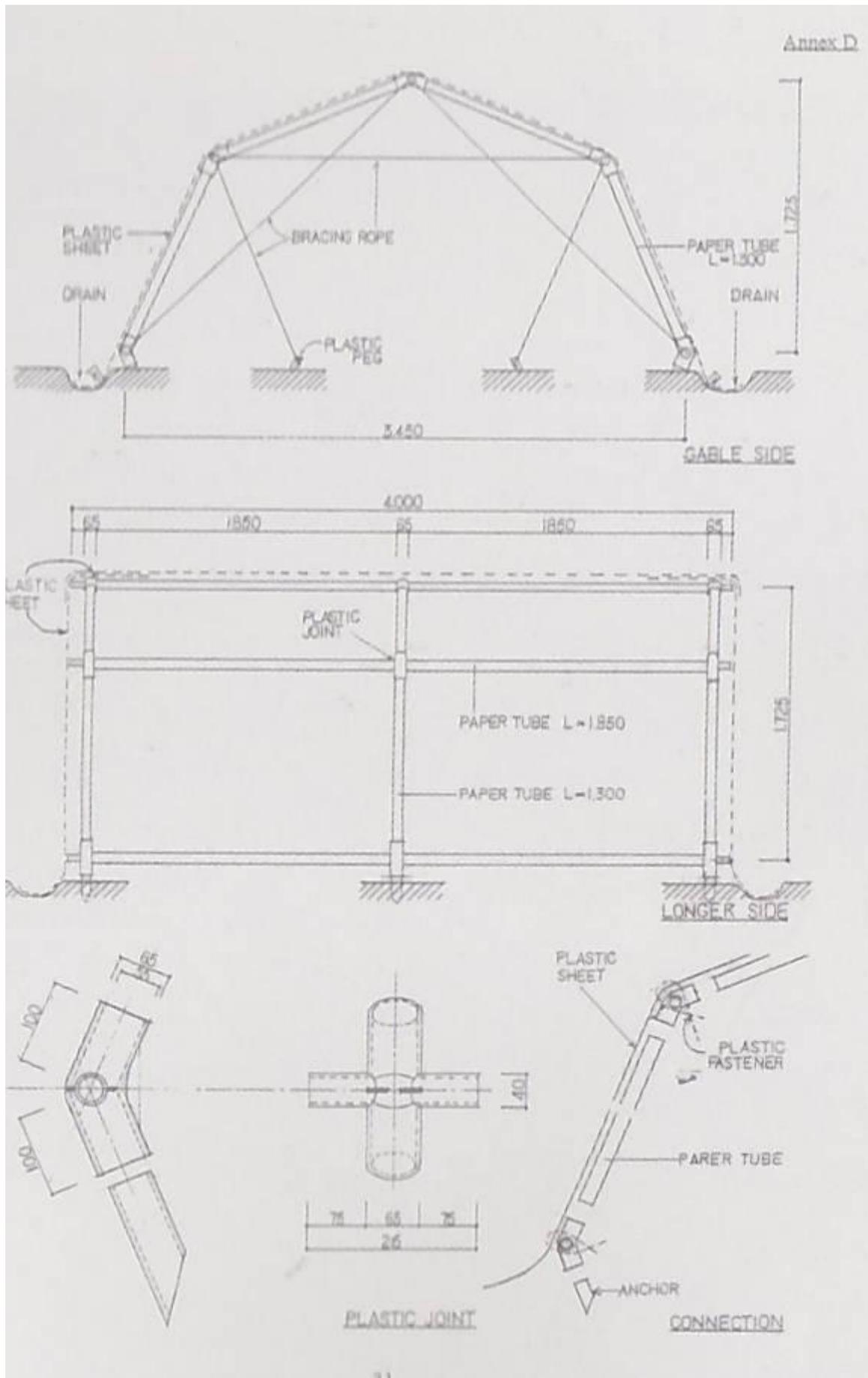


Paper Church, Kobe, Japón, 1995

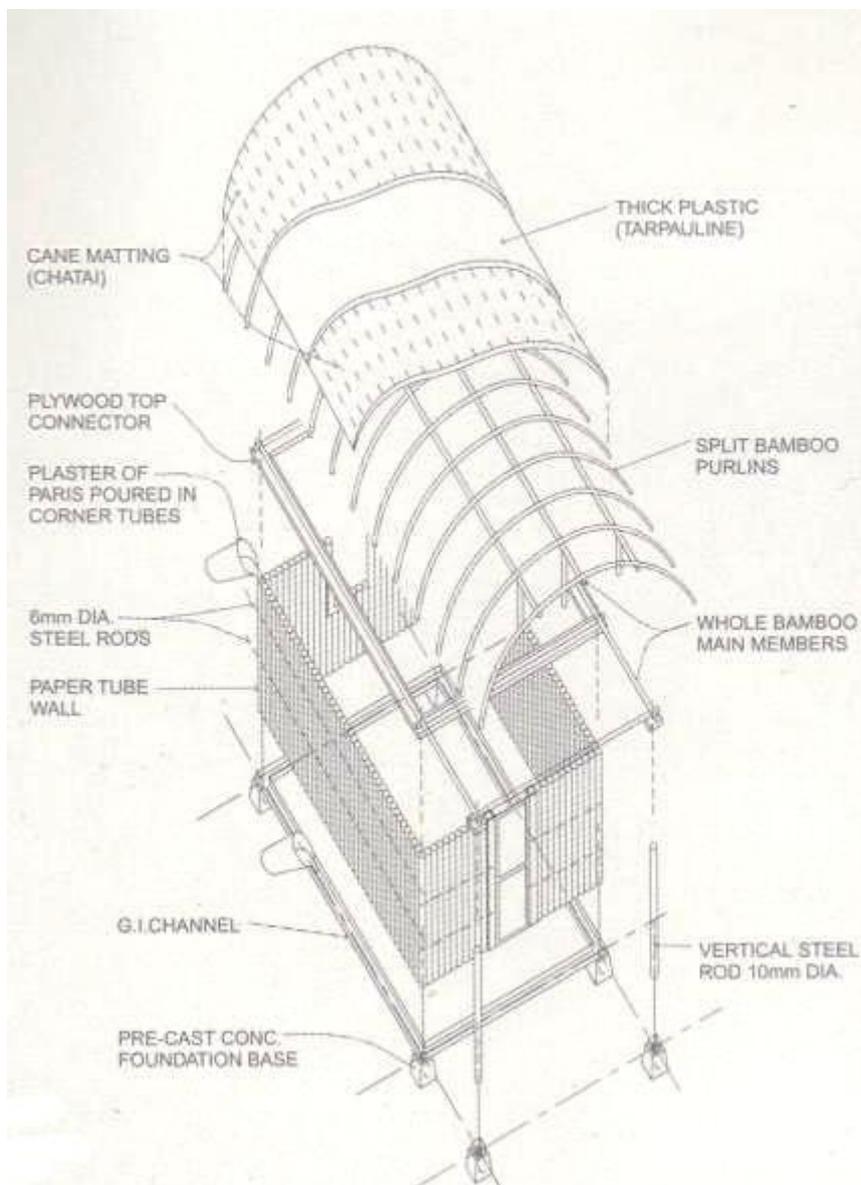


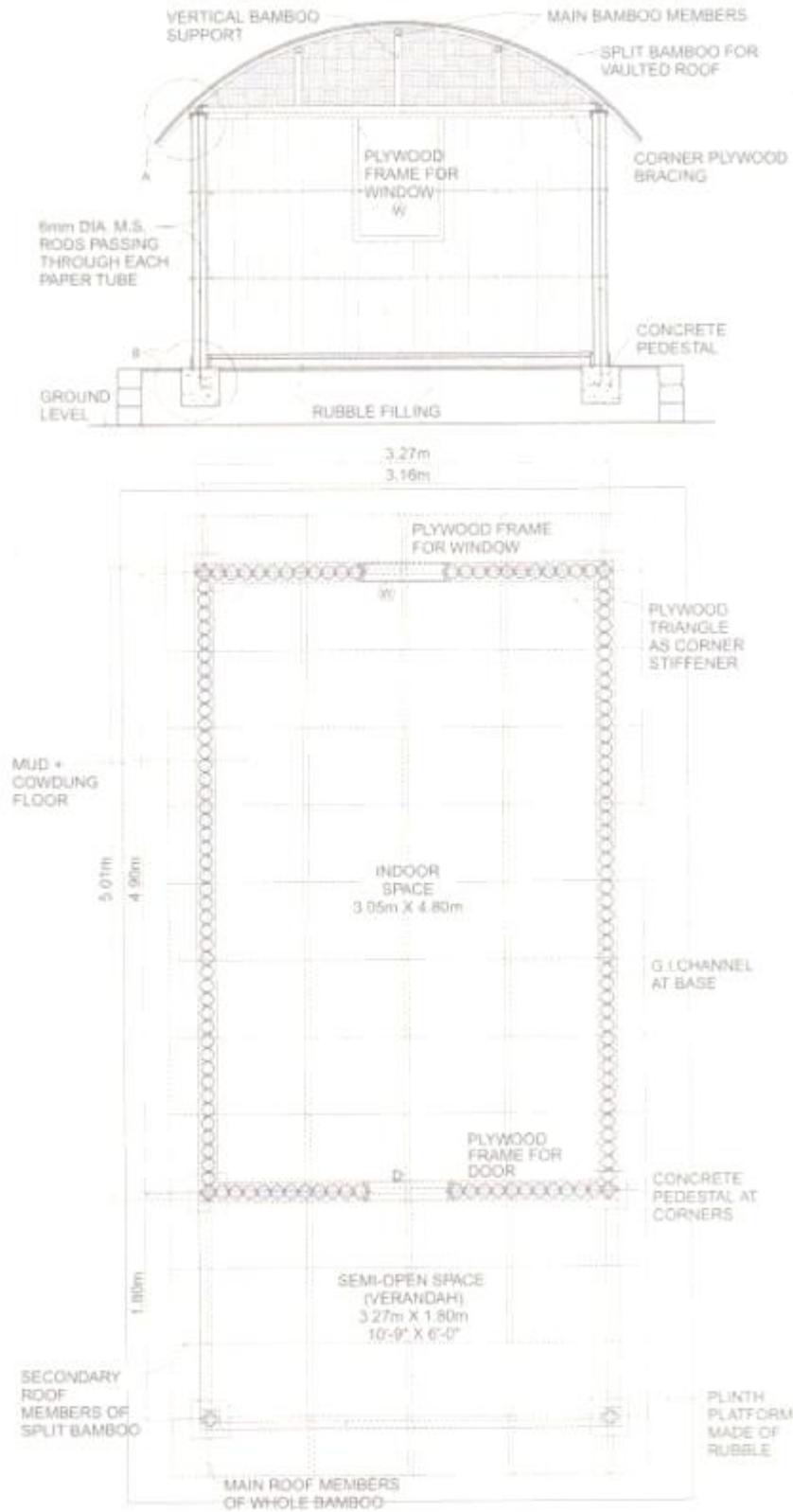
PAPER EMERGENCY SHELTERS FOR UNHCR - Byumba Refugee Camp, Rwanda, 1999





PAPER LOG HOUSE - Turkey, 2000 / Bhuj, India, 2001





## HUALIN TEMPORARY ELEMENTARY SCHOOL - Chengdu, China, 2008



## PAPER EMERGENCY SHELTER FOR HAITI - Port-au-Prince , Haiti, 2010



PHILIP JODIDIO en *Temporary Architecture Now* cuenta que "tras del terremoto que asoló Haití el 12 de enero de 2010, impulsó una iniciativa para construir viviendas temporales para algunos de los 500.000 damnificados que perdieron su hogar. Llegó a Puerto Príncipe el 14 de febrero de 2010 junto a estudiantes y profesores de la Universidad Iberoamericana (UNIBE) de Santo Domingo. Con ayuda de la población local erigió cerca de la Embajada de Estados Unidos 37 refugios construidos a mano a base de tubos de papel protegidos con poliuretano, juntas de madera contrachapada y tejidos plásticos."

CONTAINER TEMPORARY HOUSING - Onagawa, MIYAGI, 2011



COMMUNITY CENTER - Onagawa, MIYAGI, 2011



PAPER ATELIER - Onagawa, MIYAGI, 2011



### NEW TEMPORARY HOUSING SYSTEM, 2013

El proyecto "NTH" (New Temporary House) es una iniciativa de construcción de bajo coste o "low-cost", que se caracteriza por lo siguiente:

- Mejorar las condiciones de vivienda de países en desarrollo, creando nuevos empleos.
- Exportar unidades o ideas de actuación, así como viviendas de emergencia, a los países después de los desastres.
- El panel estructural tipo FRP es fácil de trabajar incluso para trabajadores inexpertos.



PAPER NURSERY SCHOOL, Ya'an City, Sichuan, China, 2014



PAPER LOG HOUSE, Filipinas, 2013



PAPER PARTITION SYSTEM 4, 2014



PAPER PARTITION SYSTEM 4, Landslide in Hiroshima, 2014



## 5.2 Ejemplos de almacenamiento en pabellones

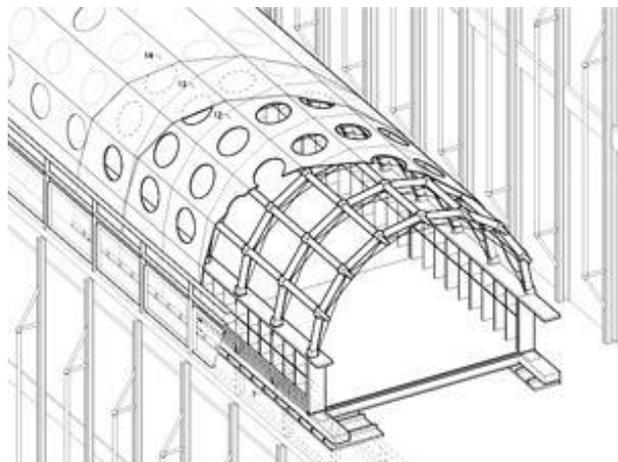
PAPER STUDIO - Keio University, Fujisawa, Kanagawa, Japan, 2003



PAPER DOME - Amsterdam/Utrecht, Holland, 2003



PAPER TEMPORARY STUDIO - Paris, France, 2004



## **6. CONCLUSIONES**

El concepto de la Arquitectura efímera, en general, era algo bastante desconocido para mí, ya que no estoy acostumbrado a trabajar en temas de arquitectura temporal. Es decir, por lo general, cuando se habla de arquitectura, es normal pensar en edificios de nueva planta concebidos para perdurar el máximo tiempo posible, y para modificar las condiciones espaciales del lugar. Intentamos resolver el proyecto arquitectónico de la mejor manera que sabemos, para que su vida útil sea larga. En cambio, la arquitectura efímera, tiene fecha de caducidad. Sabemos que no dentro de mucho tiempo, nuestro edificio está condenado a desaparecer.

Esta reflexión fue de las primeras que me hice, ya que la concepción de la Arquitectura, entendida como tal, siempre había sido diferente para mí. Me parece una parte muy interesante de la arquitectura, ya que el esfuerzo y las dificultades a la hora de diseñar el proyecto arquitectónico son mayores. Y si encima tienes la posibilidad de aportar ayuda humanitaria, aún mejor. Es necesario tener en cuenta muchos factores, más todavía que si fuera un proyecto convencional.

El ejemplo de Arquitectura sanitaria temporal del quirófano "Mobile-me", me ha resultado bastante útil, ya que su sistema de funcionamiento, es, en menor escala, una síntesis de lo que es en realidad un quirófano convencional.

Lo mismo ocurre con el ejemplo del Hospital de campaña. En él se pueden apreciar las zonas bien diferenciadas entre sí, con sus entradas de acceso individualizadas, y anexionadas mediante sistemas de flujos independientes.

Shigeru Ban, premio Pritzker en el año 2014, también me ha aportado bastantes cosas nuevas y de interesante aplicación, ya que parte de su obra la dedica al diseño de refugios para ayuda humanitaria, proponiendo soluciones inusuales y revolucionarias, a la par que sencillas.

Los últimos ejemplos de los que hablo en el desarrollo del trabajo, son edificios pabellonarios y de gran escala, con estructuras un poco más desarrolladas que en los casos de los refugios, pero con soluciones constructivas muy sencillas. Estas soluciones estructurales de pórticos y entramados de tubos de cartón, tienen una gran eficiencia para ser de tan bajo coste.

Estos ejemplos me interesaron más que otros, ya que los relacioné directamente con la creación de espacios de gran escala, en donde poder albergar programas sanitarios sencillos de consultas y habitaciones.

La arquitectura temporal se seguirá desarrollando en diferentes ámbitos sociales, ya sea en exposiciones o conciertos, pero también se sucederán catástrofes naturales que afecten directamente a vidas humanas, por eso es un compromiso para la arquitectura temporal socorrer a quienes más lo necesiten.

## **7. BIBLIOGRAFÍA**

### **LIBROS Y DOCUMENTOS**

- DAVIS I. *Arquitectura de Emergencias* (1980)
- BUCK D. *Shigeru Ban* (1997)
- MOGROVEJO JIMBO A. *Arquitectura para emergencias, alternativas de viviendas o refugios provisionales para desastres naturales, utilizando materiales solidos reciclables de Cuenca*. Facultad de Arquitectura y Urbanismo de Cuenca, Ecuador (2010)
- MCQUAID M. *Shigeru Ban* (2002)
- JODIDIO P. *Temporary Architecture Now* (2011)
- JODIDIO P. *Shigeru Ban* (2012)
- D. MURPHY. *Design like you Give a Damn. Architectural Responses to Humanitarian Crises* (2006)
- SENARCLENS P. *La acción humanitaria ante las catástrofes* (2000)

### **WEBS**

- <http://www.wikipedia.org/>
- <http://www.wikiarquitectura.com/>
- <https://vsandoval12.wordpress.com/>
- <http://www.shigerubanarchitects.com/works.html>
- <http://www.designboom.com/architecture/>
- <http://openarchitecturenetwork.org/projects/>
- <http://materialmedico24.es/>
- <http://www.aeih.org/>
- <http://www.hispanovema.es/>

# CIRCUITOS LIMPIOS-SUCIOS EN LOS QUIRÓFANOS

## INDICE

- *Diseño de quirófanos: Infraestructura, humedad ventilación e iluminación.*
  - Sala de climatizadoras
  - Calidad del aire
  - Sistema de humectación
  - Baterías
  - Tomas y descargas de aire
  - Conductos
  - Registros
  - Rejillas de impulsión y extracción de aire
  - La iluminación.
  
- *Zonas del quirófano, limpias, restringidas, zona blanca, gris, amarilla....*
  - Bloque quirúrgico
  - Quirófano y sus salas anexas auxiliares
  - Espacios a contemplar en un área quirúrgica
  
- *Circuitos limpios -sucios del quirófano*
  - Estructuración funcional del área quirúrgica
  - Materiales a utilizar en las áreas limpias
  - Configuraciones
  
- *Diferencia de presiones*
  - a) Quirófano y salas anexas auxiliares
    - Recuperación de calor
    - Monitorizado de la presión
  - b) Resto del bloque quirúrgico
    - Caudales del aire
    - Validaciones de todo el sistema
  
- *Esclusas; funcionamiento y posible transmisión de enfermedades.*
  - Patrón de flujo

## ***1- Diseño de quirófanos: Infraestructura, humedad ventilación e iluminación***

Las instalaciones sanitarias son ambientes delicados que requieren una climatización y ventilación cuidada tanto para conseguir confort como para controlar la presencia de partículas infecciosas para el paciente, el personal y los visitantes. La **calidad del aire interior** es más crítica en las dependencias sanitarias que en otros ambientes interiores debido a la presencia de multitud de microorganismos y agentes químicos peligrosos y también a la mayor susceptibilidad de los pacientes.

De todas las dependencias hospitalarias, es en las habitaciones de hospitalización de aislados (infecciosos o inmunodeprimidos) y en los quirófanos, donde el concepto de calidad de aire interior (IAQ) tiene una transcendencia vital.

La finalidad de los sistemas de climatización y ventilación el bloque quirúrgico es minimizar la transferencia aérea de gérmenes de las salas menos limpias a las más limpias y mantener la calidad del aire y las condiciones de temperatura y humedad dentro de los niveles aceptables, garantizando a la vez que los propios sistemas de climatización no sean una fuente de contaminación e infecciones.

Dadas las peculiaridades de los quirófanos se precisa con más detalle las funciones que deben cumplir sus instalaciones de acondicionamiento de aire:

- *Diluir tanto los gérmenes generados por el equipo quirúrgico y los pacientes en el quirófano como las posibles fugas de gases de anestesia, mediante un número adecuado de renovaciones hora de aire.*
- *Evitar que entre el aire de las salas contiguas menos limpias usando diferentes presiones de aire.*
- *Crear un patrón de flujo que desplace el aire contaminado lejos de la mesa de operaciones y de la de instrumental.*
- *Proporcionar un ambiente confortable para el equipo quirúrgico y los pacientes controlando la temperatura<sup>1</sup>, humedad y la ventilación*

### **SALA DE CLIMATIZADORAS**

La maquinaria estará situada en un recinto cubierto y cerrado<sup>3</sup>, de uso específico, con acceso independiente y, en la medida de lo posible, próximo al área quirúrgica para reducir al máximo la longitud de los conductos.

Si las salas que albergan las climatizadoras se encuentran en el exterior es posible que haya que introducir la maquinaria antes que los techos. Además, durante la ejecución de las obras es muy

importante que las climatizadoras permanezcan selladas, con los filtros montados y tapadas convenientemente.

Se procurará que la construcción de la sala de climatizadoras se inicie al terminar la obra gruesa del resto del hospital. Las climatizadoras se llevarán una vez acabada y pintada la sala. Las climatizadoras deben llegar a la obra puntualmente, no deben almacenarse en el exterior de la sala.

Las aperturas para el paso del aire exterior a la sala de climatizadoras estarán dotadas de una malla metálica tupida que impida la entrada de papeles, bolsas, plumas, pequeños animales, etc.

Los climatizadores o UTA's situados en la intemperie presentan varias desventajas:

*Soportan más humedad y suciedad, los prefiltros necesitan mantenimiento más frecuente, las revisiones pueden coincidir con días de lluvia o viento, la oxidación y envejecimiento del climatizador se acelera, se necesita más aporte de calor o frío y por tanto aumenta el consumo y, por último, los saltos térmicos perjudican la estanqueidad de las uniones entre conductos y climatizador y necesitan mayor mantenimiento*

## CLIMATIZADORAS

Las climatizadoras del bloque quirúrgico serán de uso exclusivo e independiente del resto del hospital pero estarán conectadas al sistema central de producción de calor y frío.

**\*Número de climatizadoras:** Se utilizarán una climatizadora por quirófano y un extractor por quirófano. ( *Así el riesgo de contaminación se acota, se facilita el ajuste de los flujos de aire, se independizan los ajustes de temperatura humedad y caudal, las averías y el mantenimiento sólo suspenden la actividad de un quirófano, se reducen los tiempos de mantenimiento, reparaciones, limpieza, etc., la programación de paros es más sencilla, el nivel sonoro disminuye,...*)

Con esta premisa se puede optar por dos estrategias:

**Estrategia I:** Una climatizadora de uso exclusivo para el quirófano y sus salas anexas auxiliares.

**Estrategia II:** Una climatizadora de uso exclusivo para cada quirófano. Otra de uso compartido para las salas anexas auxiliares (zonas de lavado y cepillado, esclusa de acceso y esclusa de sucio si la hubiere) de varios quirófanos.

Si se ha optado por salas anexas auxiliares independientes para cada quirófano se recomienda la estrategia I. Se evita que el paro de una climatizadora afecte a varios quirófanos y se facilita el mantenimiento de presiones diferenciales y caudales cuando el sistema de climatización del quirófano esté en modo de funcionamiento "en espera" En cualquier caso las climatizadoras del

resto del bloque quirúrgico no se utilizarán para climatizar ni quirófanos ni salas anexas auxiliares.

**\*Tipo de climatizadoras:** Climatizadores de tipo higiénico según la norma UNE 1886:2008.

\*Acabado interior de paredes lisas, preferiblemente de acero inoxidable y con cantos romos para evitar la acumulación de suciedad.

\*Las carcasas de soporte de filtros serán estancas para evitar *by-pass* y las puertas y uniones entre paneles deberán ser de alta estanqueidad para evitar el paso de aire sin filtrar desde la sala de climatizadoras.

\*Las climatizadoras serán de impulsión de volumen de aire constante, con el motor acoplado directamente al ventilador (sin poleas), ventilador directamente acoplado a la climatizadora. Un variador de frecuencia mantendrá el régimen de giro necesario para que el caudal sea independientemente del estado de colmatación de los filtros.

\*Baterías accesibles desde ambos lados para facilitar la limpieza y mantenimiento a cada una de las secciones de las climatizadoras.

\*Bandeja de condensados de acero inoxidable, con pendiente para evitar el estancamiento de agua. El desagüe de sección mínima 35 mm con sifón conectado a una bajante independiente o a la de pluviales, pero nunca a la de saneamiento.

\*Enclavamiento de emergencia entre el ventilador de extracción y el de impulsión, de manera que si falla éste se pare aquél. De no estar enclavado podría funcionar sólo la extracción poniendo al quirófano en depresión. Las climatizadoras deben llegar limpias de fábrica, con todos los accesos a su interior cerrados y precintados. Las protecciones de plástico se mantendrán hasta el momento de proceder a su instalación.

## CALIDAD DEL AIRE

El Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) en su apartado IT 1.1.4.2.2 categoriza la calidad del aire en el interior (IDA) de un hospital como IDA 1, aire de óptima calidad.

El mismo reglamento establece en el apartado IT 1.1.4.2.3 que para el caudal mínimo del aire exterior de ventilación son válidos los valores de la norma UNE 100713:2005.

La norma UNE 100713:2005 clasifica en dos grupos los locales del hospital según las exigencias higiénicas respecto a la existencia de gérmenes en el aire impulsado y el ambiente e incluye a todos los locales del bloque quirúrgico dentro de la clase I, es decir, con exigencias muy elevadas.

El contenido máximo de partículas de unos determinados diámetros sirve para clasificar las salas. La norma Federal Std. 209E clasificaba las salas en 14 clases y su sustituta, la norma UNE-EN-ISO 14644-1, en 9 números de clasificación N de ISO

## SISTEMA DE HUMECTACIÓN

La humectación se realiza mediante vapor. El agua que se utilice para producir vapor debe tener, como mínimo, calidad de agua potable. Para evitar el crecimiento de gérmenes se debe

proceder, en caso de ser necesario, a un tratamiento del agua. En cada momento se debe garantizar la inocuidad toxicológica del aire de impulsión.

El dispositivo de humectación, lanza de vapor, se coloca delante del segundo nivel de filtración y sobre una bandeja de condensación.

El sistema de humectación se diseña para que no se produzcan condensaciones ni en el climatizador ni en los conductos.

Se debe prestar especial atención a la limpieza sistemática y, cuando proceda, a la desinfección de los humectadores de aire, incluyendo el depósito de agua, así como las baterías de calefacción o refrigeración, junto con las bandejas de recogida de agua de condensación (**Punto 9 de la norma UNE 100713:2005**).

## BATERÍAS

La batería del climatizador es un posible foco de fijación de polvo y crecimiento de microorganismos por lo que es importante facilitar el acceso para labores de limpieza.

Si son necesarias más de 4 filas de tubos se recomienda dividir la batería en secciones de no más de cuatro tubos, con acceso intermedio para limpieza, además de los accesos al inicio de la primera y detrás de la última sección. El espacio entre secciones será de al menos 60 cm.

Para evitar el arrastre de gotas, la velocidad de paso del aire por la batería no debería exceder de 2,5 m/s.

## TOMAS Y DESCARGAS DE AIRE

Para mantener la calidad del aire en el interior del bloque quirúrgico es primordial la situación de la tomas de aire exterior respecto de fuentes de contaminación (descargas de aire, humos, terreno, cubiertas, etc.). -**Norma UNE 100713:2005** sobre tomas de aire exterior y salidas de aire de expulsión\_.

Las distancias mínimas entre la toma de aire exterior y algunas fuentes de contaminación que se recomiendan en la norma:

### Distancias mínimas desde las tomas de aire exterior a fuentes de contaminación

Fuente de contaminación	Distancia mínima (m)
Lugar de circulación de vehículos	10
Cubiertas o tejados	2,5
Terreno	2,5

Las descargas de aire serán conducidas hasta el exterior de la sala de climatizadoras.

A efectos de cálculo de las distancias entre descargas y tomas de aire exterior se considerará que las tomas de aire exterior son las

rejas que permiten el paso de aire a la sala de climatizadoras, no las de las climatizadoras.

Para establecer las distancias entre descargas y tomas de aire exterior se usará la expresión propuesta en UNE 100713:2005:

$$d=0.04\sqrt{Q}(\sqrt{f \pm \frac{V}{2}})$$

(donde  $d$ ) es la distancia mínima de separación en metros,  $Q$ ) es el caudal de descarga en l/s, se considerará que el aire extraído de los quirófanos es de clase 3, correspondiéndole un factor de dilución  $f=15$ ,  $V$ ) es la velocidad de descarga en m/s y se toma el signo “+” si la toma de aire exterior está orientada hacia la descarga y “-“ en caso contrario)

Esta expresión es válida para caudales entre 75 y 1500 l/s; para caudales superiores o inferiores se emplea el valor límite correspondiente.

La separación mínima entre descargas de aire procedente de quirófanos y aberturas, tales como puertas o ventanas será de al menos la mitad de la proporcionada por la fórmula anterior.

Las distancias indicadas representan valores mínimos que, debido tanto a la variabilidad de las condiciones meteorológicas como a las estructuras de los edificios colindantes y a la orografía del terreno, deben ser objeto de análisis crítico.

Las tomas de aire exterior no deben estar al alcance de personas no autorizadas.

Las tomas de aire exterior y las descargas de aire deben estar protegidas, de la entrada de agua de lluvia mediante rejas de lamas inclinadas a 45º hacia abajo y por una malla con una luz de paso de 5 mm como máximo.

## CONDUCTOS

Cumplimiento del **punto 6.2 de la norma UNE 00713:2005** sobre exigencias técnicas e higiénicas de los conductos de aire.

\*Se usarán conductos de chapa interior lisa y preferiblemente de sección circular para disminuir la acumulación de suciedad y facilitar su limpieza.

\*Las paredes de los conductos deben tener la resistencia adecuada a la presión de servicio y deben ser resistentes a la abrasión.

Nivel de estanqueidad según la **norma UNE EN 1507:2007** en caso de tratarse de conductos de sección rectangular.

\*No se permite el empleo de tramos de conducto flexible.

\*Los conductos, transformaciones y conexiones deben realizarse de forma aerodinámica, evitando la acumulación en su interior de partículas de polvo u otras impurezas. Las curvas deben tener un radio superior a 1,5 veces el diámetro del conducto.

\*Para evitar ruidos y pérdidas de carga se evitarán las reducciones de la sección de paso, incluso cuando se trate de salvar obstáculos arquitectónicos o instalaciones.

\*Los conductos de impulsión y extracción deberán estar provistos de compuertas herméticas para evitar el intercambio de aire entre locales en situaciones anormales de funcionamiento. En el conducto de impulsión la compuerta de cierre se colocará antes del tercer nivel de filtración. En conducto

de extracción la compuerta de cierre se colocará en un tramo de conducto antes de la unión con conductos procedentes de otros locales, aunque sean del mismo tipo.

\*Dentro de los conductos no se admiten instalaciones ajenas al ámbito de la instalación de acondicionamiento de aire.

\*Se minimizarán los tramos de conducto que van desde la toma de aire hasta el ventilador de impulsión por estar en depresión.

## REGISTROS

Los conductos deben estar provistos de registros para inspección y limpieza de acuerdo con la **norma UNE-ENV 12097:2007**.

En la zona donde se encuentren elementos instalados dentro de los conductos de distribución de aire (compuertas de cierre, reguladores de caudal, baterías, etc.) se colocarán registros para su mantenimiento. Su situación se señalará de forma bien visible y, cuando estas instalaciones se encuentren sobre un falso techo, éste debe ser practicable allí donde exista un registro.

## REJILLAS DE IMPULSIÓN Y EXTRACCIÓN DE AIRE

Dimensionar las rejillas de impulsión conforme al caudal que deben impulsar para que no se superen 1,5 m/s de velocidad a la salida.

La superficie total de las rejillas de extracción será de al menos la mitad de la superficie total de las de impulsión (*Con esto se pretende evitar que la sobrepresión se consiga a costa de disminuir el caudal.*).

La unión entre la rejilla y el conducto de extracción se hará de forma gradual, evitando los cambios bruscos de sección.

Las lamas de las rejillas de extracción serán verticales para minimizar las superficies horizontales susceptibles de acumulación de polvo.

En algunos casos puede ser recomendable que las rejillas de extracción sean de sección triangular, para así tratar de evitar que las obture cualquier tipo de mobiliario.

## LA ILUMINACIÓN.

Existen dos tipos de iluminación, la ambiental y la de la mesa de intervención. La iluminación general se emplaza en el techo mediante focos sellados para evitar la posibilidad de propagación de gases a otras áreas del hospital. Por otro lado, la iluminación de la mesa de intervención se realiza mediante equipamiento tecnológico específico cuya intensidad llega a superar los 100.000 lux.

*2- Zonas del quirófano, limpias, restringidas, zona blanca, gris, amarilla...*

No todos los quirófanos tienen las mismas exigencias ambientales. El riesgo de infección postoperatoria está presente en todos los procedimientos quirúrgicos, pero puede ser especialmente serio en ciertos tipos de operaciones. Dada la influencia del sistema de climatización y ventilación en los factores que condicionan el riesgo de infección durante la intervención, los quirófanos se clasificarán en tres tipos.

#### Clasificación de los quirófanos (1).

Tipo	Denominación	Aptos para	Norma europea(2)
A	Quirófanos de cirugía especial o de alta tecnología	Trasplante de órganos, cirugía cardiaca, cirugía vascular con implante, cirugía ortopédica con prótesis, neurocirugía,...	H1a
B	Quirófanos convencionales	Cirugías convencionales y de urgencias, resto de operaciones quirúrgicas	H1c
C	Quirófanos de cirugía ambulatoria	Cirugía ambulatoria y salas de partos	H1c

Conforme a esta clasificación se establecerán las exigencias relativas a la calidad del aire, número de renovaciones hora, tipos de filtros o la forma de distribución del aire dentro del quirófano.

*1 La norma UNE 100713:2005 clasifica los quirófanos en Tipo A y Tipo B, clasificación análoga a la que sigue la guía del INSALUD [28] y las recomendaciones del Servicio de Salud Vasco [13]. Siguiendo el criterio de diversas empresas de ingeniería y consultoría como SEGLA [11] y el Grupo JG [15] se ha añadido un a tercera categoría, Tipo C, para quirófanos ambulatorios.*

*2 En la norma europea en elaboración "Ventilation for hospitals" se clasifican las clases de aire de las habitaciones de acuerdo a requisitos higiénicos en: H1, Protected operating zone", "H2 Protective isolation", "H3 Source isolation" y H4 Other rooms". Los quirófanos entrarían en la clase H1 y se dividirían en subclases: H1a cuando la zona a proteger es superior a 9 m<sup>2</sup>, H1b cuando la zona a proteger es inferior a 9 m<sup>2</sup> y H1c cuando no se define una zona de protección.*

### BLOQUE QUIRÚRGICO

Se recomienda que el número de quirófanos por bloque quirúrgico no sea superior a ocho, más quirófanos dificultan el mantenimiento de la disciplina y la climatización.

El bloque quirúrgico o área quirúrgica debe independizarse de las circulaciones generales del hospital. Se recomienda el uso de esclusas de aire(3) con puertas automáticas íter-bloqueadas para el acceso al bloque quirúrgico.

*3 La norma UNE 100713:2005 preconiza la instalación de esclusas de aire entre locales de clase I (todos los del bloque quirúrgico lo son) y locales de clase II (los pasillos ajenos al bloque quirúrgico lo son). Además, recomienda evitar la apertura simultánea de la puerta de entrada y la de salida con puertas automáticas interbloqueadas como única manera de asegurar una separación eficaz. No obstante, debido al elevado tránsito de personal en la zona de acceso al bloque quirúrgico, se puede anular el interbloqueo automático manteniendo la apertura y cierre con detectores de presencia. Para que la esclusa sin interbloqueo automático tenga un mínimo de eficacia, debe haber una separación entre puertas y una velocidad de apertura y cierre mínimas. La apertura de la segunda puerta será posterior al cierre de la primera, suponiendo una velocidad de paso normal de una persona de alrededor de 1,3 m/s.*

La organización de las dependencias del bloque quirúrgico será de manera que se acceda progresivamente desde las zonas menos limpias a las más limpias.

El proyecto incluirá planos del bloque quirúrgico con los circuitos previstos de personal, pacientes y materiales. Se recomienda que estos circuitos estén debidamente señalizados en el propio bloque quirúrgico.

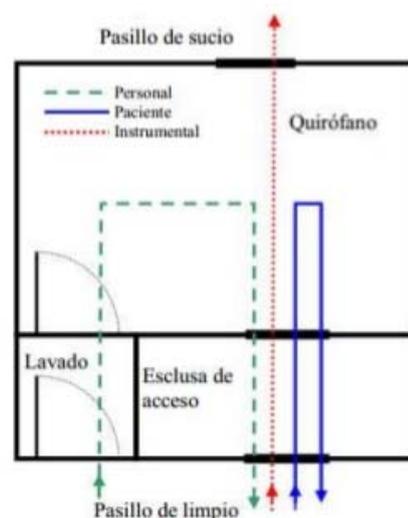
Debe prestarse especial interés a la situación y aislamiento de los posibles ascensores o montacargas del bloque quirúrgico. Estos elementos dificultan el equilibrado de presiones y pueden producir infiltraciones de aire contaminado. En caso de optar por la configuración de *pasillo doble*, la comunicación entre el pasillo de limpio y el de sucio debe hacerse con un sistema de doble puerta estanca y de cierre hermético (esclusa), considerando la posibilidad de enclavamiento. Se pretende así garantizar la diferencia de presiones y minimizar los flujos indebidos de personal.

**Quirófano**  
**Diseño del área**

*Con pasillo doble:*

Tiene un pasillo limpio y otro sucio.

- ▶ **Limpio:** entran y salen de la sala de operaciones el paciente, personal y entra el material estéril.
- ▶ **Sucio:** Sale material usado y desechos.



Se aconseja evitar la presencia de ventanas y persianas en todo el bloque quirúrgico, especialmente en las inmediaciones de los quirófanos y en los pasillos de sucio y de limpio. En caso de haber ventanas en alguna dependencia del bloque quirúrgico se

cuidará que no sean practicables y se asegurará la estanqueidad del cerramiento completo.

**Quirófano**  
**Diseño del área**

*Quirófano con corredor central*

- ▶ Materiales y equipo en el núcleo central.
- ▶ Área de trabajo en zonas circundantes.
- ▶ Separación de lo limpio de lo contaminado.



El diseño de las instalaciones de climatización se hará de manera que para su operación y mantenimiento no sea necesario acceder a las áreas limpias.

### QUIRÓFANO Y SUS SALAS ANEXAS AUXILIARES

Se deben cuidar todos los cerramientos, incluido el techo, para conseguir un recinto estanco.

Minimizar el número de locales comunicados con el quirófano facilita la estanqueidad, reduce el tráfico y simplifica las estrategias de control del movimiento del aire.

El quirófano es una parte del bloque quirúrgico. Al quirófano se accede a través de sus salas anexas auxiliares de uso exclusivo para el quirófano. Estas áreas podrían ser :

. **Área de transición (o zona negra)**. Es el área de recibida de pacientes, una zona de acceso semi-restringido donde se encuentran la administración y los vestuarios.

. **Área semi-restringida (o zona gris)**. Es un área amplia donde hay movimiento de camas y personal de hospital. Su acceso es restringido y es preciso utilizar ropa quirúrgica. En esta área se

encuentran la farmacia, el almacenaje de instrumentación quirúrgica y las zonas de acceso a quirófanos.

. **Área restringida (o zona blanca).** Es donde se encuentra la sala de operación y sus corredores de acceso esterilizados. Se trata de una zona de acceso restringido y en la que las puertas deben permanecer cerradas en todo momento. La complejidad de usos y recorridos, así como la necesidad de distinguir perfectamente entre el uso de cada una de éstas áreas requiere la intervención de un equipo de arquitectura especializado, ya que su eficaz funcionamiento depende de la correcta distinción y diseño de cada una de éstas áreas y la relación entre ellas. Los objetivos del buen diseño de quirófanos priman la seguridad del paciente ante todo pero también persiguen un alto rendimiento de la instalación con suficiente flexibilidad.

Y que a su vez cabría subdividir en las siguientes salas:

- **Zonas de lavado y cepillado del personal quirúrgico.** Pueden ser parte del quirófano, preferiblemente próxima a la entrada, aunque habitualmente será una habitación separada y de uso exclusivo para lavado y cepillado. En este caso, la puerta de entrada al quirófano es un inconveniente para el personal quirúrgico y podría reemplazarse por una apertura siempre y cuando la otra puerta, la de acceso al pasillo, sea estanca.

- . **Esclusa de acceso.** Si está previsto almacenar el instrumental en el quirófano, entonces la esclusa de acceso se usará simplemente como almacén de productos estériles y la presión nominal será inferior a la del quirófano.

Cuando la esclusa de acceso se utiliza para almacenar instrumental en el sentido tradicional, debería considerarse como de mayor grado de limpieza que el propio quirófano y su diseño debería minimizar la transferencia de aire desde el quirófano hacia la esclusa de acceso.

- **Esclusa de sucio** donde se hace un prelavado del instrumental utilizado en la intervención y se coloca en recipientes estancos para su transporte hasta la zona de esterilización. Su presencia se ve justificada si se opta por la configuración con pasillo único (véase apartado "Configuraciones"). Debe separarse del quirófano por una puerta o trampilla estanca y del pasillo por puerta estanca. Estará en depresión respecto del pasillo y por tanto respecto del quirófano.

- **Pasillo de sucio.** Debe estar separado del quirófano por una puerta estanca y encontrarse en depresión respecto al mismo.

Es aconsejable que no disponga de ventanas Su finalidad se reduce casi exclusivamente a evacuar el instrumental utilizado en la intervención y los desechos, por lo que si existe esclusa de sucio se puede prescindir del pasillo de sucio.

Excepto el pasillo de sucio, el resto de salas anexas al quirófano no podrán ser de uso compartido para dos o más quirófanos. Si bien compartir dependencias puede ser atractivo desde algunos puntos de vista, dificulta el control del movimiento de aire entre locales.

La organización de las salas anexas al quirófano será de forma que se acceda progresivamente desde las zonas menos limpias a las más limpias.

Todas las puertas de acceso al quirófano serán estancas, de cierre hermético y, al menos las paso del paciente, correderas. Interesa que la puerta por la que entra y sale el personal quirúrgico durante la intervención sea corredera para minimizar las perturbaciones del flujo, especialmente en el caso de quirófanos tipo A (flujo unidireccional).

## **ESPACIOS A CONTEMPLAR EN UN ÁREA QUIRÚRGICA**

Dentro del área quirúrgica, y desde el punto de vista del control de contaminación, hay que diferenciar las zonas siguientes:

### **Zona limpia**

Incluye los espacios correspondientes a las salas de operaciones y espacios de soporte directo (núcleo aséptico), que deben contar con unas determinadas condiciones de asepsia:

- o Salas de operaciones*
- o Espacio para el lavado de manos quirúrgico*
- o Espacios de recepción y almacenamiento de material estéril*
- o Espacios para la inducción anestésica del paciente*
- o Espacios para el estacionamiento de literas internas*
- o Área de control de entradas y salidas*
- o Espacio para la supervisión de enfermería*
- o Sala de trabajo para el personal*
- o Almacén de material fungible*
- o Almacén de aparatos*

### **Zona restringida**

Corresponde al área de servicios accesibles al personal y al paciente hasta el núcleo aséptico:

- o Secretaría del bloque*
- o Despacho de dirección o coordinación*
- o Sala de reuniones*
- o Sala de descanso del personal*

- o Sala de yesos (Traumatología)*
- o Sala de reanimación postquirúrgica\**
- o Control de enfermería\**
- o Local de limpieza\**

*\*Estos espacios corresponderán a un área limpia en caso de que la reanimación postquirúrgica se encuentre dentro del área quirúrgica.*

### **Zona sucia interna**

Está destinada a los espacios de tratamiento y evacuación de material sucio y contaminado, e incluye los espacios siguientes:

- o Espacios de recepción y almacenaje de material sucio*
- o Soporte de la sala de reanimación postquirúrgica*
- o Espacio de limpieza de material especial*
- o Espacio de preparación de piezas anatómicas procedente de los quirófanos*
- o Espacio para el mantenimiento de aparatos*
- o Local de limpieza*

### **Zona externa**

Incluye todos los espacios externos del bloque hasta el filtro de ingreso:

- o Recepción del paciente*
- o Espacios para el estacionamiento de literas o camas externas*
- o Recepción/secretaría para el paciente ambulatorio*
- o Sala de espera del paciente ambulatorio*
- o Vestuario del paciente ambulatorio*
- o Sala de espera para acompañantes*
- o Sanitarios para acompañantes*
- o Despacho para la información de acompañantes*
- o Vestuario de personal*
- o Local de limpieza*

En el supuesto que el circuito de cirugía ambulatoria tenga un funcionamiento independiente del área quirúrgica general, se deben duplicar todas las áreas y establecer los circuitos y filtros restrictivos como los de las áreas quirúrgicas convencionales.

## ***3- Circuitos limpios -sucios del quirófano***

Las circulaciones y la descripción de los circuitos tanto de acceso como internos establecidos son fundamentales para la buena organización funcional del área quirúrgica y deben asegurar que en ningún caso se podrá acceder desde la parte sucia a la limpia evitando las barreras previas o filtros de acceso. La relación de circulaciones de un área quirúrgica, y que puede tener connotaciones diferentes según su diseño específico, es la siguiente:

### **Circuito de pacientes**

o Circuito de paciente hospitalizado: Es el que obliga a un sistema de barrera en el acceso para llegar a la zona limpia del área (sea mediante un transfer o simplemente una barrera que impide la entrada del medio de transporte del paciente y de las personas que lo acompañan) y para acceder a la salida.

o Circuito de paciente ambulatorio: Comporta la necesidad de vestuarios para pacientes ambulatorios que actúen como barrera para el paciente que llega por sus propios medios desde su domicilio a esta zona restringida.

o Circuito de paciente de urgencias: De iguales características que el del paciente hospitalizado. El carácter de urgencia puede obligar, excepcionalmente, a disponer de un acceso directo o vías especiales y que, en cualquier caso, deberán tener las condiciones del transfer general.

### **Circuito del personal**

o Circuito de personal asistencial: Se realizará siempre a través del vestuario, con la obligatoriedad de usar indumentaria especial y disponiendo de un sistema de barrera para el cambio de calzado.

o Circuito de personal de mantenimiento: El acceso a las áreas de instalaciones para llevar cabo el mantenimiento preventivo y las eventuales reparaciones necesarias se hará a través de las zonas sucias y sin interrumpir el normal funcionamiento del área.

o Circuito de personal de limpieza: El acceso a la limpieza y desinfección de los quirófanos se realizará desde las zonas sucias, empezando siempre por los espacios con mayor grado de asepsia y acabando por los de menor.

### **Circuito de material**

o Circuito de material limpio: El material fungible accederá desde el exterior del área a través de un sistema de barrera que permita el traspaso del material y, en ningún caso, el medio de transporte con que ha llegado desde el exterior. Tanto la ropa como el instrumental estéril tendrán una circulación diferenciada desde el almacén de material estéril o la central de esterilización para acceder al área quirúrgica. La situación ideal sería que los almacenes estériles estuviesen en la vertical del bloque quirúrgico para poder acceder con montacargas específicos o en emplazamientos anexos mediante el correspondiente transfer.

o Circuito del material sucio: Toda la actividad para el tratamiento del material sucio y contaminado se realizará en las zonas sucias. Así mismo, la evacuación del material sucio se realizará a través del pasillo sucio, diferenciado de cualquier posible acceso de material al área.

### **Circuito de acompañantes**

En el caso que la reanimación postquirúrgica se encuentre dentro de la zona limpia, el acompañante entrará en esta sala a través de un acceso con un transfer que posibilite el cambio de ropa.

## **ESTRUCTURACIÓN FUNCIONAL DEL ÁREA QUIRÚRGICA**

La disposición de los espacios se realizará de tal manera que los **circuitos de limpio y sucio** no se crucen nunca.

Es recomendable que los posibles traspasos entre áreas limpias/sucias se realicen a través de esclusas o compuertas,

asegurando que no se puedan abrir simultáneamente las de entrada y salida. Las banquetas, u otros sistemas de barrera física, se deberían utilizar dentro de una esclusa, diferenciando siempre el paso de personal y de material.

Conviene asegurar la separación, dentro de los vestuarios, del personal que entra y sale del área quirúrgica. Esto se puede conseguir por medio de recorridos físicamente separados de entrada y salida.

La organización de las dependencias del área quirúrgica debe estar diseñada de forma que se acceda progresivamente desde las zonas menos limpias a las más limpias.

Paralelamente al esquema adoptado por esta área, debe disponer de unas instrucciones permanentes de funcionamiento de acuerdo con el planteamiento adoptado.

Es recomendable minimizar el número de dependencias de soporte y administrativas dentro del núcleo aséptico del área estéril. A estos efectos, se debe considerar la situación en las zonas externas.

La evacuación del material sucio al exterior del área no deberá alterar las condiciones de máxima asepsia y se realizará sin cruzar las áreas limpias.

Las áreas destinadas a tratamientos diversos con sedación, que en ocasiones se anexas al bloque quirúrgico, no pueden tener accesos independientes si tienen conexión interior con el área quirúrgica.

#### **MATERIALES A UTILIZAR EN LAS ÁREAS LIMPIAS**

**Paredes:** Los materiales de acabados utilizados deben ser lisos, sin irregularidades en la superficie, sin fisuras, tan continuos como sea posible y minimizando al máximo el número de juntas con el objeto de reducir la acumulación de partículas o microorganismos y facilitar la limpieza de la manera más efectiva posible.

Se procurará una adecuada solución de entrega entre paramentos, tanto en la unión entre paredes como en la unión de estas con el suelo, y, a ser posible, los rincones y cantos deberán estar redondeados.

Todos los elementos que se instalen en la pared estarán encastados (negatoscopios, enchufes, vitrinas, paneles, etc.) evitando los salientes, los estantes y armarios.

Los materiales deben ser impermeables y resistentes a la repetida y frecuente aplicación de productos de limpieza, los ácidos u otros agentes desinfectantes.

Se evitara los materiales de revestimiento fibrosos (maderas y fibras); en caso de ser utilizados, deberían recibir un tratamiento para evitar la contaminación por partículas.

Se minimizará tanto como sea posible el número de puertas al quirófano. La entrega de material deberá realizarse mediante ventanas-guillotina.

**Pavimentos:** Deben ser resistentes al uso, al impacto y a la abrasión, de fácil limpieza, tan continuos como sea posible y que cumplan las exigencias legales de conductividad.

Los materiales deben ser impermeables y resistentes a la repetida y frecuente aplicación de productos de limpieza, los ácidos u otros agentes desinfectantes, así como a determinados productos utilizados en las intervenciones quirúrgicas (Betadine, Topionic, etc.).

**Techos:** Serán continuos y el acabado de la superficie liso para permitir una fácil limpieza. Además, serán herméticos y sellados convenientemente para evitar la contaminación procedente del espacio situado encima de ellos. No se permitirá el registro ni la accesibilidad de estos espacios desde el interior del quirófano.

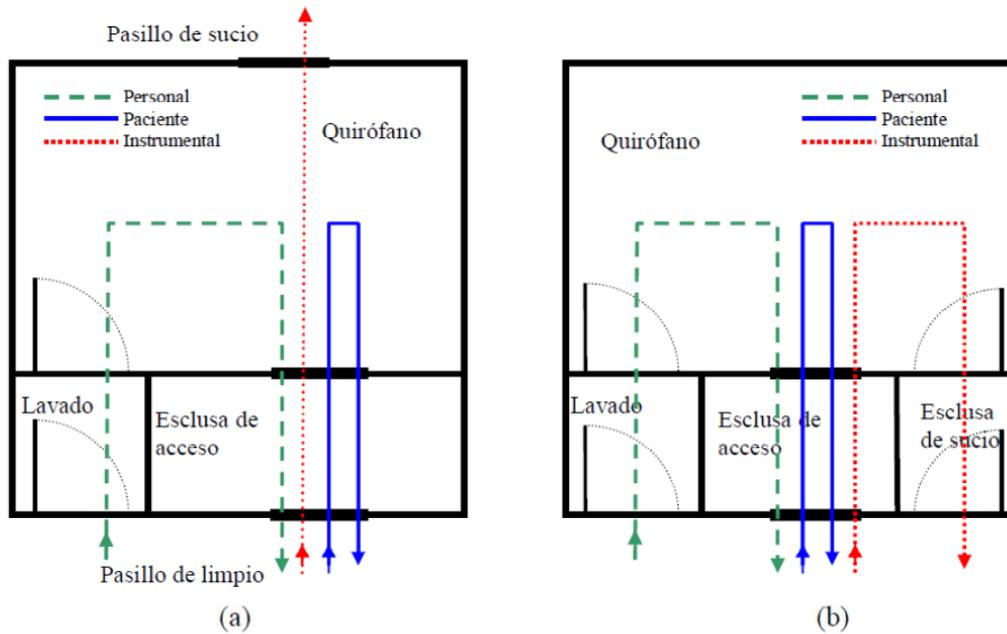
## CONFIGURACIONES

La mayoría de los quirófanos actuales se pueden agrupar en dos configuraciones generales:

Con pasillo doble (Figura 1a). Son aquellos que disponen de un pasillo de limpio y otro de sucio. Por el de limpio entran y salen del quirófano el paciente y personal sanitario y también entra el instrumental estéril. Por el de sucio sale el instrumental utilizado en la intervención y los desechos.

Con pasillo único (Figura 1b). Son aquellos que disponen de un único pasillo por donde entran y salen del quirófano el paciente y personal sanitario y por donde entra el instrumental estéril. Además disponen de esclusa de sucio donde se recoge el instrumental utilizado en la intervención y se saca por el pasillo en contenedores herméticos.

En la siguiente Figura se muestran los circuitos de personal, paciente e instrumental para las dos configuraciones.



#### 4- Diferencia de presiones

En la zona quirúrgica, se debe mantener un riguroso escalonamiento de la presión de las salas, de manera que el movimiento de aire se produzca de la zona más limpia a la menos limpia.

Los valores mínimos propuestos entre los quirófanos y otros locales limpios serán:

- Quirófanos de clase A > +10Pa
- Quirófanos de clase B > +10Pa
- Quirófanos de clase C > +5 Pa

Estos valores se incrementaran, en la medida que sea necesario, entre un quirófano y un pasillo sucio. Es decir, entre una zona clasificada y otra sin clasificar

##### a) Quirófano y salas anexas auxiliares

El diseño del sistema debe intentar minimizar el movimiento de aire desde las zonas menos limpias a las más limpias.

En la Figura 2 se recoge de manera esquemática el sentido de los flujos de aire que deben existir entre el quirófano y sus salas anexas auxiliares para la configuración de pasillo doble y pasillo único.

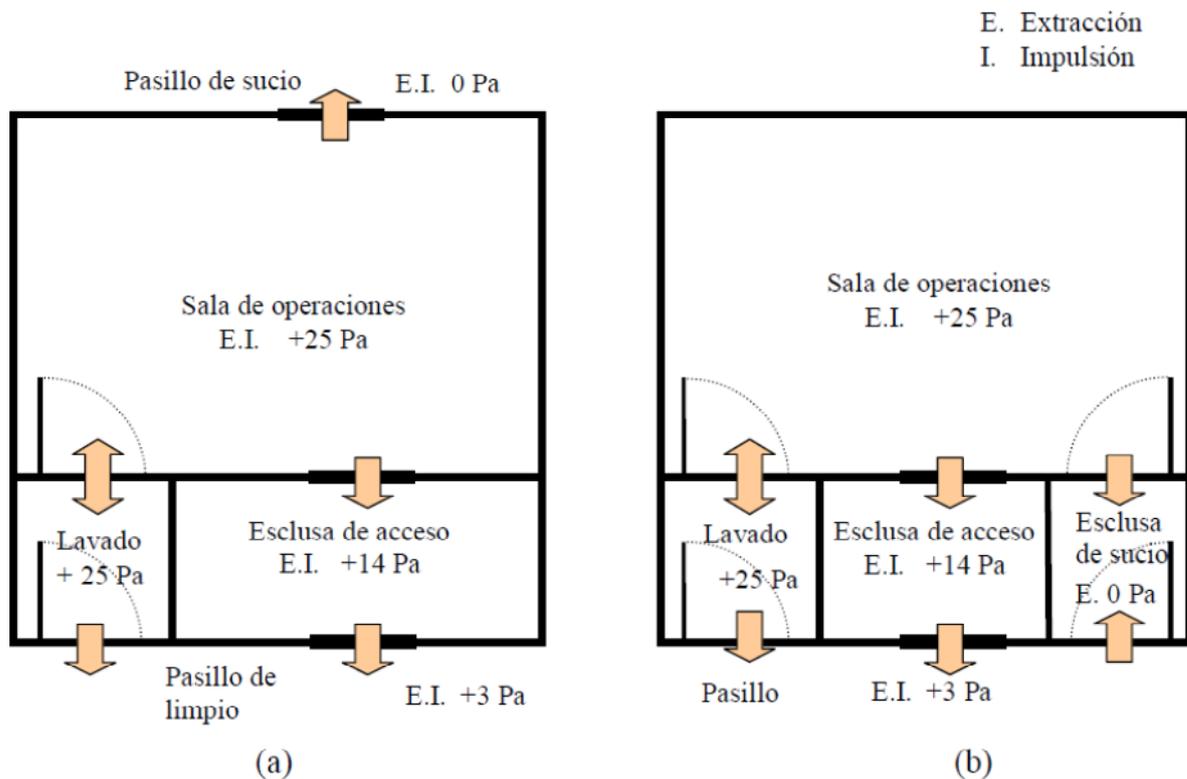


Figura 2. Movimiento de aire para la configuración de: a) dos pasillos y b) un pasillo.

El control del sentido de los flujos de aire se consigue manteniendo un escalonamiento riguroso de la presión entre las dependencias (Figura 2), de forma que el movimiento del aire se produzca de la zona más limpia a la menos limpia.

La sobrepresión deseada se consigue sólo si se mantiene la estanqueidad de las salas involucradas. Cuanto mayor sea la sobrepresión mayor estanqueidad se precisa.

En el dimensionado de los sifones de los desagües se tendrá en cuenta la sobrepresión de las salas.

Las presiones relativas entre las diferentes salas anexas auxiliares al quirófano se recogen en la Figura 2, permitiéndose desviaciones de hasta el 20%.

Las diferencias de presión entre locales se pueden lograr mediante dos procedimientos:

- **Compuertas de sobrepresión y estabilizadores** de presión que trabajan en un único sentido, permiten que el exceso de aire se dirija a la zona deseada y ayudan a mantener los diferenciales de presión.
- **Controlando la velocidad de giro** de los ventiladores de impulsión y extracción y por lo tanto los caudales.

Las rejillas de paso o las holguras bajo puertas correctamente dimensionadas permiten pasar al aire en cualquier dirección entre dos dependencias con los mismos requerimientos de sobrepresión.

## RECUPERACIÓN DE CALOR

Debido a la gran cantidad de aire exterior que se precisa para lograr la calidad de aire en las áreas quirúrgicas, la recuperación de calor del tipo “aire-aire” es obligatoria para reducir el consumo energético.

Los sistemas de recuperación sólo podrán ser baterías de recirculación (con bomba circuladora) o los sistemas “heat pipe” (por termosifón). Son los únicos que garantizan la total independencia entre los flujos de entrada y salida de aire.

Las eficiencias mínimas en calor sensible sobre aire exterior y las pérdidas de presión máximas en función del caudal del aire exterior deben ser como mínimo las indicadas en la Tabla .

### Eficiencias y pérdidas de carga de los recuperadores de calor (RITE).

Caudal de aire exterior (m <sup>3</sup> /s)	Eficiencia mínima (%)	Pérdida de presión máxima (Pa)
de 0,5 a 1,5	50	180
de 1,5 a 3,0	55	200
de 3,0 a 6,0	60	220
de 6,0 a 12	70	240
más de 12	75	260

## MONITORIZADO DE LA PRESIÓN

La diferencia de presión entre quirófano y todas sus salas anexas debe estar monitorizada de forma permanente. Los sensores correspondientes se calibrarán anualmente.

Todos los medidores de presión del bloque quirúrgico tomarán como presión de referencia nula la existente en el pasillo exterior que da acceso al del bloque quirúrgico.

Se dotará al quirófano de una señal de alarma luminosa retardada. Esta señal se activará cuando la sobrepresión del quirófano con respecto de alguno de los locales anexas, caiga por debajo de un 25% y durante más de 30 segundos respecto al nivel establecido en la recepción.

### b) Resto del bloque quirúrgico

El resto del bloque quirúrgico se mantendrá sobre presionado con +3 Pa, respecto del resto del hospital. Para conseguirlo se recomienda el uso de esclusas de aire en la zona de acceso al

bloque quirúrgico, se evitará la presencia de ventanas y se prestará especial cuidado a la situación y aislamiento de ascensores o montacargas.

También se tendrán en cuenta las ventanas de dispensación de farmacia y de instrumental, ropa sucia, evacuación de basura o cualquier otro elemento que pueda llegar a comunicar con otros espacios, climatizados o no, del edificio.

En caso de existir pasillo de sucio, su comunicación con el de limpio se hará mediante esclusa.

**El Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) en su apartado IT 1.1.4.2.2** categoriza la calidad del aire en el interior (IDA) de un hospital como IDA 1, aire de óptima calidad.

El mismo reglamento establece en el **apartado IT 1.1.4.2.3** que para el caudal mínimo del aire exterior de ventilación son válidos los valores de la norma **UNE 100713:2005**.

La norma **UNE 100713:2005** clasifica en dos grupos los locales del hospital según las exigencias higiénicas respecto a la existencia de gérmenes en el aire impulsado y el ambiente e incluye a todos los locales del bloque quirúrgico dentro de la clase I, es decir, con exigencias muy elevadas.

El contenido máximo de partículas de unos determinados diámetros sirve para clasificar las salas. La norma Federal Std. 209E clasificaba las salas en 14 clases y su sustituta, la norma **UNE-EN-ISO 14644-1**, en 9 números de clasificación N de ISO. En la Tabla se indican los requisitos para los tres tipos de quirófanos atendiendo a las dos clasificaciones.

#### Clasificación de los quirófanos atendiendo a la pureza del aire.

##### Clasificación de la sala según la norma:

Tipo de Quirófano	Federal Std. 209E (4)		
	UNE-EN-ISO	S.I.	Inglés
A	M4,5	1.000	6
B	M5,5	10.000	7
C	M5,5	10.000	7

<sup>4</sup> Norma sustituida por la UNE-EN-ISO 14644-1

Es importante destacar que la normativa de clasificación de pureza del aire sólo es aplicable a quirófanos como un índice a conseguir cuando el quirófano está en reposo.

El funcionamiento normal del quirófano requiere la apertura de puertas para el paso de personal y paciente y su presencia durante la intervención, por lo que no puede mantenerse el mismo nivel de pureza del aire que cuando está en reposo. El concepto de “sala blanca” no puede extenderse al resto de condicionantes que ello implica.

## CAUDALES DEL AIRE

\*En los quirófanos tipo A y tipo B se requiere un caudal de aire exterior superior a 2.400 m<sup>3</sup>/h y a 20 renovaciones/hora.

\*En los quirófanos tipo B la totalidad del aire impulsado en el quirófano será aire procedente del exterior.

\*En los quirófanos tipo C se debe impulsar un mínimo de aire exterior de 1.200 m<sup>3</sup>/h.

Para facilitar la sobrepresión en el quirófano con respecto a la esclusa de sucio ésta no contará con impulsión de aire, sólo extracción.

Exceptuando el quirófano, para el resto de dependencias del bloque quirúrgico se requiere un caudal de aire exterior mínimo de 15 m<sup>3</sup>/h por cada m<sup>2</sup> de superficie.

En la Tabla se resumen los parámetros de la instalación de climatización para los tres tipos de quirófanos.

### Resumen de parámetros de la instalación de climatización para los quirófanos.

	Tipo A	Tipo B	Tipo C
<b>Flujo de aire</b>	Unidireccional (Laminar)	Por dilución (Turbulento)	Por dilución (Turbulento)
<b>Caudal de aire exterior</b>	>20 ren/h >2400 m <sup>3</sup> /h	>20 ren/h >2400 m <sup>3</sup> /h	>10 ren/h >1200 m <sup>3</sup> /h
<b>Aire recirculado</b>	SI	NO	--
<b>Velocidad del aire (m/s)</b>	<0,2	0,2 - 0,3	0,2 - 0,3
<b>Temperatura de diseño (°C)</b>	18-26	22-26	22-26
<b>Filtros</b>	F5 / F9 / H14	F5 / F9 / H13	F5 / F9 / H13
<b>Partículas</b>	ISO 6	ISO 7	ISO 7
<b>Presión</b>	+20 a +25	+20 a +25	+20 a +25
<b>Humedad relativa (%)</b>	40-60	40-60	40-60
<b>Nivel sonoro (dBA)</b>	40	40	40

## VALIDACIONES DE TODO EL SISTEMA

Para realizar una correcta validación de los quirófanos, se deberá cumplir los requisitos siguientes:

### Norma UNE 100713:2005

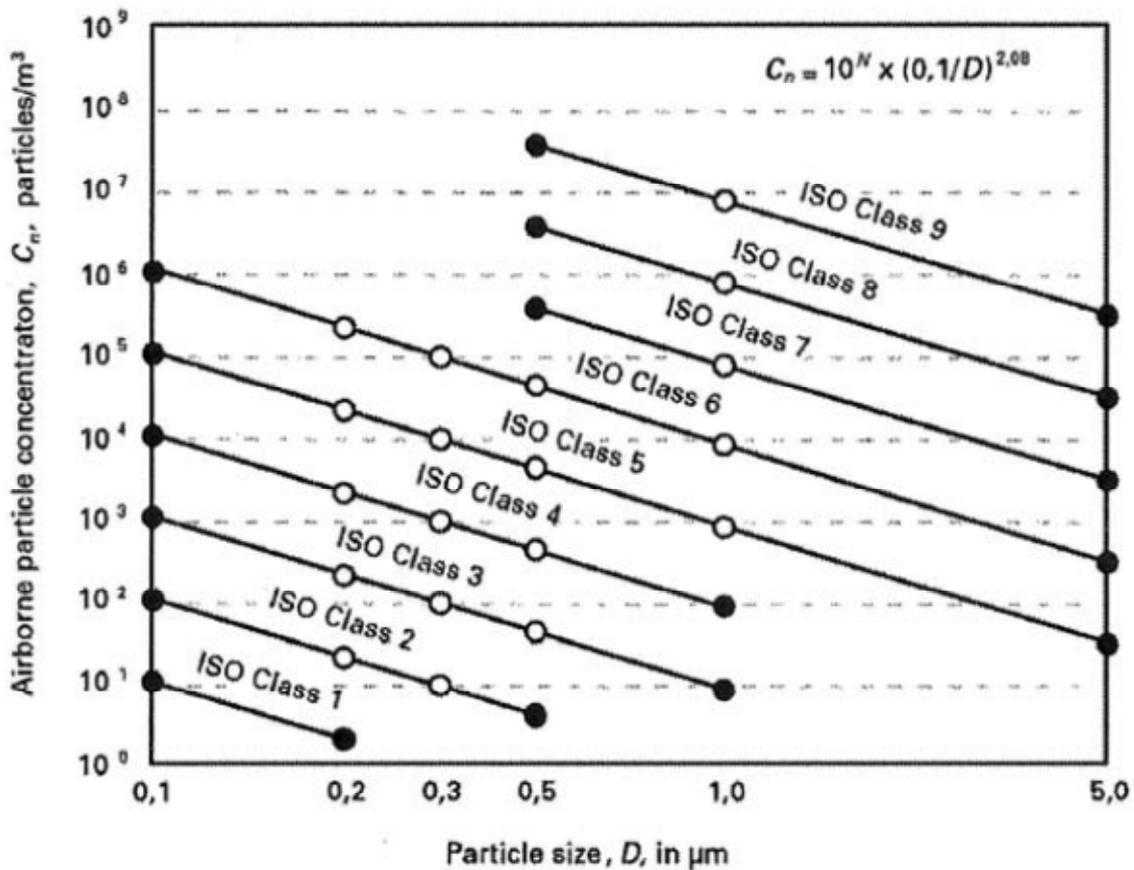
- La repetición anual de los análisis higiénicos, de acuerdo con el anexo B2 de esta norma.
- El conteo de partículas y la medida de microorganismos contenidos en el ambiente después de la sustitución de cada una de las células filtrantes de 3r nivel de filtración. El conteo se realizará directamente del aire de impulsión, en salas con ambiente de clase I, realizando como mínimo 3 muestras de cada una de las salidas.
- La presencia del higienista después de reparaciones que puedan tener posibles efectos de carácter higiénico.

En los tres casos es necesario incluir los análisis microbiológicos.

**Table 1 — Selected airborne particulate cleanliness classes for cleanrooms and clean zones**

ISO classification number (N)	Maximum concentration limits (particles/m <sup>3</sup> of air) for particles equal to and larger than the considered sizes shown below (concentration limits are calculated in accordance with equation (1) in 3.2)					
	0,1 µm	0,2 µm	0,3 µm	0,5 µm	1 µm	5 µm
ISO Class 1	10	2				
ISO Class 2	100	24	10	4		
ISO Class 3	1 000	237	102	35	8	
ISO Class 4	10 000	2 370	1 020	352	83	
ISO Class 5	100 000	23 700	10 200	3 520	832	29
ISO Class 6	1 000 000	237 000	102 000	35 200	8 320	293
ISO Class 7				352 000	83 200	2 930
ISO Class 8				3 520 000	832 000	29 300
ISO Class 9				35 200 000	8 320 000	293 000

NOTE Uncertainties related to the measurement process require that concentration data with no more than three significant figures be used in determining the classification level



### 5- Esclusas; funcionamiento y posible transmisión de enfermedades.

EL ÁREA QUIRURGICA es una zona de especial riesgo para la adquisición de una infección hospitalaria, por cuanto supone de instrumentación, manipulación, y de ruptura de barreras naturales del enfermo, por lo que es muy importante cumplir las normas higiénicas en este Área.

Se ha de limitar estrictamente la circulación y permanencia de personal innecesario, así como la conversación dentro de los quirófanos. La circulación inadecuada del personal y material favorece la propagación de microorganismos patógenos

Las *enfermedades nosocomiales o intrahospitalarias* son las infecciones que se contraen, según la Organización Mundial de la Salud, en un centro sanitario sin que antes se hubieran manifestado o estuvieran en período de incubación en el momento de ser internado. Se trata de una importante causa de morbilidad, mortalidad e incremento de los costes asistenciales, por lo que es necesario combatirlas. En este sentido, uno de los aspectos clave

que puede contribuir a su eliminación, aunque poco conocido, es el estudio de la ventilación de los hospitales.

En la actualidad *el Grupo de Investigación Reconocido (GIR) de Ingeniería de los Fluidos de la Universidad de Valladolid*, trabaja en la ventilación de los quirófanos, un ámbito en el que hay muy poca biografía y aún menos estudios experimentales. *“Estos análisis deben realizarse de manera numérica y experimental. Numéricamente hay bastantes datos pero el problema está en validar esas simulaciones con resultados experimentales, y eso no es fácil en un quirófano real”*, precisa el investigador, de manera que se trata de un campo “bastante amplio”.

César Méndez, coordinador del grupo explica cómo es el proceso actual para diseñar habitaciones y quirófanos en hospitales. *“Existe una normativa genérica que aplica el arquitecto, aunque otras veces los sistemas de ventilación vienen impuestos por la geometría del edificio. En ocasiones los equipos se colocan en los huecos que quedan, sin tener en cuenta que a veces con una buena ventilación se podrían evitar esas infecciones nosocomiales”*.

El diseño óptimo de la ventilación se puede llevar a cabo mediante simulación numérica, e incluso a veces con gestos tan sencillos como cambiar de posición un elemento, modificar la velocidad del aire o instalar una salida de aire de tamaño adecuado, se pueden prevenir los contagios. *“Hemos estudiado diferentes tipos de difusores, rejillas, lámparas... cosas sencillas y baratas que con un estudio previo de simulación, que a su vez no resulta excesivamente caro, puede mejorar la asistencia”*, apunta el coordinador del Grupo, quien añade que la simulación que realizan está validada con resultados experimentales.

## PATRÓN DE FLUJO

El equipo científico dispone de un equipo de medida por láser que denominado PIV (siglas en inglés de Velocimetría por Imagen de Partículas) que permite estudiar el patrón de flujo, o lo que es lo mismo, “qué es lo que hace el aire en un recinto”, un parámetro muy importante. Además, cuenta con un modelo realizado en metacrilato, *“un modelo transparente que puede simular la cámara de un quirófano”* con el que se pueden comparar los resultados obtenidos en la simulación numérica. *“Una vez que la simulación está validada y por tanto, sabes que lo que estás simulando está bien, se pueden realizar estudios a otra escala y fácilmente comprobar, por ejemplo, qué pasaría si se modificara la situación de la salida de aire”*.

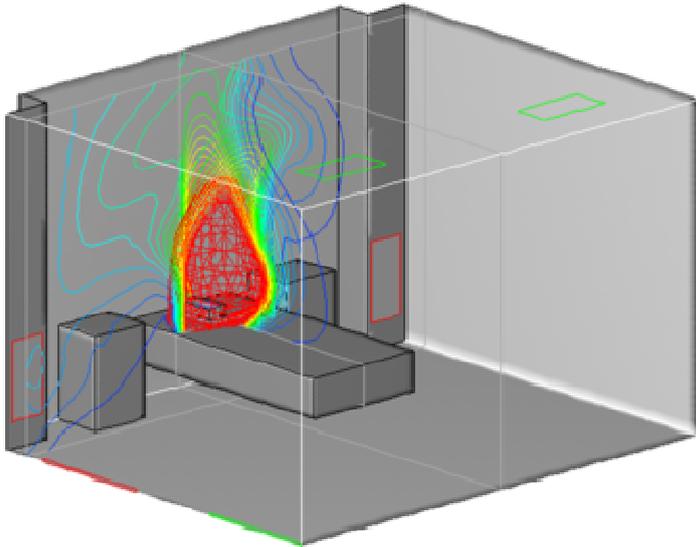
Es por ello que la eficiencia de los quirófanos y la recuperación de los pacientes son dos factores clave para mejorar la rentabilidad de nuestros hospitales. Una de las principales herramientas de mejora de estos indicadores pasa por la innovación en el diseño de quirófanos y se sus áreas de servicio.

Además de estar aislado del tráfico diario del hospital y disponer de un acceso directo con las unidades de hospitalización, el quirófano debe tener comunicación con las unidades de farmacia, rayos X y acceso de urgencias.

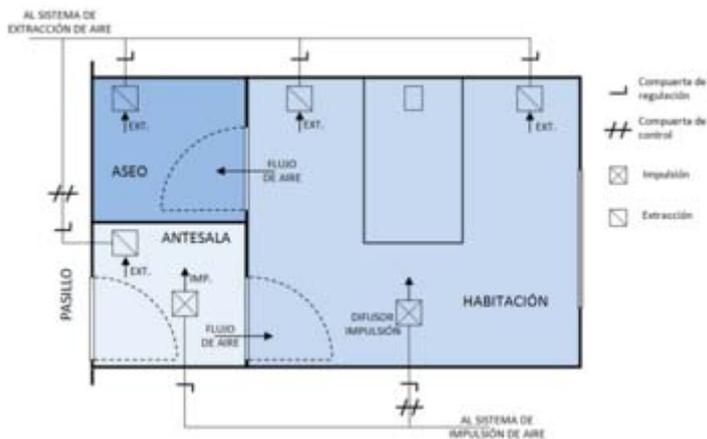
Será necesaria la colaboración de un equipo multidisciplinar de arquitectura e instalaciones que coordine la instalación de equipamiento de control de las condiciones ambientales y de la asepsia. Los quirófanos no tienen conexión con el exterior para controlar la cantidad de partículas y bacterias, el aire se renueva de 15 a 20 veces por hora y se mantiene entre 18 y 22 grados de temperatura con una humedad controlada del 55% para evitar el riesgo de explosión.

En el diseño de quirófanos, del “esquema nórdico”, únicamente se considera estéril el área de acceso inmediato al quirófano, donde se encuentran las zonas de lavado de médicos y almacén de material estéril específico.

El acceso a esta área estéril se produce siempre mediante una esclusa. En este esquema el paciente entra y sale por otro pasillo, que no se considera estéril, donde se encuentran la pre-anestesia y se realiza la evacuación del material sucio. Además, los quirófanos pueden tener un pasillo de sucio perimetral expreso al que se conectan todos los espacios de pre anestesia y por el cual se evacuan directamente los utensilios usados hasta los montacargas de sucio que conectan con la zona estéril de planta baja, sin producirse ningún cruce con el circuito estéril, minimizando en consecuencia, el riesgo de contraer enfermedades



Estudio de la influencia de la posición de las impulsiones y extracciones de aire de la habitación en la distribución de la concentración de partículas infecciosas emitidas por un enfermo tumbado en la cama (FOTO: GIR Ingeniería de los Fluidos)..



### Bibliografía:

*Dr Francisco Castro Ruiz, Dr Julio San Jose Alonso, Dr. Jose Manuel Villafruela Espina, Departamento de Ingeniería Energética y Fluidomecánica Universidad de Valladolid, Dr. Alvaro Guijarro Rubio, Servicio de Infraestructuras y Patrimonio, D.G.A.I.*

*Pilar Boixareu Gomà , Maria Cristina Borbón Ribera Francisco García-Moreno Charlez (Servei Català de la Salut), Joaquim Llevot Pelejà, Felipe López Casado, Raúl Oriol Romero (Hospital Clínic), Rubén Moragues Pastor, Rafel Padrós Selma, Noèlia Poyatos Ventura (Hospital de la Santa Creu i Sant Pau)*

**PROYECTOS DE ARQUITECTURA TEMATICA COMPARADA**

EL DIALOGO ENTRE HOSPITAL Y CIUDAD:

COMPONENTES Y EVOLUCIÓN

AUGUSTIN Sophie (Erasmus)

E.T.S.A.Valladolid

Curso 2014 – 2015

## INTRODUCCION

- I- REGENERACIÓN URBANA
- II- INSERCIÓN URBANA
- III- REPRESENTACIONES Y PERCEPCIONES
- IV- HACIE UN PROYECTO URBANO

## CONCLUSION

## BIBLIOGRAFÍA

## INTRODUCCION:

Este trabajo se compone de investigaciones sobre el tema de las relaciones entre hospital y ciudad.

### Contexto actual

Hoy en día, el tamaño de los hospitales es cada vez grandes. Pero cuál es el límite máximo para que el sistema funcione? Las estancias en hospitales son más cortas pero hay un crecimiento de los flujos de entradas-salidas.

Existe una modernización de la ciudad, y la gente aspiran al bienestar. La población se está envejeciendo y está más precaria. Existen muchas inigualada entre la población, en particular para el acceso a la salud y la esperanza de vida.

### ¿Qué es un hospital hoy?

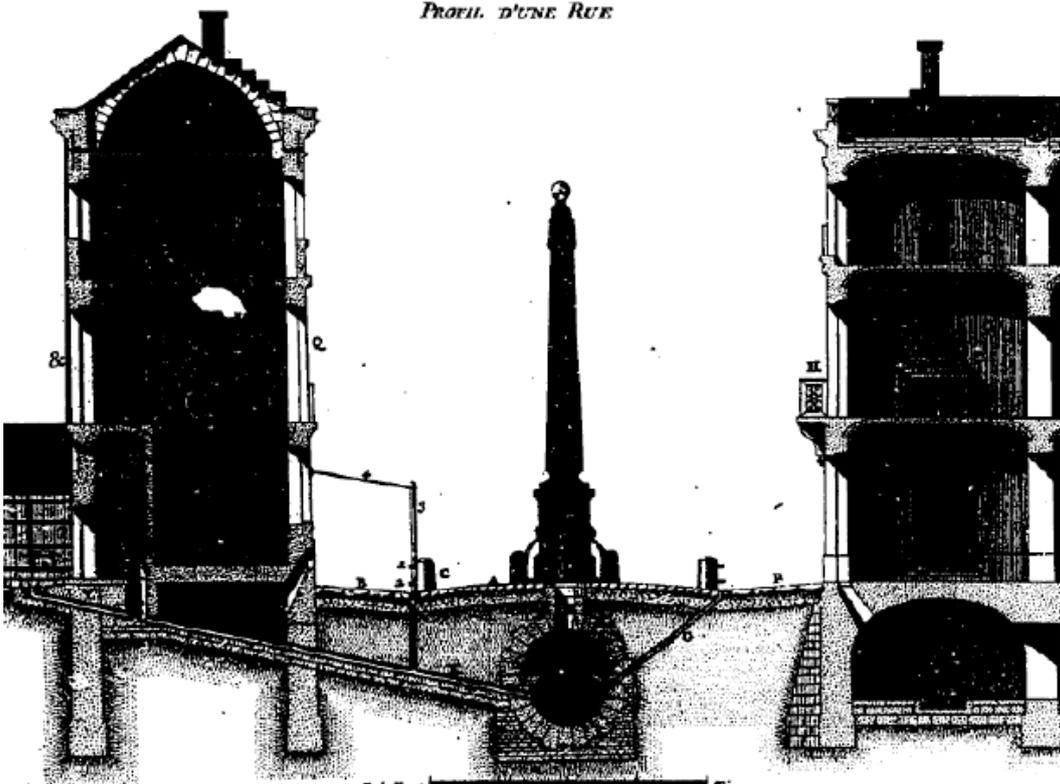
¿Cómo se integre el hospital en la ciudad?

¿Cuáles localizaciones debemos privilegiar para permitir una buena representación de los hospitales? ¿Cuáles localización para una buena accesibilidad a la escala de una aglomeración, de un área urbana o de un sector sanitario?

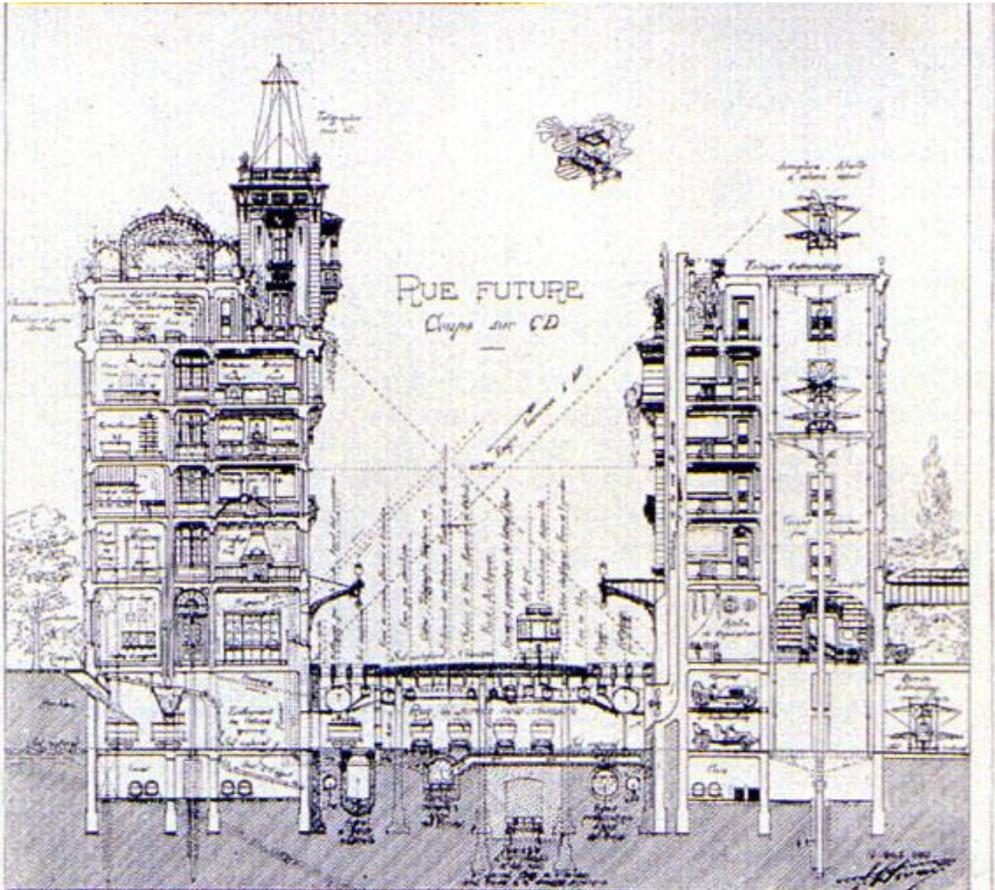
Los hospitales son edificios complejos, son máquinas de la ciudad, son lugar de intercambios, son equipamientos generadores, son también lugar esencial de la ciudad y casi todo el tiempo son iconos en la ciudad.

Además ellos son unos de los equipamientos más importantes en una ciudad. Ellos permiten su estructuración, su desarrollo y su proyección en diversos campos (sanitario, simbólico, inmobiliario, urbano y por extensión del empleo)

I- REGENERACION URBANA



Profil d'une rue – rue souhaitable – 1769



Rue future – Eugène Henard -1910

Desde hace años, podemos ver una evolución de la arquitectura hospitalaria. Hay muchas transformaciones en la tipología arquitectural, en las formas y en las morfologías de los edificios. En particular porque la relación entre salud y ciudad cambia (lucha contra la insalubridad por ejemplo).



Les cités jardins : L'hôpital Edouard Herriot – Lyon



L'hôpital Beaujon - Paris



El "monobloque" : Le CHU de Caen



L'hôpital Robert Debré – Paris

Un urbanismo favorable a la salud:

Las mutaciones del hospital en su relación a la ciudad a causa de los descubrimientos de transmisión de enfermedades y de las nuevas tecnologías son grandes.

En la edad media el hospital es caritativo, después el hospital es más neumático y se convierte poco a poco en hospital pasteuriano. En los años 60 podemos ver la aparición del monobloque, y hoy el hospital actual es como una pequeña ciudad.

Al empiezo del siglo XX, los progresos técnicos de la construcción permiten construcciones más altas, grandes equipamientos monobloques, torres y barras modelos de los años 60 que simbolizan la modernidad, pero se cortan de los entornos.

La última década marca una nueva evolución: la arquitectura hospitalaria se renueva y el hospital preocupa más de la cualidad de su acogida. Su inserción arquitectural y urbana y su relación con su entorno comienzan a estar tomados en cuenta. El hospital conoce una nueva etapa en su historia. Él tiene que hacer evolucionar su organización, su morfología, y su relación con el entorno. Los proyectos actuales den lugar a concepciones de nuevas arquitecturas que tienen en cuenta la imagen del hospital, en sus dimensiones sanitarias y también sociales y culturales.

La planificación del territorio:

En Francia, hay una ley después 2009, la ley "hopital patient, santé et territoire" que permite una mejor repartición geográfica de los hospitales y agencias de salud para mejorar y facilitar el acceso a la salud para todos.

## II- INSERCIÓN URBANA:

El contexto geográfico es importante para la implantación de las arquitecturas sanitarias. ¿Cómo es la topografía? ¿Cómo elegir la localización, el emplazamiento? ¿Cómo es la orientación del edificio? ¿Dónde es la entrada principal? Y los otros accesos? ¿Dónde están los hospitales? En el corazón de la ciudad? Cerca de la universidad de medicina? Donde hay gente? Cerca de los campus? Como es la relación con el tejido ya existente? Casi todo el tiempo los hospitales son construido en periferia (donde hay suelo libre). Casi todo el tiempo el hospital quita los zonas rurales para se desarrollar ahorra en los espacios urbanos.

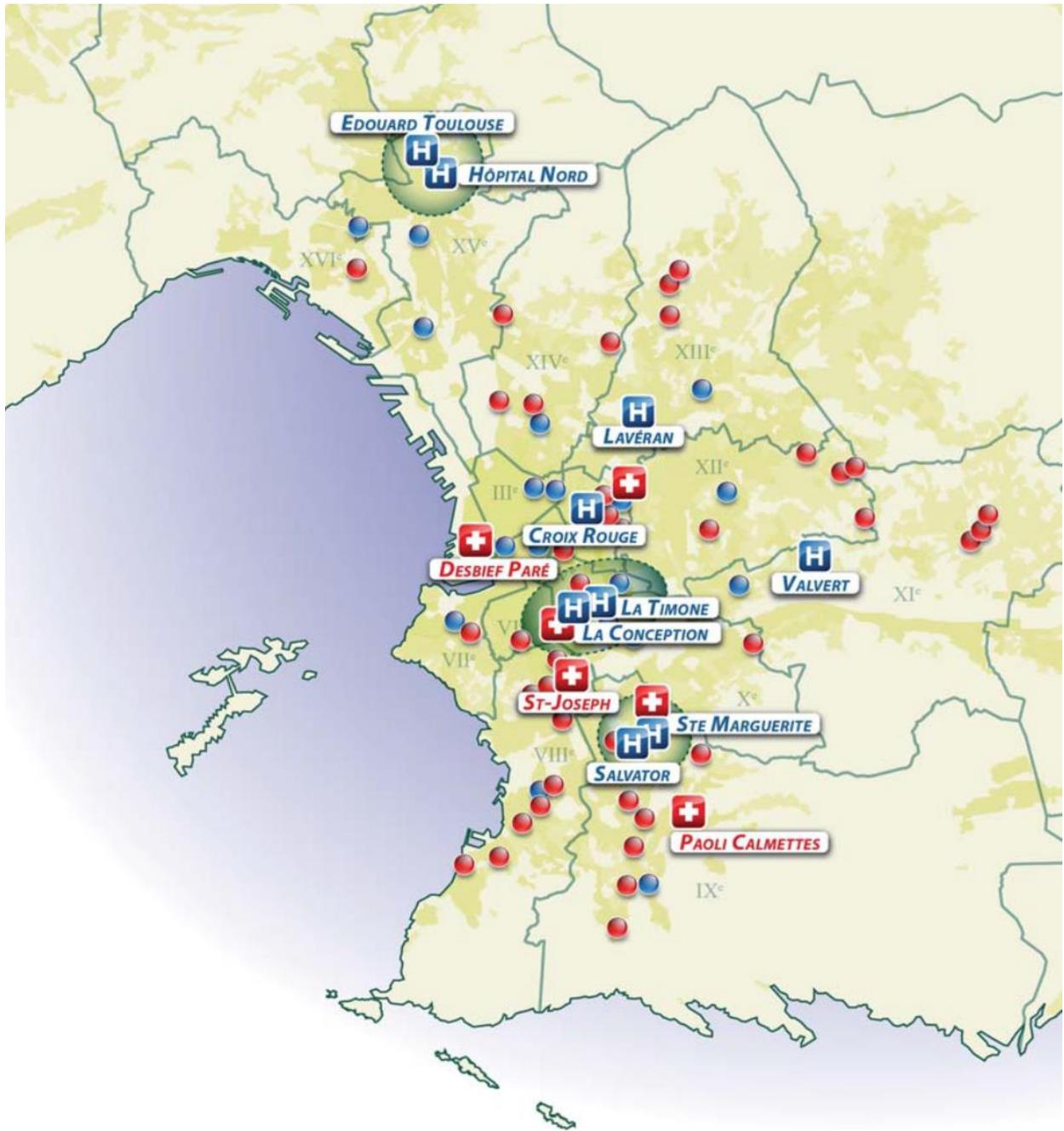
Hay elementos identificables como la señalización, la accesibilidad (ejes de circulación, espaldas de comunicación), los transportes públicos, el tiempo para ir, los aparcamientos, que deben estar toma en cuenta en la planificación Porque todos estos elementos de enlace permiten una mejor inserción urbana.

Podemos observar una modificación de los servicios urgencias en particular porque son en el corazón de los cambios. Y suponen una relación directa entre ciudad y hospital, con exigencia de acogida y de accesibilidad.

Barrio, ciudad, aglomeración, área urbana: actuar a la buena escala.

La urbanización de los espacios entre la ciudad y el hospital es crucial. ¿Cómo diseñar la inserción del hospital en su barrio? ¿Cuál son los efectos del hospital en su barrio? Cual son los repercusiones del hospital en su barrio? En la ciudad? En la aglomeración? Las nociones de aperturas, proximidad, transversalidad y participación son fundamentales porque ellas contribuyen a abrir las relaciones entre ciudad y hospital. Relaciones con la calle en todos los casos, con el barrio a menudo, con la aglomeración más y más. Los hospitales desempeñan un papel importante en el funcionamiento de los barrios cercanos.





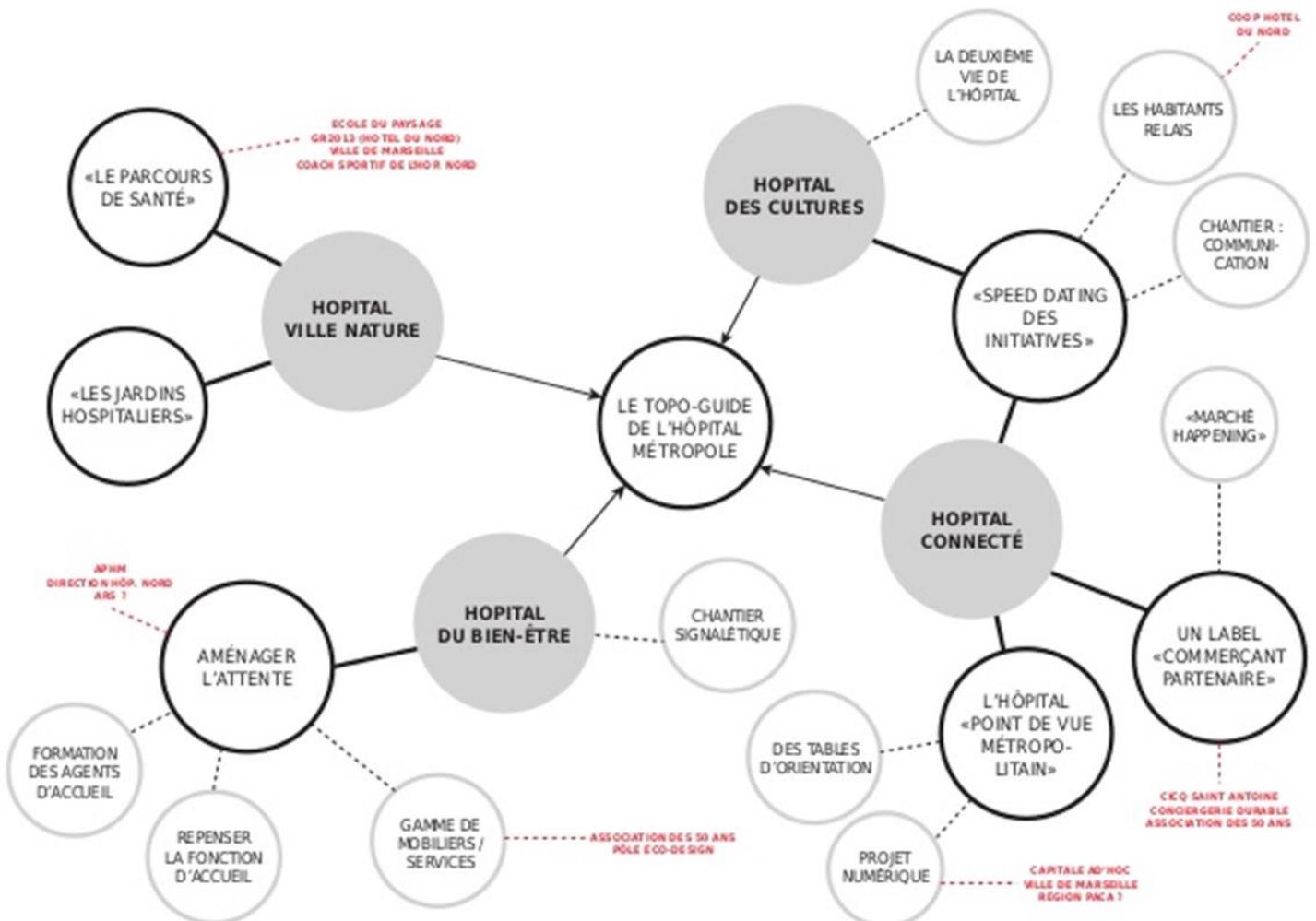
Podemos encontrar varios hospitales y centro de salud en la misma ciudad. Es el caso en la ciudad de Marseille.

### III – REPRESENTACIONES Y PERCEPCIONES

Hay una grande importancia de la visibilidad del edificio

¿Cómo el hospital se impine en la ciudad? ¿Es Visible? ¿Cómo percibimos la ciudad desde el hospital y al contrario como percibimos el hospital desde la ciudad? Hay todo el tiempo intercambios visuales entre hospital y ciudad. Al mismo tiempo existe vistas del interior hacia el exterior y vistas del exterior hacia el interior. Las nociones de « fachadas urbanas », de inserción paisajística, de tamaño, y de adaptación de los espacios públicos, del aparcamiento, de la circulación son aspectos mayores en la arquitectura hospitalaria de hoy. Por ejemplo: la fachada “à redents” constituye un señal urbano.

El funcionamiento de la ciudad y su organización tienen dimensiones sanitarias. Los componentes determinantes mayores son socio-económicos, demográficos, cultural, política y sanitarios. Todas influyen sobre nuestra salud. La salud tiene un lugar central en las ciudades. Los hospitales son elementos urbanos importantes que ocupan manzanas enteras. Ellos generan gracia a sus funcionamientos, muchas flujos. En particular para el transporte del personal, de los pacientes, y de los visitantes. La salud es uno de los principios actor de la ciudad moderna. Ella tiene un papel cada vez más importante en la ciudad: es particular en su forma urbana, en su funcionamiento, su equilibrio social, su atractividad y en su desarrollo económico.



La importancia del aspecto social. Las relaciones con la población:

En primero lugar el espacio público al entorno del hospital: la creación de grandes plazas, parvis por ejemplo. Y también la acogida que es el espacio de transición entre la ciudad y el hospital. Por eso diseñado como un espacio público. El acceso a la salud constituye uno de los desafíos mayores de la organización y del desarrollo de las ciudades futuras.



El ejemplo de los "atelier santé ville" (A.S.V). Los talleres Salud-Ciudad han creado en 2002 en la ciudad de Marseille la primera vez. Estos talleres son participativos y se han establecido en algunos barrios (bastante desfavorecidos). El objetivo principal es de realizar un diagnóstico de las necesidades de la población. El diagnóstico y las acciones son reagrupados en un documento llamada "Plan local de salud pública". Estos talleres son lugar de intercambios donde se puede hablar de las diferentes necesidades. De necesidades de salud, de necesidades sociales y de necesidades territoriales. Todo eso a diferentes escalas (del barrio, de la ciudad, de la región, del país). La problemática ligada al marco de vida y ver donde necesita hospitales son ejemplos de temas concretos. Así este diálogo y esta implicación de la población muestra que los enfermos se conviertan en actores de la salud.

Entonces, la política de la ciudad es un desafío importante para el hospital. Y Además la salud es un desafío de sociedad.

Salir de la ignorancia mutua entre ciudad y hospital:

Para razón de accesibilidad, funcionamiento y representación urbana, un informe más importante debería estar buscando entre hospital y estructura urbana o territorial. Lo mínimo es una armadura viaria y un red de transportes públicos. Pero el problema actual es que para razón foncieras de costos de terreno los hospitales son construidos a menudo en periferia. Los responsables de sus opciones piensan que la ciudad y sus redes de transportes van a adaptarse al hospital. El problema es que eso costa mucho para una ciudad y también hay veces donde no se puede, y cuando se puede no es todo el tiempo satisfactorio. Podemos ver progresos entre hospital y ciudad, pero el hospital quedarse cerrado con el territorio. La organización espacial de los hospitales es hoy confrontado a varios problemáticas de planificación del territorio. Eso es reciente e impone de pensar las necesidades de accesibilidad y de seguridad. Quizás debemos pensar en esto con las necesidades y no con las ofertas. Hay una repartición desigual histórica de los hospitales en el territorio. La distribución de los hospitales no siguiera la evolución en algunos territorios, en particular en las grandes aglomeraciones con el desarrollo de los suburbios y los sectores peri-urbanos.

Esta toma de conciencia determinando así a diseñar el hospital como un proyecto urbano para favorecer la continuidad con la ciudad.

Ejemplos:



- Proyecto BMT : bâtiment médico-technique de la Timone (Samir FARAH)



- Proyecto hospital Euroméditerranée (Desbief-Paré) C+T architectures

## IV- HACIE EL PROYECTO URBANO



Le centre régional hospitalier universitaire Claude Huriez (hôpital de Lille).

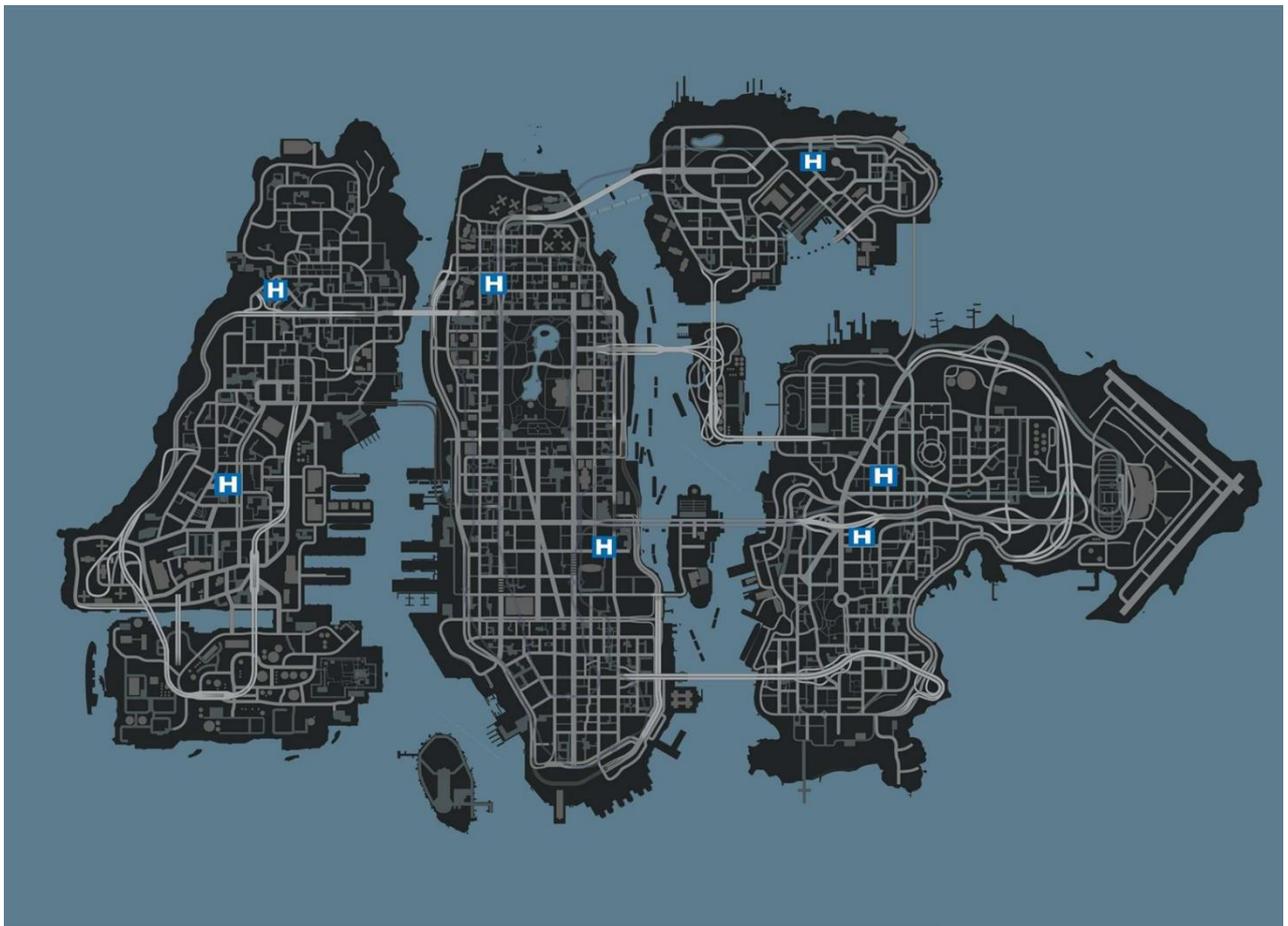
En los años 80 el hospital transforma. Hay un inicio de toma de conciencia del entorno del hospital es decir su barrio, la cualidad de la acogida, de sus usuarios y también de los condiciones de trabajo.

La metáfora ciudad/hospital existe en la manera de nombrar los espacios: “galería hospitalaria”, “calle medical”...

El urbano va dentro el hospital y el objetivo de la arquitectura es de controlar los accesos y también de jerarquizar los espacios. Como un proyecto urbano, el hospital es basado en el control de los flujos y las redes que le irrigan en particular estos que le conectan con su entorno. Hoy, el hospital es como un microcosmo. Y podemos decir también que el hospital es una ciudad en la ciudad. Hoy el hospital está cada vez mejor conectando al espacio urbano. Esto muestra que la apertura de sus redes en la ciudad es esencial.

Cual proyecto arquitectural podemos proponer hoy cuando hay la concepción de un equipamiento hospitalario?

La única solución es diseñar el hospital como un proyecto urbano, como una ciudad con sus espacios públicos, sus funcionalidades, y especialmente sus capacidades de transformación permanente para responder a evoluciones a menudo difícil a anticipar. La organización del hospital esta basa en la flexibilidad y la transversalidad. El hospital tendrá que integrarse más en la ciudad. Diseñar el hospital como un espacio urbano, como un espacio "capaz", es decir como una ciudad, el hospital debe estar capaz de renovarse, de reinventarse. Entonces debemos diseñar el hospital como un espacio urbano para facilitar la continuidad con la ciudad.



## CONCLUSIÓN :

Los hospitales deben estar establecimiento de grandes performances (maquinas) de últimas generación y al mismo tiempo atender a las necesidades básicas de proximidades.

Hoy en día hay una reflexión del punto de vista del paciente. En efecto, el paciente está más en más importante en la planificación de un nuevo proyecto. Podemos ver una rehumanización del hospital (es decir que nociones de confort, ambientes, control acústica... son hoy indispensables).

Los hospitales son edificios más complejos que tienen una relación particular con la ciudad porque la ciudad debería adaptarse al hospital y el hospital debería adaptarse a la ciudad. Esta relación ha cambiado con las evoluciones formales del hospital. No podemos hablar de un modelo particular, de un proceso. No hay una manera de integrar un hospital en una ciudad. Pero cada vez es una cuestión de control y equilibrio de la escala.

Debemos anticipar porque cuasi 10 años son necesarios para construir un hospital. Entonces debemos pensar a las futuras evoluciones. Entonces debemos antes de construir, renovar o rehabilitar, conocer las necesidades de los usuarios para mejorar la organización del espacio del hospital.

## BIBLIOGRAFIA :

### Libros :

L'homme et la ville : géographie hospitalière Jean Labasse, 1980 Hermann.

Atelier Santé Ville Marseille Nord : expérimentation d'un réseau santé cadre de vie Santé Publique, 2010.

Communication ville-hôpital Nathalie Mias Vérin, 2007.

La santé en réseaux: objectifs et stratégie dans une collaboration ville-hôpital Pierre Larcher, Pierre Poloméni, 2001.

Coordination ville-hôpital Aurore Baggioni, 2013.

Les réseaux ville-hôpital: problématique d'implantation des systèmes d'information Christophe Bessaguet, 2001.

### Sitios web:

<http://santesocialklub.com/2012/05/02/relation-ville-hopital-quels-leviers-pour-lamelioration/>

<http://www.medetic.com/docs/06/reseau-ville-hopital.pdf>

[http://www.ars.midipyrenees.sante.fr/fileadmin/MIDI-PYRENEES/0\\_INTERNET\\_ARS\\_MIP/ACTU/Rapport\\_ville\\_hop\\_DT\\_12/Rapport\\_ville-hopital\\_DT12\\_.pdf](http://www.ars.midipyrenees.sante.fr/fileadmin/MIDI-PYRENEES/0_INTERNET_ARS_MIP/ACTU/Rapport_ville_hop_DT_12/Rapport_ville-hopital_DT12_.pdf)

<http://www.latribune.fr/opinions/tribunes/20130528trib000767010/comment-l-hopital-connecte-reinvente-la-relation-patient-.html>

<http://www.em-consulte.com/en/article/85261>

[http://medco5962.free.fr/pdf/soiree\\_012010/ch\\_roubaix.pdf](http://medco5962.free.fr/pdf/soiree_012010/ch_roubaix.pdf)

<http://documentation.ehesp.fr/memoires/2005/edh/lallemand.pdf>

<http://www.carevox.fr/medicaments-soins/article/soigner-sa-relation-avec-les>



# ROBÓTICA LOGÍSTICA EN HOSPITALES



**JESÚS ESTÉBANEZ AGUILAR**

PROYECTOS DE ARQUITECTURA

TEMÁTICA COMPARADA

# **INDICE**

## **1. INTRODUCCIÓN**

## **2. SISTEMAS LOGISTICOS EN HOSPITALES (DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES Y VERTICALES)**

2.1. ALMACENAMIENTO AUTOMÁTICO: CARRUSEL HORIZONTAL

2.2 ALMACENAMIENTO VERTICAL: CARRUSEL VERTICAL

2.3 PICK/PUT PARA PREPARACIÓN DE PEDIDOS

2.4 DISPENSACIÓN AMBULATORIA. ROBOT DE FARMACIA

2.5 GESTIÓN DE ALMACENES PERIFÉRICOS: SISTEMA DOBLE CAJÓN

2.6 ARMARIOS DE DISPENSACIÓN AUTOMÁTICA

2.7 CARRO DE DISPENSACIÓN EN PLANTA

2.8 VEHÍCULOS DE GUIADO AUTOMÁTICO (AGV)

2.9 SISTEMA DE ENVÍO NEUMÁTICO

2.10 GESTIÓN DE ROPA SUCIA Y RESIDUOS

2.11 SISTEMA DE GESTIÓN DE ALMACENES

## **3. EXPERIENCIAS EN HOSPITALES**

3.1 HOSPITAL UNI. GETAFE

3.2 HOSPITAL DR NEGRIN (CANARIAS)

3.3 HOSPITAL EN JAPON (TOKIO)

3.4 HOSPITAL RIO HORTEGA (VALLADOLID)

## **4. SISTEMA QUIRURJICO Y DE AYUDA ROBOTICO**

## **5. CONCLUSIONES**

## **6. BIBLIOGRAFIA**

## INTRODUCCIÓN

La palabra robot deriva del término eslavo "robotat" y significa trabajador forzado o sirviente. La definición más aceptable es la establecida por la RAE que dice que: "un robot es un manipulador reprogramable y multifuncional, diseñado para mover cargas, piezas, herramientas o dispositivos especiales según trayectorias variadas y programadas".

Los robots son utilizados para llevar a cabo tareas peligrosas, repetitivas o tediosas y han probado su eficacia y beneficio económico en un creciente número de actividades industriales, de servicios y de investigación.

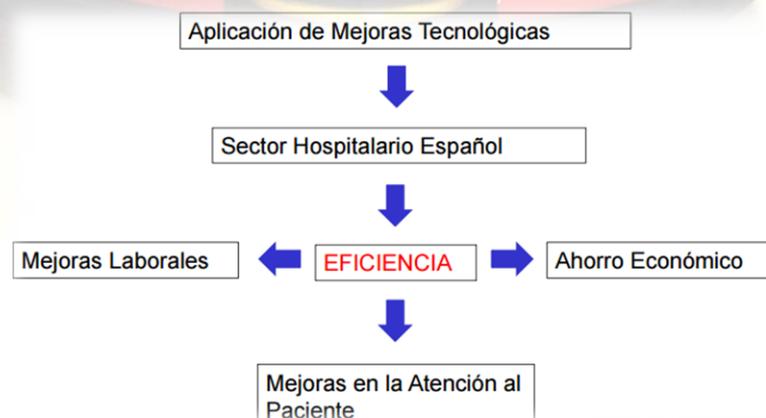
Hay muchos tipos de robots y una posible clasificación es la de robots móviles, robots manipuladores y otros robots.

Una de las actividades más importantes del hospital es el transporte interno de suministros, productos farmacéuticos, lencería, etc. Son tareas que consumen mucho esfuerzo y tiempo del personal dedicado a ello y originan muchos problemas. No es de extrañar, pues, que se haya pensado en que esas tareas puedan ser desarrolladas por vehículos robotizados que liberen a las personas de las mismas, mejorando la puntualidad y programación de los servicios.

En este sentido, en los últimos años algunos centros han introducido el transporte robotizado a través de vehículos guiados automáticamente (AGV), existiendo diversas tecnologías y proveedores.

Ya a nadie le sorprende ver un terminal de ordenador. Día a día, vemos cómo las tecnologías de la información han ido paulatinamente integrándose en nuestras vidas de manera tan intensa que quizás deberíamos hablar de "tecnologías al uso" más que de "nuevas tecnologías".

Los profesionales sanitarios aprecian en sobremanera el hecho de que la automatización de las tareas administrativas más comunes, principalmente el registro de actividades, permiten disponer de algo más de tiempo, lo que a la larga contribuirá a aumentar más aún su disponibilidad y, por ende, la atención a nuestros ciudadanos. Incluso se puede ir un poco más allá: el análisis a posteriori de los datos debe proporcionarnos información sensible para la toma de decisiones y, por consiguiente, el establecimiento de líneas de acción cuyo fin último sea el garantizar el cuidado de la salud de quienes demandan esta atención, además de ayudar a una mejor administración de los recursos.



A continuación voy a describir uno a uno los componentes de un modelo de logística integral para el diseño de un sistema que permita una gestión eficiente del flujo de materiales desde el proveedor hasta el cliente final y de un sistema informático que maneje el flujo de la información asociada de forma que se alcancen los objetivos parciales económicos, asistenciales y administrativos.

Como resultado se obtiene un sistema totalmente integrado y ágil que permite a los centros gestionar de forma más adecuada sus recursos, que son ajustados a las necesidades de demanda reales, a pesar de la alta complejidad y variabilidad inherentes en el sector salud.

Estos serían los objetivos generales en una instalación de esta envergadura:

Reducción de costes.

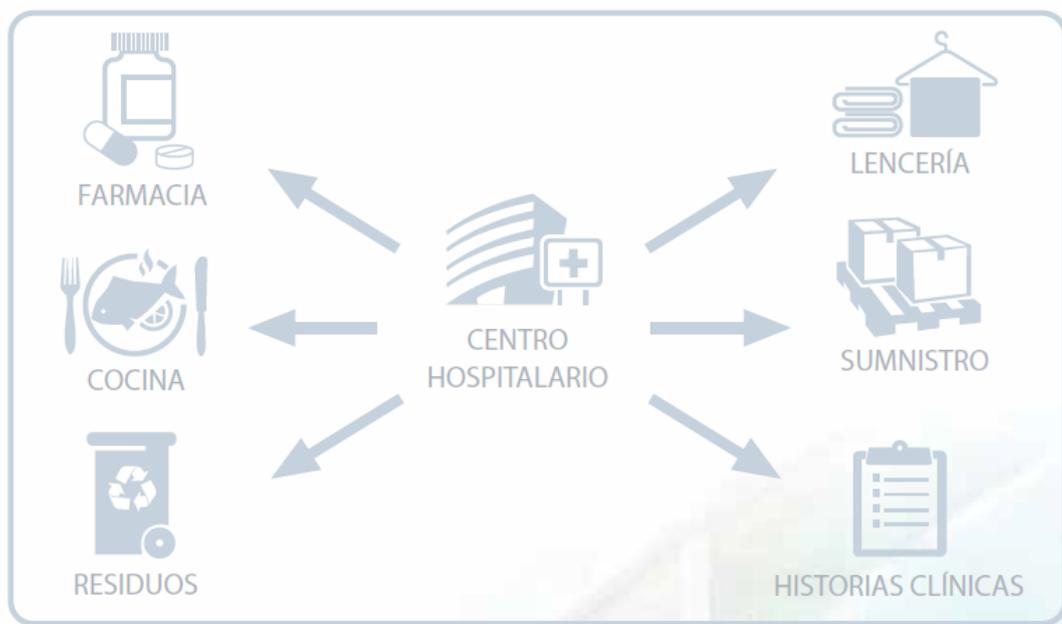
- Reducciones de stock.
- Eficiencia en la utilización de recursos.
- Liberación del personal sanitario de tareas no asistenciales.

Mejora de la calidad de servicio.

- Minimización de errores.
- Minimización de las roturas de stock.
- Desarrollo de modelos para la toma de decisiones.

Optimización de los flujos del sistema.

- Reducción de los recorridos.
- Ubicaciones óptimas.
- Optimización de frecuencias (aprovisionamiento y suministro).



## 2.1 ALMACENAMIENTO AUTOMÁTICO: CARRUSEL HORIZONTAL

Carrusel es un dispositivo de almacenamiento automático que sustituye a los sistemas convencionales de almacenamiento estático. Incrementa la productividad de los operarios reduciendo los movimientos de materiales y fatigosas tareas de transporte.

Este carrusel cuenta con una serie de contenedores rectangulares interconectados entre sí a través de uniones metálicas que conforman una cadena continua. Los contenedores avanzan sobre un rail accionados mediante una moto reductora eléctrica. Dispone de baldas que dividen los contenedores en compartimentos según necesidades.

Cuenta con un diseño único fusionando las mejores tecnologías Japonesas y la calidad de la fabricación de ULMA. El sistema consiste en una serie de básquets soportados por ruedas de acero de 100mm de diámetro. Esta configuración minimiza los desgastes y admite cargas de hasta 600 kg/básquet. La carga se distribuye directamente al suelo de manera uniforme. El mecanismo de arrastre en la parte inferior permite realizar el mantenimiento muy fácilmente sin necesidad de acceder a zonas elevadas.

### **APLICACIONES EN CENTROS SANITARIOS**

#### **1. Almacén general de suministros**

Almacenamiento de material sanitario.  
Almacenamiento de material de oficina.

#### **2. Almacén general de Ropería**

Almacenamiento de ropa plana.  
Almacenamiento de forma.  
Almacenamiento de calzado.

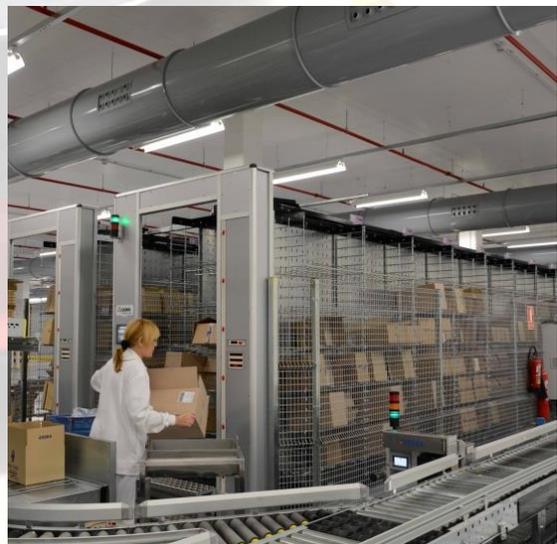
#### **3. Almacén general de farmacia**

Almacenamiento de medicamento en forma de unidosis.



### **VENTAJAS FRENTE AL ALMACENAMIENTO CONVENCIONAL**

- Ahorro de espacio: hasta un 40%. Equipos más estrechos para la misma capacidad de almacenaje.
- Ahorro de tiempo: el principio "producto a persona" incrementa la capacidad hasta un 600%.
- Mejora la precisión del stock: mejoras significativas de cerca del 100
- Genera importantes mejoras en la productividad: se complementan con sistemas de preparación de pedidos para la agrupación de los mismos.
- Aumenta la flexibilidad: estantes regulables que le permite al cliente realizar futuras correcciones debido a modificaciones en los tamaños de los productos.
- Garantiza la seguridad y protección del personal y del material.
- Garantiza la limpieza del material almacenado.
- Garantiza la calidad del servicio



## 2.2 ALMACENAMIENTO VERTICAL: CARRUSEL VERTICAL

El armario vertical lean-lift es un sistema de almacenamiento de alta tecnología compuesto por una serie de bandejas y un transelevador central que traslada el producto hasta el operario y que posibilita significantes ahorros de espacio, tiempo y costes.

### **CARACTERÍSTICAS**

Posibilidad de sistemas refrigerados.  
Soluciones de software a medida.  
Configurable.  
Diferentes velocidades.  
Hasta 1000 kg de capacidad por bandeja  
Velocidades de hasta 2.3 m/s.  
Bandejas multifuncionales-  
Ventana de acceso automática.

El carrusel vertical es un sistema de almacenamiento automático rotativo vertical que trabaja según el principio de la rueda de Ferris, presentando la mercancía al operario. Permite optimizar el área de almacenamiento mediante la utilización de toda la altura disponible.



### **CARACTERÍSTICAS**

Tiempos de accesos considerablemente más cortos.  
Capacidad de carga hasta 750 kg.  
Sistema motriz compuesto por dos motores sincronizados, garantizando el balanceo optimizado de la carga.  
Divisiones configurables en los estantes para una optimización del volumen de almacenamiento.  
Posibilidades de sistemas refrigerados, control de partículas y control de humedad.  
El artículo se presenta a una altura ergonómica.



## **VENTAJAS FRENTE AL ALMACENAMIENTO CONVENCIONAL**

- Optimización del espacio: aprovechamiento de toda la altura disponible.
- Ahorro de tiempo: el principio “producto a persona” incrementa la capacidad hasta un 600%.
- Mejora la precisión del stock: mejoras significativas de cerca del 100%.
- Mejora en la productividad: se complementan con sistemas de preparación de pedidos para la agrupación de los mismos.
- Posibilidad de tener varios puntos de acceso(en el caso del armario vertical).
- Garantiza la seguridad y protección del personal y del material.
- Sistemas de control de partículas y de temperatura para productos refrigerados.
- Garantiza la calidad del servicio.

## **ALMACENAMIENTO AUTOMÁTICO VERTICAL**

### APLICACIONES EN CENTROS SANITARIOS

#### **1. ALMACÉN GENERAL DE SUMINISTROS**

- Almacenamiento de material sanitario.
- Almacenamiento de material de oficina.

#### **2. ALMACÉN GENERAL DE LENCERÍA**

- Almacenamiento ropa plana.
- Almacenamiento de forma.
- Almacenamiento de calzado.

#### **3. ALMACÉN GENERAL DE FARMACIA**

- Almacenamiento de medicamentos No unidosis
- Almacenamiento de medicamento en forma de unidosis.
- Almacenamiento de ensayos clínicos

#### **4. ALMACÉN DE QUIRÓFANO**

- Almacenamiento de documentación administrativa
- Almacenamiento de archivos
- Almacenamiento de documentación de RRHH

#### **5. ALMACÉN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN**

- Almacenamiento de documentación administrativa.
- Almacenamiento de archivos.
- Almacenamiento de documentación de RRHH.



## 2.3 PICK/PUT PARA PREPARACIÓN DE PEDIDOS

Consiste en un método de preparación de pedidos sin papeles (digital) que por medio de indicaciones luminosas guía al operario hacia las ubicaciones correctas, mostrando las cantidades exactas de unidades a recoger (pick-to-light) o depositar (put-to-light).

Un sistema Pick-to-light o DPS (Digital Picking System) está compuesto por un conjunto de módulos, dotados de dígitos y luces, que se asocian a cada ubicación del almacén.

Este sistema se puede aplicar en los diferentes almacenes del hospital en las tareas de preparación de pedidos, permitiendo la preparación simultánea y agrupada.

Ejemplos de almacenes en:

- Farmacia.
- Suministro.
- Lencería.
- Quirófano.

Su utilización resulta muy útil como apoyo a sistemas de almacenamiento automático o semiautomático, con el fin de aprovechar al máximo las prestaciones de estos dispositivos:

### **Armarios verticales Carruseles**

- Horizontales.
- Verticales.



### **VENTAJAS FRENTE AL SISTEMA CONVENCIONAL CON PAPEL**

- Mayor productividad: habitualmente un 50%.
- Reducción de errores de Picking en un 70% - 90%.
- Exactitud del 99,99% en la realización de operaciones.
- Mayor rapidez: reducción significativa en tiempo.
- Simplicidad, fiabilidad y flexibilidad insuperables.
- Sencillez en la instalación y mantenimiento.
- Reducción del personal necesario.
- Sistemas personalizados a medida integrables en cualquier operativa y entorno de trabajo.
- Incremento de la capacidad de monitorización
- Mejora los niveles de gestión y calidad de servicio
- Rápida recuperación de la inversión.

## 2.4 DISPENSACIÓN AMBULATORIA. ROBOT DE FARMACIA

Sistema robotizado para la dispensación automática de medicamentos. Consta de una serie de baldas en las que se ubican las distintas referencias, las cuales, una vez seleccionadas, son dispensadas y trasladadas hasta el lugar de consumo de forma totalmente automática.

### **CARACTERÍSTICAS**

- Manipulación de los fármacos mediante 1 o 2 brazos robóticos.
- Gestión de las caducidades de los fármacos
- Conexión con el servidor del programa de gestión de la farmacia.
- Permite realizar el reaprovisionamiento y la dispensación de forma paralela.
- Flexibilidad en el diseño
- Representación virtual en tiempo real.

### **Operativa:**

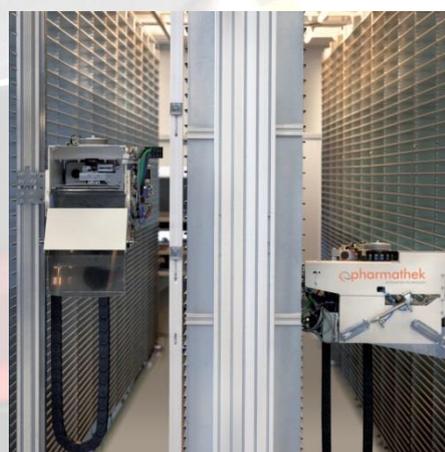
- Entrada de los medicamentos: puede realizarse de forma semi automática o totalmente automática (cargador automático PLD).
- Ubicación: las cajas de fármacos son colocadas en las estanterías por los brazos robóticos optimizándose el espacio y el tiempo.
- Pedido desde el lugar de consumo ya sea por referencia o por lectura de receta médica.
- Entrega de los fármacos en el punto de consumo.

### **Aplicación:**

Estos equipos se instalan en farmacias hospitalarias, generalmente para la dispensación a pacientes ambulatorios, evitándose largas colas para la recogida de la medicación.

### **VENTAJAS**

- Agilidad y atención más personalizada al paciente.
- Reducción de prácticamente el 100% de los errores en dispensación.
- Reducción de la necesidad de empleados de almacén
- Aumento de la seguridad de los productos.
- Posibilidad de tener un funcionamiento ininterrumpido.
- 



## 2.5 GESTIÓN DE ALMACENES PERIFÉRICOS:

### SISTEMA DOBLE CAJÓN

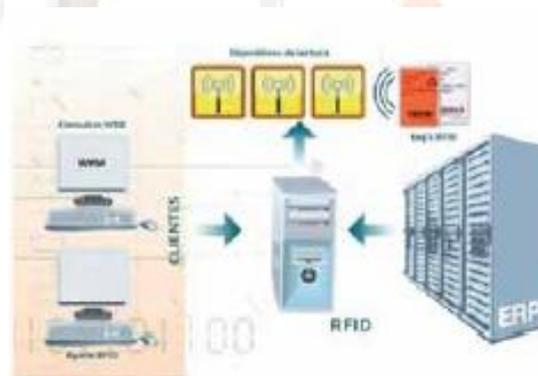
El doble cajón es un sistema diseñado para llevar el control de stock de los diferentes almacenes periféricos en los hospitales.

Para su implantación es necesario:

- La generación de dos ubicaciones por referencia en destino.
- Tarjetas identificativas (una por ubicación).
- Dispositivo de lectura
- Sistema de gestión para controlar todo el proceso.

Los objetivos que persigue este sistema son los siguientes:

- Controlar el comportamiento de los consumos y de los stocks disponibles en los puntos de consumo.
- Asegurar el control de trazabilidad y gestionar lotes y caducidades.
- Garantizar la disponibilidad permanente del material necesario.
- Registrar el consumo de material fungible y medicamentos por paciente y proporcionar información sobre su imputación económica.



### **VENTAJAS/CARACTERÍSTICAS FRENTE AL ALMACENAMIENTO CONVENCIONAL**

- Gestión avanzada de pactos.
- Elimina la dependencia del personal sanitario.
- Reducción de errores al mínimo.
- Gestión de lotes y caducidades por centro de coste y artículo.
- Generación automática de pedidos según calendario y criticidad.
- Gestión de alertas sanitarias.
- Verificación de formatos mínimos de dispensación en pactos.
- Sistema de consultas avanzadas
- Integración con SGA y ERP-s hospitalarios.
- Recepción de órdenes de reposición automáticas en almacén central.

## 2.6 ARMARIOS DE DISPENSACIÓN AUTOMÁTICA

### **CARACTERÍSTICAS**

#### **Sistema intuitivo**

- Sistema de identificación biométrica
- Alta resolución y sencilla interfaz táctil.
- Sistema de guiado por luces
- Confirmación por voz para log-in, vencimiento de productos, alarmas,...

#### **Tecnología avanzada**

- Lector de códigos de barra.
- Conexión a la nube: permite que las estaciones puedan ser gestionadas desde fuera del hospital
- Disponible en plataforma física o virtual con una capacidad de almacenamiento de 7 años

#### **Flexibilidad**

- Pueden configurarse como estanterías abiertas o armarios de dispensación automática con puertas de acceso controlado.
- Múltiples dimensiones, configuraciones y opciones de cajones permite adaptar el sistema a todas las necesidades.
- La combinación de medicación e insumos permite reducir el área de almacenaje y ofrece al personal sanitario un único punto de acceso.
- Módulos especiales para catéteres, suturas, implantes,...

### **VENTAJAS**

#### **para enfermería y logística**

- Pedidos automáticos
- Liberación de tareas administrativas.
- Reducción de espacio de almacenaje
- Eliminación de caducidades y roturas de stock.
- Localización de producto guiada.
- Organización correcta del producto.
- Soluciones específicas de almacenaje de catéteres.

#### **Para administración**

- Reducción de consumos
- Control de consumo por paciente
- Explotación de información fiable
- Reducción de stock inmovilizado



## 2.7 CARRO DE DISPENSACIÓN EN PLANTA

### **CARACTERÍSTICAS**

#### Sistema integrado

Funcionamiento integrado con los armarios de dispensación automática para un proceso de administración del medicamento cerrado y totalmente controlado hasta la cama del paciente.

#### Cajones inteligentes

- Elimina la tarea de etiquetar de forma manual cada uno de los cajetines: los cajetines son asignados de forma automática por software.
- Los cajones se abren de forma independiente, lo cual minimiza el riesgo de administrar la medicación incorrecta al paciente.
- Incorpora el sistema de luces para la identificación del cajón que ha sido desbloqueado

#### Baterías intercambiables para una verdadera postabilidad.

- Sistema intercambiable de 2 baterías de ion-litio proporciona hasta 18 horas de trabajo continuo.

### **VENTAJAS**

#### **para enfermería y logística**

- Posibilidad de solicitar medicación en cualquier lugar de manera que se eviten las interrupciones durante la medicación que pueden llevar a error.
- Garantiza el transporte seguro de la medicación.
- Ayuda a una administración de la medicación más rápida y eficiente, lo cual deja tiempo para una atención del paciente más personalizado.
- Versatilidad: estación de trabajo remota que asegura rapidez, seguridad y comodidad.
- Seguridad

#### **para administración**

- Reducción del tiempo de preparación del carro.
- Permite una rápida gestión de las devoluciones.
- Portabilidad.



## 2.8 VEHÍCULOS DE GUIADO AUTOMÁTICO (AGV)

Es un sistema de transporte que emplea vehículos auto guiado, capaz de moverse con total autonomía. Estos vehículos son utilizados para el transporte de carros entre los distintos servicios hospitalarios, respetando los tiempos de entrega programados.

El vehículo está desarrollado para simplificar la planificación de los recorridos, conservando el nivel de calidad y seguridad del entorno y reduciendo los tiempos para la ejecución de las tareas de transporte. Para ello cuenta con:



### **SENSORES VOLUMETRICOS PARA DETECCION DE OBSTACULOS**

Instalados en ambos extremos del vehículo, le otorgan la capacidad para esquivar cualquier obstáculo.



### **SISTEMAS DE ILUMINACIÓN**

Mayor visibilidad del vehículo incluso en condiciones poco óptimas de luminosidad



### **BIDIRECCIONALIDAD**

El diseño del vehículo es perfectamente simétrico y son capaces de maniobrar en ambos sentidos de la marcha a lo largo del recorrido. Esto permite reducir del número de maniobras necesarias y en consecuencia los tiempos de ejecución de las tareas



### **AGILIDAD**

El vehículo es capaz de girar alrededor de su propio eje. Reducción de espacios necesarios para ejecutar cualquier tipo de maniobra.



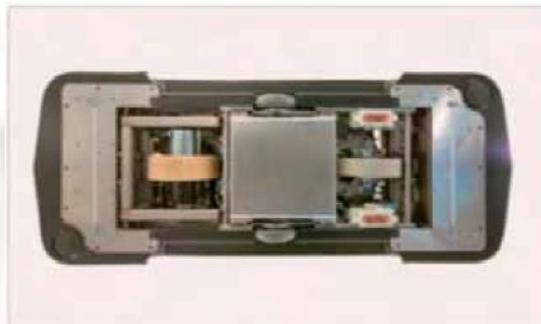
### COMPACTO

El vehículo tiene una longitud de solamente 1.600 mm.



### ESTABILIDAD

El peso del carro está uniformemente distribuido sobre el vehículo, garantizando una óptima estabilidad.



### LIGEREZA

El peso del vehículo incluyendo las baterías es extremadamente ligero. Las ruedas son de poliuretano antirrayas y poliuretano antiestático.



### VELOCIDAD

La velocidad del vehículo es programable y variable en base a los recorridos.



La navegación de los vehículos AGV es completamente autónoma y no requiere instalación alguna ni en paredes ni en suelos. Control:

- INTELIGENTE
- FLEXIBLE
- PRECISO

Todas las estaciones de envío, tanto en las áreas logísticas como en las plantas, están equipadas con lectores RFID, para identificar inmediatamente el carro introducido en la estación.

El software y el hardware de gestión están abiertos a la comunicación con dispositivos equipados con diferentes protocolos de comunicación, para permitir amplias posibilidades de compatibilidad.

Actualmente, se puede elegir entre las siguientes tecnologías de guiado.

**-Filoguiados.** El circuito de guiado consta de un hilo enterrado en el suelo, a través del cual circula una corriente de baja intensidad, y en base al campo magnético generado por la misma y los dispositivos instalados a bordo se garantiza el mantenimiento del trayecto definido.

**-Optoguiado.** El circuito consta de una línea de color pintada en el suelo o en el techo, y mediante un dispositivo óptico de detección ubicada a bordo se controla la rueda motriz para seguimiento del trayecto.

**-Magnetoguiado.** El circuito consta de imanes instalados a cierta distancia unos de otros, y mediante medición odométrica y control del ángulo de giro a través de la referencia de los imanes instalados a lo largo de los circuitos, se verifica la posición en el mapa de memoria.

**-Laserguiado.** El circuito consta de balizas en distintos puntos marcando el recorrido, y lo sigue mediante el barrido de un láser de baja potencia, lo que unido a un sistema de navegación le permite a la máquina determinar el punto en el que se encuentra y el camino a recorrer, en un plano implantado en el ordenador de a bordo.

Estos vehículos han demostrado su eficacia para el transporte interno en los hospitales, por lo que la decisión de introducirlos dependerá de factores económicos, laborales y de viabilidad técnica.

## NAVEGACION

La funcionalidad más destacable que el AGV ha de desempeñar es la de seguir, lo más precisamente posible, una trayectoria desde un punto de inicio a un punto final pasando por una serie de puntos intermedios. Esta función es desempeñada por el módulo de navegación.

Periódicamente cada robot publica un mensaje de estado, informando al sistema de gestión de su posición, el nivel de baterías, y si está ejecutando alguna tarea o se encuentra disponible para aceptarla. En el momento en que el sistema central adjudica una tarea a un robot, se lo comunica a través de un mensaje JIPC proporcionándole una trayectoria a modo de secuencia de nodos. Cada nodo contiene la información de sus coordenadas, la velocidad del tramo, tipo de nodo (normal, elevador, punto de control ante posible ocupación de zona por otros robots) y el modo de navegación hacia el siguiente nodo (normal o maniobra). Durante todo el recorrido el AGV se comunicará con el sistema central informando de su posición y estado, además de realizar peticiones de acceso a zonas de posible colisión con otros robots o elevadores. Por último, informará de la finalización de la trayectoria, quedando a la espera de nuevas instrucciones.

## MANIOBRA

Durante el seguimiento de una trayectoria el AGV va a encontrarse con nodos especiales a los cuales no debe acceder de forma convencional, es decir, desplazamiento hacia adelante.

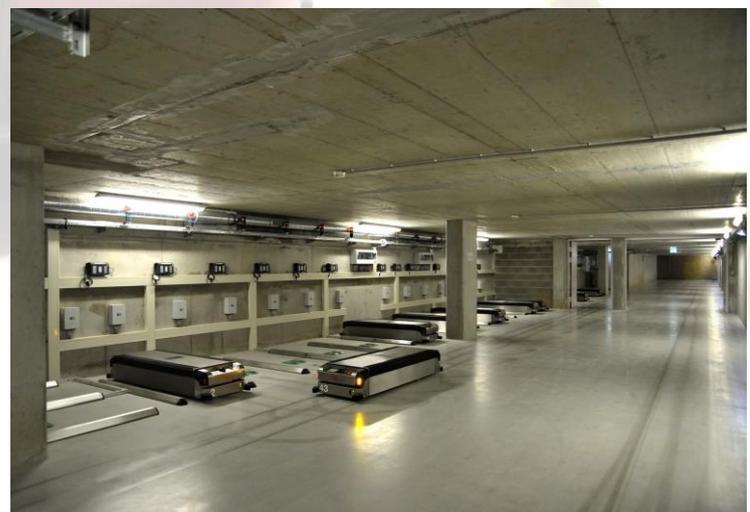
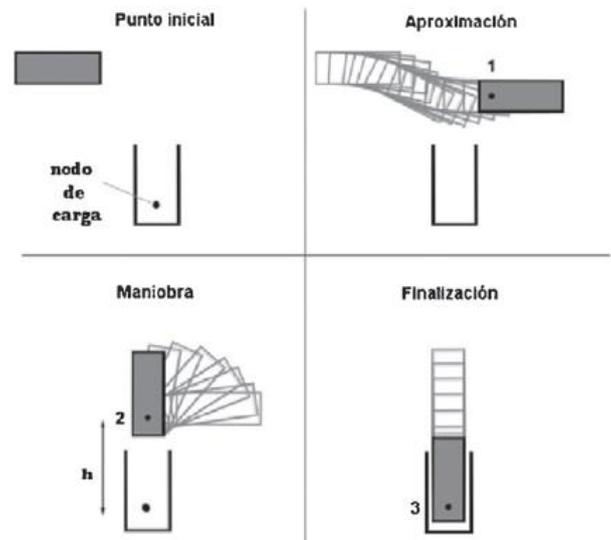
Estos pueden ser puntos de carga o descarga de mercancía, elevadores, puntos de recarga de baterías, etc...

Pero además se ha contemplado la posibilidad de que por circunstancias especiales del entorno, la forma de llegar a determinadas zonas difiera también de la habitual, como podría ocurrir por ejemplo en pasillos estrechos donde el robot tuviese que realizar todo el recorrido marcha atrás ante la imposibilidad de maniobrar junto al punto de carga. Por ello cada nodo contiene un parámetro que indica qué tipo de maniobra ha de ejecutar el robot para acceder al siguiente nodo o en su defecto, se tratará de seguimiento de trayectoria simple. A parte de posibles maniobras que consistan simplemente en navegar marcha atrás desde un nodo a otro, en los que las referencias suministradas al AGV se calculan a partir de ecuaciones, las maniobras más compleja como el acceso a nodos de carga y descarga de mercancías requieren un tratamiento especial. Dichas maniobras se ejecutan de modo que el AGV se aproxime al nodo

perpendicularmente y marcha atrás, para poder introducirse bajo los carros de mercancías de forma precisa. Para ello se descomponen en tres acciones:

1. Aproximación: El AGV ha de dirigirse al punto desde el cual comenzará la maniobra marcha atrás.
2. Maniobra: Realización de la maniobra hasta situarse en un punto que se encuentra longitudinalmente a una distancia del nodo igual a la longitud del AGV, y con la misma orientación del nodo final.
3. Finalización: Acceso lo más perpendicularmente posible al nodo de carga bajo los carros de mercancías.

El cálculo de estos tres puntos lo realiza el módulo de navegación a partir del nodo especial etiquetado como final de carga o descarga, conociendo las coordenadas x, y y orientación. De esta forma se simplifica la labor del planificador de las rutas ya que dando únicamente las coordenadas del nodo de carga o descarga y el tipo de maniobra de acceso, el robot será el encargado de hallar los puntos intermedios. El procedimiento para el cálculo es inverso a la secuencia de acciones de las que se compone la maniobra completa



## 2.9 SISTEMA DE ENVÍO NEUMÁTICO

Sistema de transporte óptimo que permite tener el producto adecuado en el lugar adecuado justo cuando este se necesita.

Principio de funcionamiento:

- Desplazamiento de elementos a través de una red de conductos donde se ejerce una fuerza de soplado o aspiración.
- Los elementos a transportar son introducidos en cápsulas de gran resistencia y perfecto ajuste para un transporte fácil y seguro.
- Estaciones para el envío y recepción de las cápsulas en puntos estratégicos.
- Cuadro de control con pantalla para la coordinación de envío y recepción:
  - Opciones de control de acceso.
  - Envío automático gracias a la identificación de las cápsulas.



### **APLICACIÓN**

Contribuye en optimizar la logística interna de las estructuras sanitarias, consintiendo el desplazamiento automático de:

- Probetas y muestras de análisis desde todas las Divisiones hacia el Laboratorio.
- Productos farmacéuticos desde la Farmacia hacia las distintas plantas de Hospitalización.
- Radiografías, partes y documentos entre las distintas divisiones de la estructura sanitaria Oppent, mediante un previo análisis de los flujos de desplazamiento de cada estructura, ofrece la solución tecnológica más adecuada para garantizar una inversión centrada en la mejora del servicio.



### **CARACTERÍSTICAS**

- Seguridad garantizada:  
Velocidad regulable para el transporte de productos sensibles y desaceleración en las llegadas.
- Sistema de mantenimiento preventivo que minimiza la necesidad de mantenimiento y repuestos.
- Envío higiénico: no hay salida de aire ni en el envío ni en la llegada.
- Velocidad de transporte: hasta 10m/min.
- Prioridad para pedidos urgentes
- Diseño de trayectos optimos.



## **VENTAJAS**

- Transporte rápido, cómodo y seguro.
- Aumento de la productividad, los trabajadores no tienen que recorrer grandes distancias.
- Ahorro de energía.
- Ahorro de tiempo y costos.

## **2.10 GESTIÓN DE ROPA SUCIA Y RESIDUOS**

Sistema neumático centralizado que permite alcanzar altos estándares de higiene y sanidad, consiguiendo destinar rápidamente la basura y la ropa sucia a los respectivos lugares de recogida.

### **PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO**

Tanto la ropa como los residuos se transportan en bolsas adecuadas a través de conductos independientes.

Las tolvas de carga se ubican en diferentes partes del hospital y van conectadas a un ducto vertical que conduce hasta la zona de descarga.

El envío es totalmente automático.

### **CARACTERÍSTICAS**

La velocidad de transporte de las bolsas oscila entre los 15 y 25 metros por segundo.

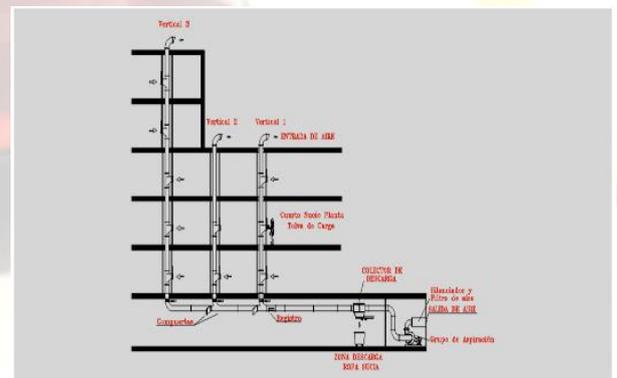
El funcionamiento de la instalación es totalmente automático, con mando y control desde la unidad de control, formado por un PLC y una interfaz de usuario con pantalla táctil.

Desde la unidad de control se tiene visualización y control en tiempo real del estado de:

- Tolvas de carga.
- Compuertas
- Valvula mariposa
- Colector de descarga
- Compreso

## **VENTAJAS**

- Completamente automatizado
- El sistema es completamente autónomo. No es necesario personal que supervise la instalación.
- Funcionamiento 24 horas al día y 365 días al año
- Rentable
- Rápido retorno de la inversión
- Minimiza los recursos necesarios con respecto a otros sistemas convencionales con mayor necesidad de personal que pueden destinarse a otros servicios.



## 2.11 SISTEMA DE GESTIÓN DE ALMACENES

Existen programas de logística diseñados para la optimización de la gestión de los productos del almacén general y almacenes periféricos de los hospitales y para la gestión completa de sus datos utilizando actividades simples y naturales para su procesado.

- Permite trasladar la realidad de sus almacenes a un sistema informatizado que lo gestione de manera eficaz.
- Distintos niveles de automatización, permitiendo alcanzar una automatización completa.
- Producto flexible que cubre una amplia gama de almacenes.

### **TECNOLOGÍA**

- Estos sistemas son una multiplataforma que le confiere una potencialidad para ser ejecutado desde cualquier sistema operativo.



### **VENTAJAS**

- Aprovechamiento máximo del espacio
- Reducción de la cantidad de recorridos a realizar
- Entradas automáticas en el sistema y en tiempo real
- Disminución de errores
- Reducción de recursos necesarios
- Mejora de calidad en el servicio
- Facilita el control y la gestión del almacén
- Control de stocks en tiempo real
- Trazabilidad total
- Control de los lotes
- Control de necesidades de despolitización

### 3.1 EXPERIENCIA EN EL NUEVO SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN EL HOSPITAL UNIV.

#### DE GETAFE

El Hospital Univ. De Getafe es un centro público perteneciente al Servicio Madrileño de la Salud, que actualmente cuenta con 2.678 profesionales en su plantilla. Este gran contingente de trabajadores y especialistas sanitarios se reparten entre los diferentes y numerosos servicios prestados dentro del Hospital, lo que le convierte en uno de los denominados “Nuevos Hospitales de Madrid” más completos y modernos de la Comunidad.

Teniendo en cuenta que la población que cubre es numerosa al ser el único hospital existente en Getafe, supone unos gastos financieros elevados para el ciudadano de a pie.

En total, sumando los diferentes presupuestos de cada servicio o departamento, la inversión realizada en el Hospital Universitario de Getafe, asciende a los 101.010.709,96 millones de Euros. Una gran cantidad de dinero, que no sólo se tendrá que desembolsar cada año, sino que aumentará a medida que lo haga la población y las necesidades técnicas y sanitarias. Por ello, y teniendo en cuenta que casi el 45% del presupuesto se decida a la compra y distribución de medicamentos y materiales, tales como sondas, jeringuillas, gasas o material quirúrgico y, que éste se ve incrementado por la mala gestión de los mismos que provoca su caducidad al no darles salida de forma adecuada, supone un ejemplo revolucionario y a seguir por todos los demás hospitales la instauración de un nuevo sistema de almacenamiento.

Se trata de un sistema de almacenamiento y recuperación de mercancías automatizadas como los que he presentado en los apartados anteriores que realiza su labor con cierta velocidad y exactitud bajo un grado de robotización, donde las operaciones son controladas por un ordenador. Dicho sistema recibe el nombre de Carrusel Horizontal y cumple como principal objetivo la preparación de pedidos de forma rápida y segura, disminuyendo el gasto económico a asumir por los productos obsoletos y el tiempo de trabajo. Esto, es posible gracias al seguimiento del método FIFO (cuyas siglas significan en inglés, primera entrada primera salida) fundamentado en dar salida o uso a aquellos productos que lleven más tiempo en el almacén, y con el que se pretende evitar que se usen los más nuevos y caduquen por ello los anteriores.



Almacén del tipo Carrusel Horizontal instalado en el Hospital Universitario de Getafe para mejorar el redimiendo y la eficacia de la labor sanitaria.

En este carrusel se colocan en departamentos horizontales, por familias o productos similares, los materiales para la preparación de pedidos. Los productos llevan una etiqueta electrónica a modo de código de barras que permite el almacenamiento de información imprescindible como: nombre y bases del medicamento o material, tiempo de almacenamiento, fecha de caducidad. De tal forma que, cuando llega un nuevo pedido vía ordenador, el carrusel dispensa la cantidad de material indicada en el mismo, dando preferencia a los que lleven más tiempo almacenados. En sintonía con la instalación de este equipo, es necesario dotar a la unidad de almacén de un sistema informático capaz de potenciar todas las virtudes del mismo.

Por ello el Hospital Universitario de Getafe se ha dotado de una herramienta informática de Gestión logística diseñada por y para los Carruseles Horizontales de preparación de pedidos, que permite conectarlos con el sistema central de gestión informática, pudiendo trabajar en modo multiusuario y multipedido para mejorar la capacidad de preparación de pedidos, la capacidad de almacenamiento del Centro, un mayor control de los materiales, y una optimización de los recursos materiales y financieros del Hospital.

Pero quizás uno de los puntos más interesantes, desde el punto de vista económico, es que la aplicación de estas innovaciones tecnológicas, ha supuesto la disminución de los costes y una mejor viabilidad de los servicios de reposición y productividad en la preparación de pedidos, ya que se puede llegar a preparar hasta seis pedidos al mismo tiempo; sin olvidar otras ventajas como:

- la reducción de espacios, al eliminar los numerosos pasillos de estanterías;
- la centralización del puesto de trabajo, ahora el operario se evita el desplazamiento de un lugar a otro, lo que no supone la reducción de la plantilla
- la eliminación de errores a la hora de contratar pedidos.

Las ventajas de este novedoso sistema son muy amplias, destacando entre ellas, la alta calidad al preparar las cantidades de los productos gracias a los datos de las etiquetas y el ordenador.

El sistema Central de gestión logística del Hospital Universitario de Getafe va, a su vez y por si fuera poco, a ser mejorado con la implantación de un módulo adicional de Software que podrá gestionar no sólo las mercancías ubicadas en el Carrusel Horizontal, sino también aquellas que se encuentran fuera del sistema de almacenamiento automático; en otras palabras, permitirá la gestión de Stocks, así como el seguimiento del producto en todos sus procesos logísticos. El sistema convencional de preparación de pedidos suponía largos desplazamientos, excesivos tiempos de búsqueda, una alta frecuencia de errores en los pedidos, necesidad de chequeo posterior para evitar los mismos y un personal especializado que ahora puede cubrir otras necesidades.

Pero éste no es el único sistema novedoso que se ha aplicado en el Hospital Univ. De Getafe, pues la revolución tecnológica azota este centro desde inicios del año pasado. Una vez los materiales de cada pedido se encuentran en el servicio que lo ha requerido, enfermería, quirófanos... pasa a lo que se ha denominado Sistema de Almacenaje Normalizado basado en la utilización del doble compartimento; es decir, carros de materiales con cestas independientes compuestas por dos compartimentos diferenciados, uno a la derecha y otro a la izquierda. Con este sistema se mejora la capacidad de almacenamiento, así como la identificación de los productos evitando posibles confusiones en su reconocimiento y errores irreversibles en su aplicación a los enfermos. Con sistemas como este se podría haber evitado errores profesionales de suma importancia, que por otro lado, no son habituales, al confundir medicamentos y materiales de similar apariencia física o composición.



El Sistema de almacenamiento normalizado con doble compartimento ha supuesto un aumento del rendimiento de los sanitarios del Hospital Univ. De Getafe al facilitar la identificación de medicamentos. Al mismo tiempo, favorece la actuación en casos de urgencia generalizada al impedir la ruptura del Stock. Con este procedimiento se asegura la existencia de unidades de producto.

Este doble compartimento tiene una razón de existencia básica. Se coloca una fila del producto a la derecha y otra del mismo a la izquierda, pero sólo se consumen los medicamentos de la primera. En el momento que se gaste dicha fila, como cuenta con una etiqueta robotizada, se pasa la información al ordenador y de éste al carrusel que preparará el pedido. Mientras transcurre el tiempo de realización del pedido se puede consumir la fila de la derecha, pues funciona como una especie de stock para emergencias, no llegando nunca al punto de peligro por falta de productos claves. Este Sistema de doble compartimento se basa del mismo modo que el carrusel horizontal, en el sistema FIFO explicado anteriormente.

Con todo esto se reducen los stocks de los almacenes de planta considerablemente, sólo teniendo aquellos materiales realmente necesarios. Con ello la densidad de los mismos es menor, ahorrándose espacio; un bien necesario y escaso en la mayoría de los hospitales.

La accesibilidad aumenta para el personal de enfermería, ahorrando tiempo en la recogida de artículos para las labores asistenciales. Por otro lado, con el sistema FIFO-Doble compartimento se reducen las pérdidas por caducidad y deterioro.



Trabajador de mantenimiento del Hospital realizando una revisión al nuevo sistema de almacenamiento de pedidos.

### 3.2 EXPERIENCIA DEL HOSPITAL DR. NEGRÍN

El Hospital Dr. Negrín cuenta con un sistema de transporte robotizado, de guiado magnético sobre la base de ocho robots, para llevar carros desde seis proveedores (punto de origen) hasta 30 zonas a través de los pasillos de servicio de las plantas -1 y +2, utilizando seis grupos de ascensores para los desplazamientos entre plantas. Se transportan carros para comida, lencería, farmacia, archivo y suministros generales. El transporte se efectúa mediante una tabla horaria definida.

La unidad de gestión y monitorización central dirige, controla y vigila todas las órdenes del sistema, regula y supervisa el tráfico de los robots en los circuitos definidos para el paso de los mismos y permite las modificaciones de los parámetros establecidos.

Para valorar la viabilidad de la instalación se debe tener en cuenta algunos factores:

#### **1-Arquitectura**

Es necesario un conocimiento detallado del entorno físico. El que el edificio esté orientado hacia la utilización del transporte robotizado facilita la implantación del mismo.

En el Hospital Dr. Negrín se ha diseñado previendo la instalación del sistema de transporte con carros robotizados, contando con ejes de circulación y estaciones de origen y destino de los suministros suficientemente dimensionados para la maniobrabilidad de los robots y el estacionamiento de los carros transportados.

Los pasillos de circulación de los robots varían en anchura, entre 3,15 m y 2,80 m libres de obstáculos, para circuitos de doble carril y 2,40 m y 2,20 m para la circulación en carril único, permitiendo además, el tránsito de personas.

Los resaltes producidos por juntas de dilatación del edificio se han tratado con especial cuidado para minimizarlos al máximo en la trayectoria de los robots. Otro de los factores a tener en cuenta es la resistencia del pavimento y la sobrecarga de uso permitida.

Las puertas traspasadas por robots varían entre 1,50 y 2,00 m de ancho según necesidades por envolventes de giro del robot o el ancho de los pasillos. En todos los casos, son puertas contra incendios que están permanentemente abiertas en condiciones normales o puertas de cierre de estancias concretas (cocina), que su apertura responde de forma automática al paso del robot.

También se ha tenido en cuenta la disposición de las puertas con respecto a la habitación a la que da paso, para permitir la envolvente de giro del robot.

Existen circuitos verticales de transporte robotizados, repartidos en 6 puntos (12 ascensores) de la planta del hospital, para abarcar de forma cómoda toda la superficie de planta. Son ascensores pareados usados exclusivamente para robots, con carga o vacíos, que disponen en todas las plantas de vestíbulos suficientemente dimensionados para depositar los distintos carros que deben cargar o descargar el robot: hospitalización: 5,70 m x 4,75 m; pasillo norte: 9,45 m x 4,85 m; y pasillo sur: 8,75 m x 4,55 m.

Estos ascensores son idénticos a los del resto del hospital. El sistema de gestión de los robots está conectado con el armario de control de dichos ascensores y responden a llamadas de los mismos según necesidades.

La micronivelación entre la plataforma del ascensor y el pavimento exterior es de + 3 mm, con el fin de que no produzca saltos el robot en el trasvase.

Todos los servicios emisores de suministros disponen de un área (estación) de recogida de carros cargados y de llegada de carros vacíos: estación de cocina 10,00 m x 7,00 m; estación de lencería: 12,00 m x 7,00 m; estación de

almacén suministros: 7,80 m x 19,40 m; estación zona limpia esterilización: 5,25 m x 5,60 m; estación de farmacia: 7,25 m x 6,25 m; y estación de archivos: 9,00 m x 6,20 m.

También se dispone de un área de mantenimiento en N-1: taller, depósito de robots y carga de baterías, de dimensiones 8,25 m x 10,20 m.

## **2-Circuitos y consumos**

Se han de definir los circuitos y consumos correspondientes a cada uno de los ámbitos de aplicación, en base a los siguientes puntos:

- definición de los puntos de origen y final de circuitos
- separación sucio/limpio
- cálculo de los tiempos de suministros, velocidades de los ascensores y los robots
- restricciones físicas de los carros (pesos y dimensiones)
- definición del horario de los suministros
- determinación del número de carros necesarios

En este Hospital se creó una Comisión de Logística que durante varios meses, a través de distintas fases asumió la definición de estas tareas, el proceso de formación del personal, las simulaciones y verificaciones, así como el ajuste y traspaso a la estructura final encargada del buen funcionamiento del sistema.

Para conocer el impacto de la introducción del transporte robotizado es necesario un estudio de las necesidades de personal para el mantenimiento del sistema y de la alternativa al mismo en los distintos ámbitos.

En este sentido, se partió de la hipótesis de que los recorridos, itinerarios y número de viajes serían exactamente los mismos, a excepción de la velocidad de circulación horizontal.

Para este tipo de actividad, el Sistema Universal de Análisis establece para el movimiento de caminar un tiempo de 25 TMV's, equivalente a 0,9 segundos por cada metro andado.

Se añadió el factor peso del carro, resultando la velocidad media en 0,7 m/s. Asimismo, se aplicó un coeficiente de mayoración de 1,5 por sorteo de obstáculos, maniobras de estacionamiento, desestacionamiento e imprevistos.

Con estas apreciaciones se llegó a la conclusión de que se necesitaban 42 personas para llevar a cabo el transporte equivalente al que se pretendía cubrir con el sistema de transporte robotizado.

Los cálculos finales del personal que se ahorre o se necesite vendrán dado por la plantilla existente y los cambios organizativos que se planteen con la introducción del transporte robotizado. En el Hospital Dr. Negrín se acompañó de la generalización de la unidosis, el cambio en el sistema de estocaje de los suministros, pasando de una semana a 48 horas, y a responsabilizar a los auxiliares de enfermería de recoger los carros de comida, farmacia y lencería en los vestíbulos de los ascensores y moverlos por las plantas, tareas que anteriormente realizaban los pinches de cocina y los celadores.

En cuanto al personal necesario para el mantenimiento del sistema, la plantilla es de siete electricistas y un ingeniero técnico a tiempo parcial, y un técnico de la empresa que implantó el sistema a tiempo completo en el centro de control.

### 3.3 EXPERIENCIA DEL HOSPITAL de JAPON (OKUBO, TOKIO)

Un hospital público que se encuentra en Shin Okubo, Tokio, tiene un sistema de transporte de datos en el centro. Tienen montado un sistema de transporte de ficheros de pacientes totalmente automatizado, por el techo, como si fueran trenes con las vías del revés.

El sistema, se extiende por todo el Hospital, e incluso sube a niveles superiores del edificio, como se puede ver en esta foto que muestra la 'entrada' a la planta superior...

Los raíles, se extienden por toda la planta del edificio. En algunas zonas, hay vías para tener los vehículos guardados para que en caso de necesitarlos, estén disponibles más pronto en esa zona del hospital. Si todos volvieran al archivo, tardarían demasiado en llegar a la consulta en donde sean requeridos.



En mi opinión sería hacer algo lógico como no usar papel para ver el historial médico de un paciente, sería tenerlo digitalizado con pantallas táctiles en cada sala, pero se desmarcan con este impresionante sistema de transporte, que, por cierto, fue instalado y fabricado por Siemens.



### 3.4 EXPERIENCIA DEL HOSPITAL Río HORTEGA

Cabe destacar los nuevos "robots" que circulan, gracias a un GPS, por el hospital para el transporte de la logística interna. Se trata de una de las novedades más importantes desde el punto de vista tecnológico, que convierten al Hospital Universitario Río Hortega en referente europeo.

Este innovador equipamiento de última generación consta de seis plataformas-robots de acero inoxidable, con una capacidad de carga de 550 kilos cada uno, y un tamaño de 140 centímetros de largo por 61 de ancho. La función de la nueva maquinaria será el reparto y la recogida de carros de cocina en las plantas de hospitalización, así como de la lencería o los suministros.

Se trata de que las nuevas tecnologías convivan con los pacientes de forma natural. De este modo se podrá observar a 'robots camareros' que se cruzarán por los pasillos con los carros de comida o comprobar que los robots utilizan sus propios ascensores.

Se trata de unas plataformas que funcionan mediante un sistema de guiado láser (sin necesidad de cables) que se desplazan a una velocidad máxima de 1,6 metros por segundo en carga, a través de unos recorridos rápidos y seguros. Alimentados por baterías recargables, se comunican con el ordenador central del sistema vía radio, mediante una red 'wireless' que les proporciona contacto permanente para transmitir y recibir datos desde cualquier punto del recorrido. Así, cada vehículo envía señales una vez por segundo, lo que asegura que el ordenador conozca la posición y el estado del equipo en cualquier momento.

Algunas unidades como la UVI cuentan con un moderno sistema de dispensación automatizado de medicamentos con elevados niveles de seguridad, denominado PYXIS. Se trata de unos armarios para dispensación de medicamentos en los que introduciendo los datos del paciente y a través de huella dactilar de la enfermera autorizada, se dispensa aquellos fármacos que el doctor ha prescrito a cada paciente en concreto.

Los medicamentos se dividen en función de su actividad. Los de 'baja intensidad' están todos colocados en el mismo cajón pero diferenciándose cada uno en compartimentos de diferentes colores. En cambio respecto a los fármacos que pueden ser más peligrosos, cuando la encargada activa el dispensador sólo se abre el compartimento en el que se encuentra ese fármaco.

Se trata de un innovador sistema para minimizar los errores humanos y se evitar que cualquier persona pueda dispensar a los pacientes medicamentos que no hayan sido prescritos.



La "robotización e informatización" del centro sanitario se observa también en la adquisición de: sistemas informáticos integrados para los laboratorios con las cadenas CORE, carruseles informatizados de los servicios de farmacia y suministros, así como las aplicaciones informáticas de la central de esterilización o para la gestión de pacientes. Se trata de integrar todos estos servicios básicos y muy importantes en la vida diaria de un hospital gracias a las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.



#### **4 SISTEMA QUIRÚRGICO Y DE AYUDA ROBOTICA**

##### **ROBOT DA VINCI:**

Sistema Quirúrgico Da Vinci, el SI HD es un robot que supone el último escalón en la cirugía robótica gracias a las ventajas que ofrece, tales como la posibilidad de operar a través de una única y mínima incisión (cirugía de puerto único), o la posibilidad de llevar a cabo una cirugía robótica en multiespecialidad, con diferentes equipos médicos operando al mismo tiempo. Está considerado como el mejor robot quirúrgico que existe actualmente en el mundo.

Diseñado por ingenieros de la NASA, supone una revolución en el campo de las operaciones de máxima precisión, ya que el instrumental gira dentro del cuerpo como si lo hiciera la muñeca del cirujano, con la diferencia de que su tamaño, de entre uno y dos centímetros, le permite realizar movimientos y acceder a lugares imposibles para una mano.

La extirpación de la próstata es la principal aplicación del Sistema Quirúrgico Da Vinci, pero este modelo de última generación también se utiliza en otras patologías urológicas (vejiga y riñón), cirugía abdominal, cardíaca, torácica, pediátrica y ginecológica, otorrinolaringología y, llegado el caso, con todo un equipo médico multidisciplinar.

##### **Diferencias entre la cirugía tradicional y el Sistema Quirúrgico Da Vinci**

En la cirugía abierta tradicional, el médico practica una larga incisión que luego necesita agrandar para poder acceder al lugar de la anatomía del paciente que necesita intervenir. En la cirugía mínimamente invasiva tradicional (cirugía laparoscópica), el cirujano opera con instrumentos manuales rígidos que se hacen pasar a través de pequeñas incisiones, y observa la anatomía a través de un monitor de video estándar. El sistema robótico Da Vinci permite una precisión milimétrica al poder ampliar mecánica y digitalmente los movimientos del cirujano, evitando por completo el temblor de la mano, haciéndolo especialmente útil en aquellas intervenciones en las que la precisión marca la diferencia.

##### **Ventajas de la Cirugía Robótica para el médico:**

- Mejor visión: La imagen del área quirúrgica es más clara.

- Visión en tercera dimensión: El uso del Robot da Vinci le permite al cirujano ver en tercera dimensión en lugar de en dos dimensiones.
- Mayor precisión: El robot elimina el temblor natural y da la capacidad de maximizar la precisión de los movimientos del cirujano.
- Mayor rango de movimientos: Facilita las técnicas quirúrgicas. Permite giros imposibles para la mano humana.
- Acceso a lugares difíciles: Esta tecnología permite un acceso a sitios muy difíciles para técnicas no robóticas.

#### **Beneficios para los pacientes:**

- Estancia hospitalaria más corta
- Menos Molestias y dolor post operatorias
- Cicatrices más pequeñas
- Menor riesgo de infección
- Menos pérdida de sangre
- Recuperación más rápida y vuelta a la vida normal

#### ***DESARROLLADO POR PANASONIC EL ROBOT PARA AYUDAR EN EL SUMINISTRO DE FÁRMACOS A LOS PACIENTES HOSPITALIZADOS Y EN LAS COMUNICACIONES CON EL PERSONAL SANITARIO.***

Operativo en muchos hospitales de Japón, el robot de telepresencia médico, desarrollado hace tres años por la multinacional Panasonic, inicia su comercialización en otros mercados para ayudar en el suministro de fármacos a los pacientes y servir como medio de comunicación entre éstos y el personal sanitario e incluso familiar.

Este robot de comunicaciones puede desplazarse con un encadenado de ruedas de forma autónoma, gracias a su sistema de sensores de detección y medidores para evitar choques o golpes contra objetos o personas mientras se desplaza por pasillos y habitaciones, al tiempo que también se controla en remoto por ordenador para establecer su ubicación y coordenadas de recorrido hasta llegar a su destino.



Fue diseñado con formas redondeadas con forma de cubo invertido, dispone de una pantalla de unas 20 pulgadas que muestra una cara feliz para realizar su función en el entorno hospitalario. Una de sus tareas principales es el transporte de medicamentos, que entrega con exactitud, en hora y destino, al personal sanitario para que se los administren a los pacientes hospitalizados.

Gracias a la labor de este robot, el personal sanitario puede concentrarse más en su labor, principalmente ahora que la escasez de plantilla en estos centros supone la realización de más tareas.

En un primer momento estos robots fueron diseñados para seguridad, si bien el personal de enfermería del hospital de Osaka donde se ha probado aseguraba haberse librado de realizar algunas tareas ingratas de logística gracias a los robots, y que podían concentrarse más en los pacientes.

Cada robot tiene memorizado en su disco duro el plano del laboratorio, pasillos y habitaciones a las que tiene que desplazarse para transportar los medicamentos a la hora exacta a la que debe tomarlo cada paciente.



## 5 CONCLUSIONES

La informática y la innovación tecnológica, a día de hoy, son imprescindibles para todos los campos de investigación; y por supuesto, lo son para el sanitario.

La Tecnología Sanitaria ha contribuido en gran medida al avance de la medicina y la mejora de resultados de salud, pero también es una de las principales causas del aumento progresivo de los costes sanitarios de los países desarrollados. En concreto la literatura científica atribuye entre el 33 y el 50% de este incremento a las nuevas tecnologías sanitarias, por lo que las encontramos tanto en el lado de problema como en el de la solución.

En este sentido, parece lógico que antes de plantear la incorporación de una nueva tecnología valoraremos el impacto que puede tener en la organización, ya que La decisión sobre su implantación debe contemplar factores económicos, laborales y de viabilidad técnica.

Debido a la rápida evolución tecnológica, la mejora en el diseño y prestaciones que se incorporan a los nuevos equipos, así como la disminución de los costes, su implantación en los hospitales permitirá modernizar la logística de los mismos en los próximos años.

Aunque resulta difícil hacer previsiones de futuro en el desarrollo de la robótica, algunos temas destacan de manera clara: las exigencias crecientes de fiabilidad y eficiencia, la interfase hombre-máquina a través de sistemas gráficos y programación fuera de línea, la importancia creciente de los sensores y de la integración sensorial, la interconexión entre máquinas, la coordinación entre robots y otras máquinas, y la teleoperación.

También hay que señalar que la utilización de ambos sistemas conlleva un riesgo, aún no están cubiertos todos los posibles contratiempos. Al ser plenamente informatizados, en el momento que se sufriera un problema informático, como puede ser la caída momentánea de la red, los datos almacenados para la realización de los pedidos se perderían, teniendo que pasar de nuevo a la tradicional labor manual que implica mayor tiempo y trabajo.

## 6 BIBLIOGRAFIA

- Pérez, José Ramón. Suárez, M<sup>a</sup> Soledad, Lemes, José Manuel (2010). Transporte robotizado en el Hospital Universitario de Gran Canaria Dr. Negrín. Ingeniería Hospitalaria. Feb. 2010.
- Martin, Fred. Robotic Explorations: A Hands-on Introduction to Engineering. Prentice Hall, 2001. Ollero, A., (2001). Robótica y manipuladores móviles, Ed. Marcombo.
- López, J., D. Perez (2011) and E. Zalama (2011). A framework for building mobile single and multi-robot applications. Robotics and Autonomous Systems, vol 59, pp. 151-162. Also in <http://webs.uvigo.es/vigobot/517-523>
- Leticia García Mochón y Clara Bermúdez Tamayo, AETSA 2007 / 19. Incorporación de nuevas tecnologías en los hospitales españoles. Ed. Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias de Andalucía.
- Fenin (2007): «La aportación de las empresas de tecnología sanitaria a la sostenibilidad del sistema sanitario español», El sector de tecnología sanitaria: de proveedor a socio estratégico, Informe elaborado por PriceWaterhouseCoopers.
- <http://www.hc-group.org/socios/artisteril-diasa/>
- <http://www.ds-automotion.com/home.html>
- [http://www.robotnik.es/.](http://www.robotnik.es/)
- <http://www.proingesa.es/es/proyectos/equipamiento-logistico-hospitalario.html>