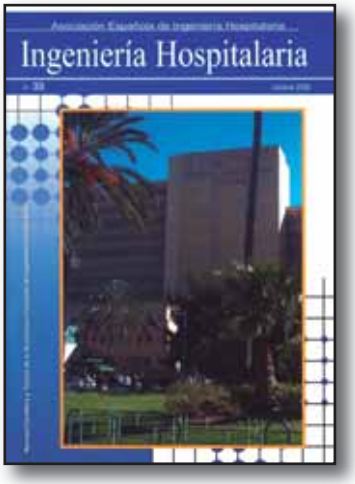
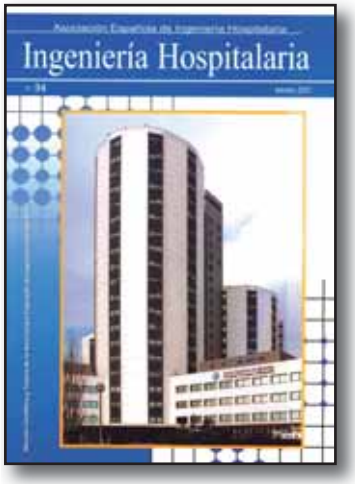
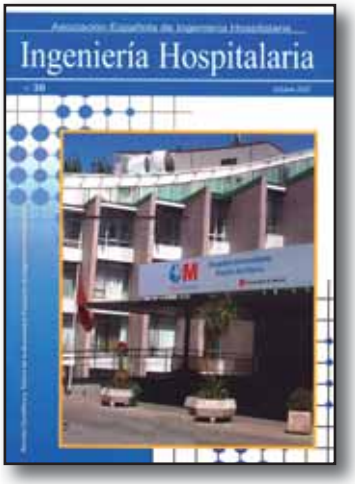
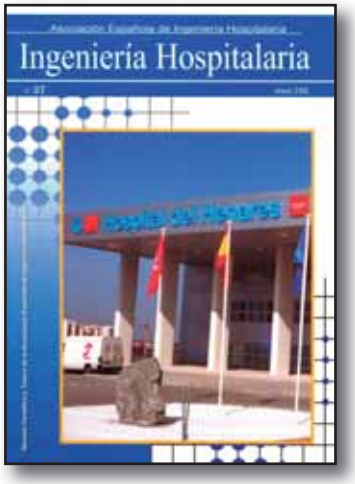
2021 AEIH Anuario

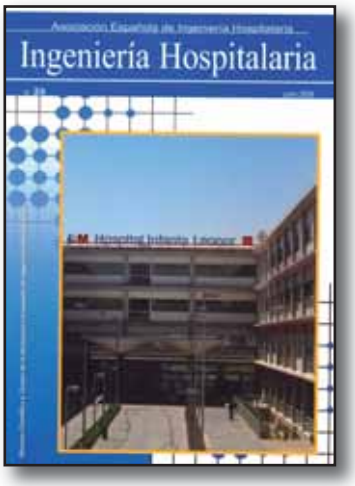
Revista Científica y Técnica de la Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria

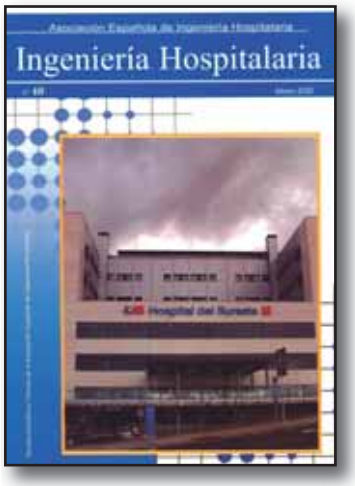

Ingeniería Hospitalaria

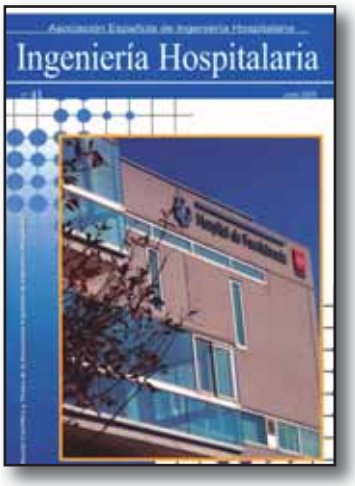

Ingeniería Hospitalaria

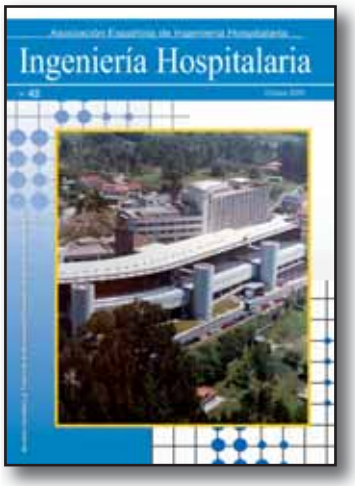

Ingeniería Hospitalaria

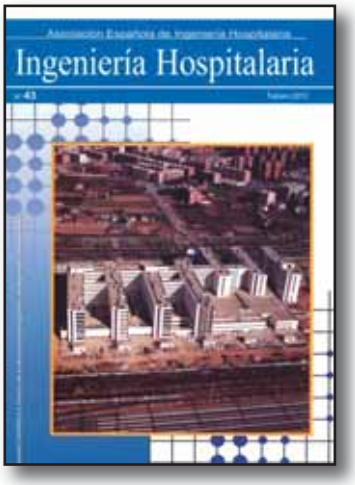

Ingeniería Hospitalaria

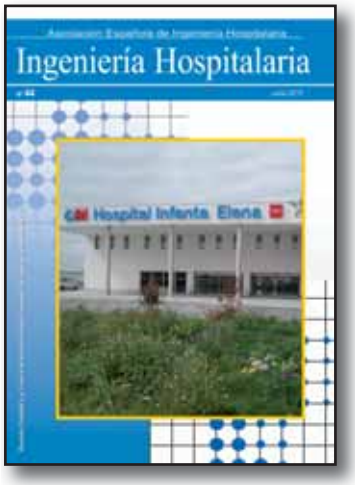

Ingeniería Hospitalaria

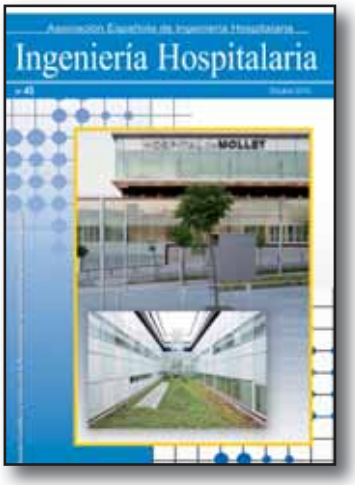

Ingeniería Hospitalaria

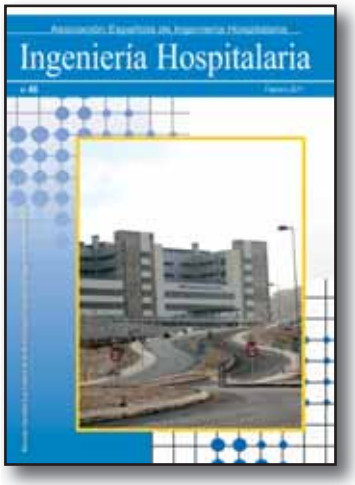

Ingeniería Hospitalaria

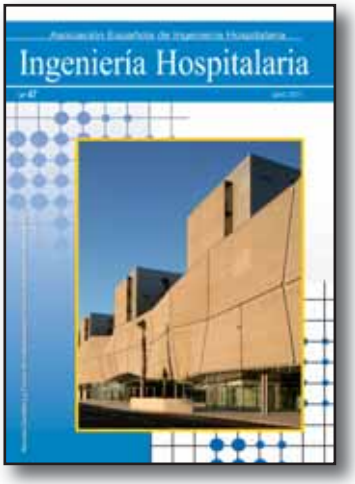

Ingeniería Hospitalaria

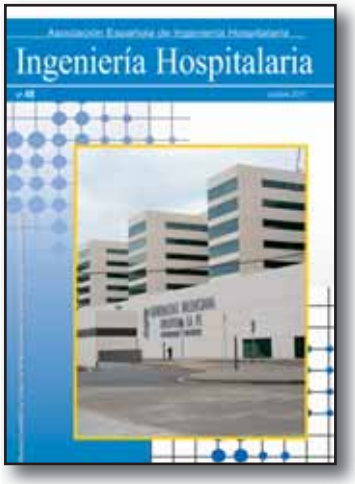

Ingeniería Hospitalaria

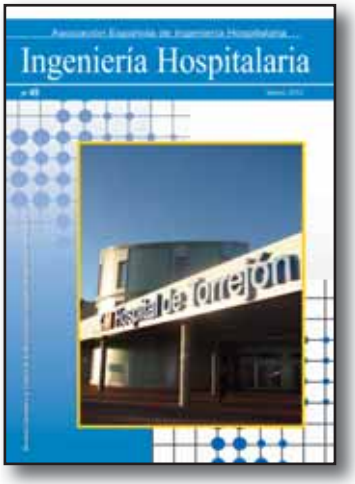

Ingeniería Hospitalaria
Hospital Infanta Elena

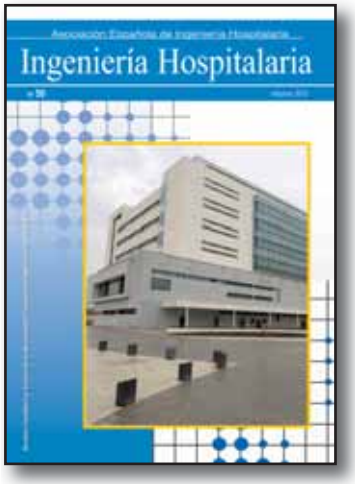

Ingeniería Hospitalaria
HOSPITAL MOLLET


Ingeniería Hospitalaria


Ingeniería Hospitalaria


Ingeniería Hospitalaria


Ingeniería Hospitalaria


Ingeniería Hospitalaria

Portada – El Hospital de Cabueñes – Gijón

04 La Asociación Española de ingeniería Hospitalaria

05 Editorial – Ingeniería Hospitalaria y "la nueva normalidad"

INGENIERÍA HOY – Artículos técnicos

06 Experiencias y actuaciones frente al Covid
Josu Jiménez – Jefe Servicio Ingeniería y Mantenimiento
El Equipo Directivo, el Sº de Medicina Intensiva y el Sº de Ingeniería y Mantenimiento del HUCA iniciaron en Enero 2020 una lucha contra el virus; con una planificación certera, ágil y valiente.

10 Respuestas arquitectónicas a la pandemia. Nueva UCI Hospital Gral. U. Gregorio Marañón
Marco Gasset et al. – Arquitecto – Argola Arquitectos
La arquitectura sanitaria ha desarrollado proyectos con imaginación con especial hincapié en la flexibilidad y polivalencia de las UCI, sin olvidar la bioseguridad y el bienestar del paciente.

13 El cáncer no puede esperar
Paula Gómez et al. – Arquitecta – Vela Design
Cómo el Hospital de la Princesa impulsa el cuidado de los pacientes oncológicos, con la más adelantada tecnología, mejorando la calidad asistencial y el patient journey, en tiempo de pandemia.

19 Propuestas flexibles en tiempos de pandemia
Marta Parra et al. – Parra-Müller & Viral Arquitectos
Un pabellón prefabricado anexo al Hospital Medina del Campo da una respuesta rápida a la emergencia Covid pero además su diseño flexible permite la posibilidad de múltiples usos futuros.

21 Neuroarquitectura en tiempos Covid
Clara Rius / Ramón Torrents – Arquitectos – Estudio PSP
En esta pandemia hemos creado espacios de emergencia en tiempos récord, sin olvidar los principios de la neuroarquitectura que nos ayuda a elaborar los patrones de relación espacio-mente.

23 El reto de construir un hospital en cuatro meses
Laia Isern – Arquitecta – Vitaller Arquitectura
En respuesta a la necesidad de infraestructuras en la emergencia sanitaria del Covid19, se planteó la construcción de un edificio polivalente adyacente y conectado al Hospital de Bellvitge.

26 El Hospital Enfermera Isabel Zendal
Carlos Jiménez – Ingeniero – Presidente de la CIMS del COIIM
El Hospital Enfermera Isabel Zendal, ejemplo de la lucha por la vida en tiempos de Covid, es un hospital flexible y polivalente, creado en tiempo récord, que refuerza la Sanidad madrileña y española.

30 El nuevo Hospital 12 de Octubre
Pablo Gil et al. – Arquitecto – Jefe Sección de Obras
Tras 50 años en continua transformación, el broche final del plan de renovación integral del Hospital 12 de Octubre, el Gran Bloque Técnico y de Hospitalización, estará terminado en Diciembre 2023.

35 El nuevo Hospital del Mar
Elisabet Izquierdo – Directora de SSGG e Infraestructuras
El artículo describe el proyecto de ampliación del Hospital del Mar y cómo la experiencia vivida en lucha contra el Covid durante la fase de proyecto, impactó en determinados aspectos del diseño.

38 Previsión de tecnologías Smart en los proyectos de obras de hospitales
Laia Solé / Caterina Vidal – Ingenieras biomédicas – Biorem
El artículo analiza las tecnologías médicas smart existentes o previsibles, con el fin de prever y dotar las infraestructuras del proyecto de ampliación y reforma del hospital Juan XXIII.

42 Aplicaciones IoT en la gestión hospitalaria
Laura Gómez et al. – Jefe Sº Ingeniería y Mantenimiento
En el Hospital Universitario de Móstoles, se ha implantado con éxito un sistema IoT para el control y seguimiento de las botellas de oxígeno, un bien que fue escaso y necesario frente al COVID-19.

44 El hospital inteligente: mantenimiento en el CPD
Alberto Castella – Director Comercial – Vertiv
La mayor dependencia de los centros donde se almacenan y procesan los datos, hace más crítica la necesidad de asegurar su calidad y fiabilidad con un mantenimiento programado y riguroso.

48 Filtración Hepa para patógenos transmisibles por aerosol en áreas críticas hospitalarias
Gonzalo Pascual et al. – Jefe Sº Seguridad Biológica – INIA
Para limitar la carga biológica de bioaerosoles en el aire en áreas hospitalarias singulares los filtros HEPA como barreras de alta eficacia son el mecanismo estático para su control.

51 El Plasma frío esterilizante en ambientes interiores
Luis A. Sánchez Guillén – Presidente – Alcora
Los procedimientos del tipo plasma frío, en la desinfección del aire ambiental ,consisten en descargas de energía eléctrica sobre el aire circulante, obteniendo de esta descarga la producción de plasma.

55 Riesgos biológicos atenuables en redes de vacío
Jordi Renedo – Ingeniero – Centro de Cálculo Paramétrico
La presencia de líquidos remansados en el interior de la instalación de vacío centralizado en los hospitales facilita la proliferación biológica y la transmisión de contaminantes patógenos. .

58 Elementos para la prevención de infecciones
Miguel A. Sánchez – Consejero Delegado – Alcora
A lo largo de 2020, la sociedad se ha visto asediada por infinidad de productos para la eliminación del Sars-CoV-2. En este artículo se procurará abordar los más escuchados y valorar su eficacia real.

61 Ingeniería en acción
Antonio Cobo – Presidente del 38° Congreso AEIH Gijón 2021
El artículo presenta los trabajos premiados por el Comité Científico del Congreso AEIH Gijón 2021 y especialmente los premios Ingeniería en acción, con los resultados obtenidos.

63 LEÍDO EN
63 – IFHE Digest 2021

65 AEIH Formación

66 AEIH Noticias

67 PUNTO DE ENCUENTRO:
67 – VII Encuentro Global de Ingeniería Hospitalaria
71 – El Congreso de Gijón 2021

75 NOTICIAS DE ACTUALIDAD

Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria

La AEIH es una Institución científica y de estudio, de ámbito nacional, sin fines de lucro

El ámbito personal y profesional se refiere a todos aquellos titulados que desempeñen funciones de gestión y técnicas en Instituciones Hospitalarias, y en general, a todos los profesionales que desarrollen actividades de diseño, ejecución o mantenimiento, relacionadas con la ingeniería, los servicios, los equipamientos médicos y la arquitectura sanitaria. En adelante, todas estas funciones, profesiones y actividades se denominan, en lo que a la Asociación y a sus Estatutos se refiere, Ingeniería Hospitalaria.

Los fines de la Asociación son: La organización de Jornadas Técnicas, Seminarios y Congresos Nacionales e Internacionales de Ingeniería Hospitalaria, que tendrán como objeto el estudio y deliberación sobre temas de carácter científico y técnico relacionados con la misma, intercambio de experiencias, y convivencia social. La edición de publicaciones de carácter científico y técnico referentes a la Ingeniería Hospitalaria y la formulación de conclusiones o propuestas en torno a los mismos. El fomento del conocimiento y formación continuada de sus miembros. Asesoramiento en las materias de su competencia a todo tipo de administraciones u organismos tanto públicos como privados.

Los beneficios para sus miembros: Inscripción gratuita a las jornadas técnicas. Tarifas reducidas en la inscripción a los Congresos y en la inscripción a cursos de formación. Recepción de noticias por correo electrónico. Acceso al área privada de la página web. Recepción del Anuario, la publicación anual impresa científica y técnica de la AEIH.

Cuota anual asociado: 50 €.

La inscripción y registro como socio activo puede hacerse desde el área de Afiliados en la web www.aeih.org
El domicilio social de la Asociación es: Calle Serrano, 76 – 7º Dcha. 28006 Madrid – Teléfono 91 3863569 – Fax 91 3733330
e-mail: secretaria@aeih.org

Un punto de encuentro de la Ingeniería Hospitalaria 2.0

www.aeih.org

La Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria potencia su imagen digital para ser el punto de encuentro de la Ingeniería Hospitalaria. Una herramienta digital de fácil gestión con actualización de contenidos, de información y de servicios digitales, con información sobre la institución, la administración interna de los afiliados, información sobre cursos, jornadas, seminarios, congresos nacionales e internacionales.

Una Biblioteca virtual con buscador de artículos publicados, y la versión digital de los Anuarios editados.

Un apartado especial para los Congresos nacionales con toda la información on line sobre la sede, el programa, alojamiento, inscripciones, exposición comercial, etc.

Acceso a la Publicación Ingeniería Sanitaria, la revista digital mensual de Sanitaria 2000, con noticias y reportajes, artículos y entrevistas, con acceso a su hemeroteca de números anteriores.

Para ampliar este desarrollo hemos creado los perfiles de la AEIH en las redes sociales: Linkedin, Twitter, Facebook, Google+, Youtube, como herramienta de participación entre asociados, empresas y usuarios de la web en general, dentro de una estrategia de amplia comunicación de la AEIH.

Junta Directiva

Presidente
Pedro Manuel López Redondo

Vicepresidente
Luis Fernando Talavera Martín

Secretario General
Francisco Javier Guijarro Hueso

Vocales
Luís González Sterling
Álvaro Guijarro Rubio
Agustín Ortega García
José Luís López González

Comisión Técnica
Francesc Castella Giménez
Martín Herrero Fernández

Ingeniería Hospitalaria y "la nueva normalidad"

El alto y creciente nivel de vacunación en España permite vislumbrar la tan anhelada remisión de la pandemia y aunque seguramente aun tardaremos en regresar a la "vida anterior", seguiremos sin flaquear, vigilantes ante la amenaza de este virus que ha supuesto la mayor crisis sanitaria padecida a nivel mundial.

Vamos a afrontar una etapa que políticos y medios de comunicación han denominado como de *"Nueva Normalidad"*, en la que como tras cualquier gran crisis, toca reconstruir nuestro entorno y recuperar el terreno inevitablemente perdido como consecuencia de la saturación que el sistema sanitario ha sufrido en las diferentes oleadas de la pandemia.

Con el recuerdo y el pesar por las personas que han perdido la vida a consecuencia de este virus, el mundo continúa y debemos tomar buena nota de todo lo aprendido con esta amarga experiencia para afrontar el futuro con fortaleza y optimismo. En esta línea, la ingeniería hospitalaria debe ser, y estoy convencido de que será, determinante para proporcionar la seguridad y fiabilidad que el sistema sanitario requiere. La pandemia lo ha dejado claro, ha puesto en valor más que nunca a la ingeniería hospitalaria y su importancia para proporcionar la mejor asistencia sanitaria, reaccionando de forma rápida y eficaz ante los cambios y las nuevas amenazas que se presenten de forma inopinada o fortuita.

La pandemia ha puesto de relevancia también aspectos de nuestro mundo que ya conocíamos, pero que nos obligan a estar permanentemente en guardia, como lo turbulento y cambiante que es, y sobre todo, la velocidad con la que las crisis pueden evolucionar desde un nivel local y a un nivel global.

Los ingenieros y arquitectos hospitalarios, debemos aplicar todo lo que esta crisis nos ha enseñado, realizando un continuo ejercicio de previsión y adaptación en el diseño de nuevos hospitales, así como en la gestión, adecuación y mejora de los ya existentes. Conceptos como la flexibilidad han cobrado una especial importancia, tanto para la gestión de espacios como para la gestión de las instalaciones, que deben permitir la variación de sus parámetros de funcionamiento de manera sencilla y rápida en función de las necesidades asistenciales. En este proceso no podemos olvidar nuestro compromiso con la reducción del impacto medioambiental de nuestros hospitales, y no sólo por la generación de residuos sino porque deben ser sostenibles desde el punto de vista energético.

Para estos nuevos retos, resulta fundamental aprovechar otra faceta importante de la ingeniería: "la ingeniería de procesos". Sólo con un perfecto conocimiento y optimización de los procesos asistenciales se podrán conseguir óptimos diseños de espacios e instalaciones hospitalarias. Así, tal y como se ha puesto de manifiesto en situaciones de emergencia sanitaria por la pandemia, el diseño de los nuevos espacios asistenciales o las ampliaciones de los existentes, ha dado un giro radical en el que hemos pasado de la habitación individual como prioridad habitual a grandes salas de hospitalización diáfanas, donde la gestión de recursos tanto materiales como humanos, y del tratamiento del aire, ha resultado mucho más eficiente y seguro. En definitiva, el proceso asistencial que ha requerido el paciente Covid, de acuerdo con los procedimientos de cuidados y terapias a aplicar, ha condicionado sobremanera los espacios e instalaciones necesarios para dar una respuesta eficiente.

Por todo ello, es imprescindible que se afiance la estructura de nuestros técnicos hospitalarios de forma que este conocimiento y experiencia se cuide, se potencie, se preserve y se difunda en nuestro sistema sanitario. Para ello, los máximos responsables, tanto de la sanidad pública como de la sanidad privada, deberían tener muy presente este valor, proporcionando una estabilidad organizativa y profesional muy necesaria y ampliamente demandada.

Desde la Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria vamos a seguir impulsando esta puesta en valor con el impulso y las energías renovadas que nos ha proporcionado la satisfacción del buen hacer profesional durante el duro examen de la pandemia, del que todos podemos sentirnos orgullosos, y porque estamos convencidos de que no puede haber una asistencia sanitaria excelente sin una gestión excelente de procesos, espacios, instalaciones y tecnología.

"La inteligencia consiste no sólo en el conocimiento, sino también en la destreza de aplicar los conocimientos en la práctica." (Aristóteles).

Pedro Manuel López Redondo
Departamento Valencia- Hospital General
Subdirector Gerente
Presidente de la AEIH

EDITA
ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE INGENIERÍA HOSPITALARIA

DIRECTOR
Javier Guijarro Hueso

COORDINACIÓN
Francesc Castella Giménez
Martín Herrero Fernández

COMITÉ ASESOR
Pedro Manuel López Redondo
José Luis López González
Álvaro Guijarro Rubio
Luis González Sterling

MAQUETACIÓN
Enrique Castellet

IMPRESIÓN
Pacprint

DEPÓSITO LEGAL
M-15540-1993

ISSN: 2445-1045

Josu Jiménez Idoeta (jsingenieriaa4@gmail.com)
Jefe del Servicio de Ingeniería y Mantenimiento
Hospital Universitario Central de Asturias

Experiencias y actuaciones frente al Covid

A finales de enero de 2020 comenzaban ya a activarse las primeras líneas de acción frente a una pandemia todavía desconocida, pero que concernía especialmente al Hospital Universitario Central de Asturias (HUCA), dada su especialidad en enfermedades respiratorias. El Equipo Directivo, el Servicio de Medicina Intensiva y el Servicio de Ingeniería y Mantenimiento iniciaron una carrera de fondo, ganándole cada día al virus; una carrera nunca antes realizada, cuyo timón ha sido una planificación certera, ágil y valiente.

La primera ola: medidas de contención y nueva UCI provisional

Cuando aún la pandemia no se había generalizado en nuestro país, el Hospital Universitario Central de Asturias (HUCA) estableció unos protocolos de actuación ante la eventual llegada de un virus de comportamiento y repercusiones aún desconocidas.

En primer lugar, se procedió a discriminar las unidades tanto de Hospitalización como las correspondientes a Unidades de Cuidados Intensivos para su uso Covid y no Covid. A partir de aquí, se fueron desarrollando medidas, casi en directo y a través de la evolución de cada jornada, corrigiendo y adaptando los procedimientos referentes a flujos de entrada y salida, EPIs a emplear, zonas limpias, etc.

Por otra parte, se adaptaron las Unidades de Hospitalización a la nueva situación, fuertemente caracterizada por el riesgo de contagio evidente, que conlleva la necesidad de una exhaustiva señalización para el interior de cada zona así como la forma de acceder de una a la otra. El objetivo era mejorar los métodos de trazabilidad de los profesionales durante su desempeño y en los puntos de acceso a las distintas áreas.

Simultáneamente, se procedió al montaje de las cámaras y sistemas audio de monitorización en las unidades de Hospitalización que carecían de registro de imágenes, con la intención de reducir el acceso de los profesionales sanitarios a las habitaciones. De esta forma se redujo de forma considerable el riesgo de contagio y, con ello, aumentó en la misma medida la disponibilidad de recursos humanos, tan necesarios en esta situación.

Basándonos en las distintas recomendaciones internacionales sobre la prevención del virus, se procedió a modular los sistemas de renovación de aire logrando una presión estable en valor negativo de 10 pascales. Esto fue posible en la disposición de un edificio de reciente construcción (2014) con las posibilidades técnicas propias de un sistema de gestión centralizada del clima a todos los niveles de criticidad. La capacidad de regulación directa desde centros de control de cada local y área, la posibilidad de monitorización en continuo tanto de presiones como caudales y temperaturas, permitió funcionar a demanda de las necesidades de prevención exigidas en cada momento por la pandemia. Con el mismo criterio, se procedió a aislar los accesos a las Unidades.

Además, se crearon grupos de trabajo para garantizar la cobertura del servicio asistencial mediante la alternancia en las labores que requerían presencia física. Estas medidas resultaron realmente efectivas a tenor del bajo número de profesionales infectados. Concretamente, en las unidades de UCI no hubo ningún profesional afectado durante la primera oleada, un dato muy destacable dada la precariedad en las medidas de seguridad que han sufrido otros centros.

Inmersos en la primera ola, cuando la curva de contagios crecía día tras día y no se atisbaba su estabilidad, estas primeras herramientas se mantuvieron y fueron corrigiendo en función de las directrices que, en aquellos momentos, generaban cam-

bios constantes. Algo totalmente normal, dado que nadie, ni dentro ni fuera del HUCA, se había enfrentado nunca a una situación de este calibre respecto al riesgo de contagio, su virulencia y la dificultad en los aislamientos.

Por útiles que fueran estas medidas, y aún tratándose de un hospital nuevo con 69 boxes de cuidados intensivos para adultos, el número de pacientes Covid-19 graves no paraba de aumentar. La presión creciente, aún mayor en otras comunidades , hizo que se replanteara la ampliación de la estructura disponible; casi desde el inicio de la pandemia el trabajo de forma conjunta entre el Servicio de Medicina Intensiva del Área Sanitaria IV y este Servicio de Ingeniería permitió adelantarse en todos los casos a las necesidades que se iban presentando de forma continua. Desde este núcleo de trabajo se valoraron las posibilidades y se optó por crear una UCI provisional con 25 boxes: la UCI nº 8.

Para ello se desalojó un espacio utilizado de forma secundaria como vestuario muy próximo al núcleo de unidades críticas valorando la logística tanto de recursos materiales como humanos y el apoyo que una unidad provisional podría recibir de las unidades principales. Esta nueva unidad, provisional, se puso en marcha en 10 días y estuvo dotada con todas las infraestructuras características de una Unidad de Cuidados Intensivos: tomas eléctricas, de gases, y de datos, mobiliario clínico, monitorización y telemetría.

Esta Unidad provisional se proyectó en un espacio de 400m², muy cercano al conjunto de las UCIs existentes, y aunque la superficie resultó escasa, no llegando ni a la mitad de los 25m² por paciente exigidos por las recomendaciones sanitarias, fue vital para salvar la crisis. En 10 días, el HUCA logró elevar el número de plazas de críticos en más de un tercio sobre su capacidad inicial. La evolución a finales del mes de marzo al terminar esta UCI era con claridad la de su ocupación de forma y manera inminente; la situación real fue que desde la misma disposición de la UCI la pandemia remitió y no fue necesaria su utilización.

Cabe destacar que para disponer de determinados equipamientos electromédicos, como respiradores, fue necesaria la colaboración coordinada con el resto de hospitales y centros privados de la provincia. La gestión y disposición de equipos nuevos por necesidad era una labor hercúlea en todo el país dado el golpe "relámpago" de la enfermedad sin capacidad de respuesta inmediata, por simple capacidad logística y de producción. La gestión desde los Servicios Centrales del Servicio de Salud fue de vital importancia para disponer de equipos cedidos desde distintos centros públicos y privados.

Período *"entre olas"*: balances y reflexiones

Una vez superada la primera ola, llegó el momento de hacer balance: evaluar tanto las acciones llevadas a cabo, como las infraestructuras preexistentes del Hospital. Respecto a las primeras medidas "discriminación de zonas para usuarios Covid y no Covid, valoración y señalización de flujos, circuitos limpio-sucio, monitorización de boxes, desdoblamiento de los equipos" una de las que mayor impacto tuvo sobre la gestión hospitalaria, fue la del desdoblamiento de los servicios logísticos, de hostelería, ingeniería y suministros, que garantizaron el soporte a los servicios asistenciales, en la línea principal de actuación.

Desde un punto de vista médico-sanitario, la capacidad de la regulación de presiones y la renovación garantizada de aire es la que mayor ventaja ofreció, pues fue capaz de neutralizar, en parte, la principal vía de contagios que se encuentra en la transmisión por aerosoles.

Y también, por supuesto, el incremento de boxes de UCI, que aportó una mayor capacidad de respuesta ante la demanda asistencial y mejoró las condiciones de trabajo y de seguridad a los trabajadores sanitarios, algo esencial para mantener la actividad sanitaria.

Por su parte, el hospital demostró una importante versatilidad general, especialmente en lo tocante a la instalación de clima, todo ello por tratarse de un complejo de nueva ejecución. Uno de los aspectos cruciales y existentes desde la concepción original del hospital resultó especialmente positivo para esta situación: la capacidad de renovación de aire y su regulación para conseguir presiones positivas o negativas, que permitió mantener en valor negativo zonas críticas de las UCIs o quirófanos. En estos casos, una vez terminada la intervención, se restablecía inmediatamente su valor general de presión a través de los sistemas de gestión centralizados en la Sala de Control del Servicio de Mantenimiento.

Es muy importante añadir a este aspecto, tanto técnico como de planificación de acciones , el factor humano. La motivación de los profesionales en todos los campos y en nuestro caso los profesionales de ingeniería y mantenimiento, mandos intermedios y oficios. Todos ellos "renunciaron" a la rigidez tan habitual en las normas y reglamentos que caracteriza a la Administración Pública, como por ejemplo el "Estatuto de 1971", que no hubiera permitido la versatilidad y capacidad de reacción de nuestro equipo de oficiales de mantenimiento para lograr los tiempos de respuesta obtenidos.

Así como en los protocolos de flujos y accesos al centro, las transformaciones han sido más profundas, las infraestructuras no han sufrido cambios cualitativos.

Cuando la curva de contagios comenzó a descender, los espacios hospitalarios recuperaron en parte su normalidad y comenzaron a vaciarse en la misma medida en que las calles se volvían a llenar. Pero dada la incertidumbre aún existente, el HUCA decidió mantener la estructura provisional de la UCI 8 durante este período *entreolas*.

La segunda ola

Pasados los meses de verano, el número de positivos por Covid-19 comenzó a acelerarse de nuevo, los hospitales volvieron a llenar las camas que habían conseguido liberar hacía escasas semanas. Más cansados, pero también con más experiencia, los miembros de los Departamentos de Dirección, Medicina Intensiva y, por supuesto, Ingeniería y Mantenimiento del HUCA, nos reunimos para decidir qué estrategia seguir.

El futuro se presentó antes de lo previsto, y eso que el futuro nunca se alcanza, pues en este caso el presente alcanzó al futuro a partir de la segunda mitad del mes de octubre en el que la segunda oleada se presentó frente a nosotros. Lo aprendido en la primera etapa y las actuaciones destinadas a adquirir los equipamientos concernientes a esta enfermedad, sirvió para que presentásemos batalla con mayor solvencia y eficacia ante el empuje, esta vez de mayor virulencia en la región. El imparable crecimiento de casos positivos aceleró los siguientes pasos que debíamos dar. Cuando ya la UCI provisional creada en la primera ola y que se mantuvo operativa, aunque sin uso desde su puesta en marcha, amenazaba con necesitarse, junto con la Jefa del Servicio de Medicina Intensiva, la Dra. Escudero, valoramos todos los espacios disponibles en el Centro aptos para acoger el mayor número de boxes posibles. Esta vez no se disponía de espacio claro para su implementación; vistas las condiciones de montaje y superficie por box en la UCI 8 procedimos a establecer en la búsqueda áreas posibles con mayores espacios unitarios por pacientes y mejores condiciones que en esta última Unidad provisional.

Finalmente, optamos por utilizar el Gimnasio del HUCA, un espacio lo suficientemente amplio para albergar 34 boxes de UCI con toda su dotación y una superficie

por paciente aceptable, dadas las circunstancias. No cumplíamos los requisitos de 25 m² por paciente, pero la amplitud del espacio en general transmitía una sensación de seguridad y comodidad mayor, tanto para pacientes como para los trabajadores asistenciales. Además, por tratarse de un gimnasio, disponíamos de un sistema de climatización de gran capacidad en su volumen que nos permitió modular sus caudales y garantizar la presión negativa de -10 pascales, amén de unas renovaciones de 3 r/h.

Esta vez, y tras los estragos sufridos durante la primera ola, la metodología fue muy clara. Durante 48 horas nos dedicamos sin descanso a la distribución óptima de boxes y controles, locales de apoyo, sucio, limpio, EPIs, etc. sobre plano, tratando de encontrar la distribución más optima y eficaz desde el punto de vista asistencial del servicio de medicina Intensiva. A continuación, nos dedicamos al diseño de los cabeceros y elementos de soporte, calculados para alojar las instalaciones de gases, red eléctrica y datos (cosa que no había sido necesaria en las anteriores UCIs, instaladas en áreas asistenciales). Debido al "formato" del local como Gimnasio, éste estaba diseñado con paramentos verticales de más de 5 metros de altura con amplios espacios verticales que no permitían soportar las instalaciones que debían suministrar gases medicinales, electricidad, datos, etc.

Ese fue el motivo que justificó la volumetría de cada cabecero fabricado. Además del punto de concentración de los distintos suministros necesarios para cada box, su estructura nos permitió llevar los suministros esenciales apoyados sobre estos mismos equipamientos. A partir de este plan de trabajo, procedimos a croquizar los componentes, con el objetivo de mejorar los tiempos de fabricación y su proceso logístico de trasporte y para su colocación se montó el taller de carpintería "in situ". Así, según iba saliendo la producción, su colocación y montaje fueron inmediatos, agilizando todo el proceso. Para poder valorar el volumen de la obra a continuación enumeramos unos datos generales de la instalación: se montaron 750 tomas eléctricas, 3,2 Km de cable eléctrico, 1,7 Km de cable de datos, 6 cuadros secundarios de BT para distribución, 205 tomas de gases, 1 km de tubería de cobre para los gases medicinales y más de 9 toneladas de tablero de madera para la fabricación de los cabeceros.

En paralelo, se gestionó el equipamiento de respiradores y monitorización con telemetría, recuperada, en algunos casos, de otros servicios del HUCA. Una vez finalizada la estructura y durante la última etapa de las instalaciones, se implementaron todos los mecanismos necesarios para el funcionamiento de la UCI: carros de paradas, desfibriladores, electros, bombas, etc.

Todo este trabajo se hizo en tan solo una semana, desde el 31 de octubre al 9 de noviembre. En este momento se entregó la primera fase: 19 boxes complemente disponibles. La segunda fase de 15 camas, se terminó 2 días más tarde, entregándose el 12 de noviembre. Hasta el final de esta segunda ola se llegó a utilizar al completo la primera fase de esta UCI 9 con 19 boxes, no llegándose a abrir la segunda fase de 15 boxes.

La tercera ola

Podemos decir que entre la 2ª ola y la 3ª del primer trimestre del 2021 no hubo un corte tan claro en contagios como entre la 1ª y la 2ª; las UCI no acababan de liberarse de espacios Covid con la misma celeridad. Desde el Servicio de Ingeniería, en coordinación con el Servicio de Medicina Intensiva, acordamos preinstalar un espacio para 8 boxes en un local anexo al Gimnasio: la intención fue prever un incremento de los ingresos. Este espacio tiene falso techo y una altura menor que el primero, por lo que algunos aspectos, como el prototipo de cabecero, varió. Sobre este punto concretamente, el elemento sería más pequeño al no necesitar dar soporte a las instalaciones y siendo su función estrictamente asistencial. Esta ampliación no se ejecutó al no llegar a ser considerada necesaria por la Dirección dado que la tercera ola no alcanzó cotas de ocupación que amenazaran con la ocupación de todas unidades creadas entre las anteriores olas sufridas. En el caso de haber sido necesaria, podría estar operativa en tres días.

En este periodo de incremento, como ya se indicaba anteriormente la presión en la ocupación no llegó a saturar en ningún caso la estructura existente en el HUCA. Se disponía de 58 boxes de UCI sobre los 69 ya de diseño del Hospital. Con este valor la presión a nivel de instalaciones e ingeniería fueron leves. La situación diaria pasó a ser la de un proceso de estabilización y normalización en la que se pasó a valorar muchos de los síntomas encontrados sobre la instalación: podemos definir con claridad que la instalación que más se vio limitada fue la del suministro, en la presión y caudales adecuados, de gases medicinales. El incremento de demanda de oxigeno no sólo en la unidades criticas, sino también en las unidades de hospitalización, hizo que tuviéramos que desdoblar líneas para aumentar este caudal. Respecto a la gasificación del oxígeno liquido procedente de los tanques criogénicos, no estaba diseñado para la demanda, por lo que se tuvo que destinar personal dedicado a la descongelación de los evaporadores. Aprendiendo de esta experiencia se han aplicado las reformas necesarias en las canalizaciones para permitir el suministro en los valores adecuados a estas situaciones.

Respecto a la calidad del aire y la prevención de la transmisión de este tipo de enfermedad desde el Servicio se procedió a diseñar un procedimiento básico para ello. Para ello y con la base de la Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo elaborada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, diseñamos un procedimiento de "Control Ambiental de Locales mediante la medición de Dióxido de Carbono".

Basándonos en esta medición y en la clasificación IDA descrita en el RITE definimos los valores a registrar y procedimos a valorar las actuaciones en función de los resultados obtenidos. Nuestra referencia se estableció en:

- IDA 1: Locales de carácter asistencial CO_2 exterior + 350 ppm.
- IDA 2: Locales de carácter no asistencial CO_2 exterior + 500 ppm.

A este procedimiento se le dotó en su medición de un plan de base similar en su concepto a la rotación en la toma de valores de puntos de agua establecido en el Reglamento para la prevención de la legionelosis, es decir se planificó un cronograma que lograse rotar en un periodo de 12 meses el conjunto de locales valorados como de interés por su riesgo a nivel de ocupación o de criticidad y que fuera representativo del HUCA.

Con este procedimiento y siempre a la espera de la segura generación de normativa necesaria para el control y prevención sobre el Covid por parte de las diferentes Autoridades, desde el Servicio de Ingeniería se trató de monitorizar la evolución de los riesgos de contagio en función de la concentración de CO_2, de poder estudiar los valores necesarios relativos a renovaciones necesarias por local según tipo de criticidad y sus variaciones con respecto a lo existente por proyecto anterior a la Pandemia. En definitiva llegar a las conclusiones que puedan aportar más luz sobre los nuevos diseños que se requieran en los nuevos proyectos de hospitalización que, a buen seguro, sufrirán cambios por las nuevas exigencias.

Conclusiones

Es evidente que esta pandemia ha supuesto un reto para todo el personal sanitario y técnico de los centros hospitalarios, por la altísima implicación que ha exigido de todos y por la responsabilidad, sin precedentes, de vidas humanas que han dependido de ellos. La clave de todo el trabajo realizado reside en una planificación certera, ágil y valiente.

Lo que ha permitido salir adelante en todo momento ha sido la suma de motivación del personal como grupo, su conocimiento de las instalaciones, la capacidad de decisión en su ámbito y la confianza y fluidez con los diversos servicios afectados junto con colaboración sin fisuras entre éstos con el objetivo de obtener lo bueno, ya que lo perfecto será siempre enemigo de lo anterior. Por supuesto la colaboración con las empresas externas a las que integrar en la actividad en el conjunto del Servicio, y servirse de forma bilateral de las capacidades siempre con una dirección y responsabilidad única para la toma de decisiones, la planificación y la acción.

Podemos decir de esta pandemia que a nivel de la capacidad del Servicio de Ingeniería ha permitido valorar su capacidad, nos ha dado la posibilidad de mejorar nuestros procesos y formas de gestionar y ver las posibilidades que tiene un servicio propio de Ingeniería en la calidad de cobertura de las necesidades tanto de las infraestructuras del centro como de las necesidades de los usuarios del mismo, al ser parte integrante de la dinámica del grupo asistencial con un beneficiario que es el paciente, sin otros objetivos propios de cualquier empresa externa que siendo legítimos siempre tendrán una parte que necesite restar del principal. Como se dice en la mar, "Ninguna mar en calma hizo experto a un marino".

Marco Gasset González (marco@argolaarquitectos.com)
Arquitecto. Socio
Luis González Sterling (lgs@argolaarquitectos.com)
Arquitecto. Socio fundador y director
Árgola Arquitectos

Respuestas arquitectónicas a la pandemia

Nueva UCI médica del Hospital General Universitario Gregorio Marañón

Aprendiendo de las experiencias vividas en la emergencia sanitaria provocada por la pandemia del Covid-19, la arquitectura sanitaria ha desarrollado proyectos y ha creado espacios nuevos con imaginación, haciendo especial hincapié en la flexibilidad y polivalencia de las UCI para poder hacer frente a este nuevo reto sanitario con garantías, sin olvidar la bioseguridad y el bienestar del paciente.

Introducción

La Medicina Intensiva constituye uno de los principales componentes de los sistemas sanitarios modernos y es el último eslabón en la atención del enfermo crítico. El futuro hace prever una demanda creciente de este tipo de medicina, con un porcentaje importante de la población que requerirá atención en la UCI. En Estados Unidos se considera que más de la mitad de la población ingresará en una UCI a lo largo de su vida.

En España partimos de una baja cifra de camas de UCI (4,3% de las camas hospitalarias en 2005) y en los últimos años prácticamente no se ha modificado, siendo el ratio en 2017 de 9,7 camas por cada 100.000 hab. (4,7% de las camas hospitalarias) . Existe una imperiosa necesidad de aumentar la capacidad asistencial de los Servicios de Medicina Intensiva, para terminar con una situación de precariedad arrastrada desde hace más de dos décadas, y que tiene consecuencias en los resultados asistenciales.

Ante las, cada vez más frecuentes, amenazas por infecciones emergentes globales (SARS, MERS, Ébola), que se han materializado brutalmente en la pandemia por COVID-19, es necesario rediseñar estas Unidades, para dotarlas de medios y planes de contingencia, y que puedan dar respuesta de forma efectiva a estas amenazas.

Contexto

El Hospital General Universitario Gregorio Marañón contaba con 18 camas de UCI ampliables a 23. Teniendo en cuenta que ha sido uno de los centros europeos que más pacientes con COVID-19 ha atendido, ya que había ingresado a más de 4.200 enfermos desde el inicio de la pandemia hasta el momento de ejecutar la Unidad, de los cuales 385 lo hicieron en las unidades de críticos; y teniendo en cuenta también que se trata de uno de los mejores hospitales públicos de España (según los últimos informes de referencia del sector), se hacía evidente la necesidad de ampliar la dotación de camas de UCI.

Para este objetivo se estudiaron diversas opciones tanto de ampliación

Nueva Unidad de cuidados intensivos del Hospital General Universitario Gregorio Marañón.

como de reforma y debido a la necesidad de dar respuesta lo antes posible se llegó a la conclusión de ubicar la nueva unidad de UCI donde estaba la biblioteca del Hospital. De hecho, en la sala de lectura ya se instalaron camas de forma provisional durante la primera ola de la pandemia. Este espacio es estratégico dentro del conjunto hospitalario ya que dispone de conexión directa con las unidades de Urgencias y el Bloque Quirúrgico, además otro punto a favor es que la central de gases se encuentra justo debajo ,por lo que se optimiza la instalación.

Datos del Proyecto

Autor del proyecto: Árgola arquitectos.

Diseño de instalaciones: Ingho ingeniería.

Constructora: San José.

Colaboradores: Margarita Marqués Ley y Juan Antonio Romero.

Presupuesto: 1,7 millones de euros Plazo de construcción: 3 meses (Agosto 2020 - Octubre 2020).

La nueva Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital General Universitario Gregorio Marañón ocupa una superficie de 1.100 m² con 23 boxes independientes, de los cuales 4 son aislados. En caso de emergencia se pueden ir ampliando puestos hasta alcanzar las 35 camas.

Todo el proyecto se ha desarrollado para responder a una serie de criterios prácticos de eficiencia, de humanización, de flexibilidad, de seguridad y de confort, tanto para los pacientes como para el personal sanitario.

Tabiques móviles de vidrio que permiten ampliar el espacio.

Dada la demanda creciente de pacientes Covid que tenía el hospital, era fundamental tener la nueva unidad operativa lo antes posible, por lo que se plantearon unos plazos de construcción extremadamente cortos, los cuales se pudieron cumplir gracias el enorme trabajo conjunto y coordinado del Hospital, la Constructora y la Dirección Facultativa.

Funcionalidad

Aprendiendo de la situación vivida por la emergencia sanitaria provocada por el Covid-19, se ha hecho especial hincapié en la flexibilidad y polivalencia de la UCI para poder hacer frente a este nuevo reto sanitario con garantías.

La Unidad se puede dividir en dos áreas separadas y simétricas permitiendo destinar la mitad de las camas a enfermos con COVID-19 y, la otra mitad al resto de pacientes.

A su vez los boxes están separados por unos tabiques de vidrio móviles que, junto a los innovadores cabeceros suspendidos, permiten aumentar de forma inmediata el aforo de 23 a 35 camas y de este modo reaccionar de forma rápida y eficiente ante una situación de emergencia sanitaria. Los cabeceros suspendidos se han sobredimensionado para poder dar servicio a una cama y media de modo que al ampliar y colocar una cama extra dos cabeceros pueden dar servicio a tres camas.

Además, la nueva UCI del Hospital público Gregorio Marañón cuenta con despachos médicos, secretaría, una farmacia, dos almacenes independientes, áreas de descanso para el personal y sala de información a familiares.

Para acceder a la Unidad de Cuidados Intensivos se ha establecido un doble acceso: uno interno, para los traslados desde Urgencias, quirófanos y hospitalización, y otro acceso externo que dará paso al área de despachos de personal y familiares. Esta segregación de accesos permite un óptimo funcionamiento de la unidad sin que se produzcan cruces inoportunos ni recorridos innecesarios.

Detalle de box independiente con cabecero dimensionado para un puesto y medio.

Tecnología al servicio del paciente

Todas las habitaciones cuentan con presión positiva y se han habilitado cuatro estancias con presión negativa que permiten un alto aislamiento, con una antesala estanca que facilita al personal

Situación de emergencia donde se abaten los paneles móviles y se añade una cama extra.

equiparse antes de acceder a la habitación y a su vez mantener las presiones entre las diferentes áreas y el interior del box.

La unidad cuenta con tecnología y equipos de última generación, un sistema de ventilación que renueva el aire desde el exterior doce veces cada hora, todo ello a través de filtros HEPA y con control de contaminantes para garantizar la máxima seguridad de los pacientes.

Se ha instalado un sistema de iluminación con ciclo circadiano que imita la luz natural según el momento del día, lo cual está demostrado que influye directamente en la recuperación del paciente, permitiendo que mantenga los ciclos naturales del cuerpo durante la estancia, de modo que el despertar y adaptación al medio resulte más llevadero.

Materiales y confort

Se han utilizado materiales que garanticen todos los requisitos técnicos de resistencia, durabilidad y asepsia, pero que a la vez aporten una atmósfera agradable y neutra que mejore la experiencia y confort de los pacientes y del personal.

La colocación de un vinilo con una sugerente imagen de juncos introduce dentro de la unidad una sensación de naturaleza que ayuda a calmar y crear una atmósfera más agradable evitando la sensación de pecera y ayudando a mantener un espacio que aporte mayor tranquilidad e intimidad.

Patrón con motivo vegetal diseñado específicamente para la unidad.

A menudo, el control acústico es un gran olvidado en los proyectos hospitalarios. Está demostrado que un espacio con ruido afecta negativamente en la recuperación del paciente a la vez que aumenta el cansancio del personal sanitario; por eso se ha tenido especial cuidado con el confort acústico dentro de la unidad, limitando al máximo los ruidos y aumentando la absorción acústica.

Control de enfermería

Para optimizar el trabajo del personal sanitario se han instalado dos controles de enfermería que permiten una visión directa de todos los puestos, además de conectarse de forma independiente con el espacio destinado a trabajo, descanso del personal y farmacia.

Con la colaboración y apoyo del personal del Hospital se ha diseñado este espacio de trabajo de enfermería que no es un simple mostrador desde el que vigilar a los pacientes si no que es un gran espacio de trabajo que concentra la mayoría de la actividad de enfermería. El mostrador se divide en segmentos que permiten el trabajo colaborativo incluso desde ambos lados en algunos tramos. A la espalda del mostrador se encuentra espacio de encimera y almacenamiento mediante gavetas y armarios, espacio libre para la colocación de equipos portátiles como el carro de parada, etc. todo estudiado para optimizar los flujos de trabajo y dotar al personal de un espacio cómodo que mejore la eficiencia y la calidad de la atención.

Conclusiones

Esta nueva UCI es una unidad de vanguardia que combina la última tecnología, una gran funcionalidad y flexibilidad de usos con un alto confort tanto para los pacientes como para el personal sanitario. Realizada en unos periodos de tiempo límite y siempre enfocando todo el trabajo en garantizar una mayor calidad de la atención asistencial.

Control de enfermería.

Paula Gómez Vela (paulagvela@veladesing.es)
Arquitecta Vela Design I+D
Gustavo Casero Balboa
Director de Gestión del Hospital de La Princesa
Aranzazu Díaz Testillano
Subdirectora de Enfermería del Hospital de La Princesa
Fernando Reig Blanco
Subdirector de Gestión del Hospital de La Princesa

El cáncer no puede esperar

Evolución estructural de las instalaciones del Área del Cáncer

Cómo el Hospital de la Princesa impulsa el cuidado de los pacientes oncológicos, dotando de la más adelantada tecnología sus Unidades oncológicas, ampliando y mejorando la calidad asistencial y el patient jorurney, en tiempo de pandemia. Desde el cuidado de la Diagnosis y Seguimiento (Consultas), los Tratamientos (HDOH y Braquiterapia), a la Hospitalización.

EL PROBLEMA
Cáncer en Covid-19

Aunque el sistema sanitario ha evolucionado para dar respuesta al tratamiento y al seguimiento de los pacientes con cáncer, en la medida que los medios lo han permitido, gracias a la telemedicina, la creación de circuitos específicos para pacientes, modificación de pautas de tratamientos y la calidad humana y profesional del sector sanitario, la pandemia causada por el COVID-19, está impactando en la atención del Cáncer (1).

Distintos estudios a nivel europeo, han mostrado una reducción de los diagnósticos de cáncer respecto a años anteriores (2, 3) entre otros motivos, según explica el informe del Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud con fecha 24 de febrero de 2020 (1), por la reticencia a acudir a servicios sanitarios por miedo a riesgo de contagios y por un acceso más difícil a recursos de atención primaria y atención hospitalaria, con el consiguiente alargamiento de los tiempos de intervalo para evaluar síntomas no específicos de cáncer y por el alargamiento del tiempo de acceso a las pruebas diagnósticas. También se han producido una reducción de la actividad de ensayos clínicos y retrasos de pruebas y cirugías programadas, por limitación de acceso a reanimación post quirúrgica, necesidad de reconversión de espacios y ocupación de espacios de camas del hospital por pacientes con COVID-19.

Los ejercicios de modelización del impacto de la pandemia en la prevención del cáncer indica que los retrasos en el diagnóstico o en el inicio de los tratamientos serán relevantes, estimando un aumento del incremento de muertes a los 5 años respecto a las muertes esperadas por cánceres de mama, colon, recto y pulmón entre un 5,8 y un 16% (1).

El objetivo de todos estos estudios del SNS (Sistema Nacional de Salud) es acordar prioridades de actuación a implementar, con el objeto de mejorar la atención sanitaria a las personas con cáncer durante la pandemia. El SNS ha marcado como prioritario el reto de reforzar el sistema de atención oncológica (1).

Entorno estresante

Por otro lado, la evidencia científica reconoce el entorno físico hospitalario como uno de los potenciales estresantes relacionados con el hospital, junto con la interrupción del sueño, desnutrición y deshidratación, la reducción de movilidad y el dolor. Todo ello crea una sobrecarga alostática por la que el organismo cambiará su medio interno para enfrentar el desafío o perturbación que le llega desde el exterior (síndrome Post Hospital, Goldwater et al (4)), y puede afectar a su estado de salud en trastornos metabólicos, eventos cardiovasculares, desregulación del sistema inmunológico, y disfunción del sistema nervioso central.

Los pacientes oncológicos, reciben tratamiento en el hospital cada 7, 14 ó 21 días durante muchos meses. El tratamiento de quimioterapia dura, según cada paciente, entre una y varias horas cada día que asiste al hospital. Además necesitan, según su estado, realizar pruebas y consultas periódicas en el hospital durante meses e incluso años y estar ingresados largas temporadas por recuperación postquirúrgica, aplicación de tratamientos o cuidado paliativo.

Si el espacio es una constante durante el proceso de su enfermedad, es una oportunidad para que sea un colaborador en el bienestar y salud de las personas, en este caso de los pacientes oncológicos.

AFORTUNADAMENTE: EBD HEALING ENVIRONMENTS

Afortunadamente, aunque la situación de este último año ha sido crítica, debemos resaltar de forma positiva la respuesta de las sociedades científicas, asociaciones de pacientes y creatividad de los equipos sanitarios, en facilitar recomendaciones y programas de inter-

vención dirigidos a las personas con Cáncer; además de las actuaciones en determinadas unidades, cuyos esfuerzos han conseguido no sólo continuar la atención, sino impulsar el cuidado del paciente oncológico en este tiempo.

Un ejemplo concreto de este esfuerzo y consecución de objetivos, es la nueva área del Cáncer del hospital Universitario del la Princesa en Madrid. Centro ubicado en un edificio concebido como hospital en 1955 y que, tras sesenta y seis años de evolución del concepto asistencial, frente a la demanda social requerida por el paciente, ha conseguido una evolución estructural, tecnológica y del entorno físico propia del siglo XXI.

La nueva área, dirigida por el oncólogo, Dr. Ramón Colomer, y la oncóloga radioterápica, Dra. Maria Teresa Murillo, comprende: una Unidad de Hospitalización dotada con 16 modernas habitaciones individuales; un nuevo Hospital de Día Oncohematológico (HDOH) de 1200 metros cuadrados que incluye 24 puestos para administrar tratamientos, 12 nuevas consultas médicas y un área de Radioterapia y Braquiterapia de Alta Tasa, que fueron donados por la Fundación Amancio Ortega en el año 2019 y comenzaron a funcionar en el 2020, completando en el Hospital Universitario de La Princesa un área de vanguardia en el tratamiento de los pacientes con cáncer.

Toda la adecuación, ha seguido el plan de modernización de infraestructuras y transformación del hospital, que persigue ofrecer al paciente una medicina con los más altos estándares de calidad, dotada de la última tecnología en un entorno moderno, humanizado y confortable, siguiendo estrategias de Diseño Basado en la Evidencia (EBD), Neurociencia y Gameology como aliados, para favorecer su intimidad y, contribuir a su recuperación.

Figura 1. Imagen habitación doble estado inicial.

EBD (Evidence Based Design) Desde hace muchos años se ha creado una extensa literatura sobre los efectos beneficiosos de los diseños que cuidan el entorno del paciente con resultados que se han documentado basados en evidencias científicamente comprobadas.

Las habitaciones individuales, adaptadas, con luz natural, vistas, iluminación circadiana, colores, acceso de familiares , reducción de ruidos, etc. producen en el enfermo reacciones positivas en la reducción del estrés, mejora del sueño, reducción de infecciones nosocomiales, del dolor, que se traduce en rápida recuperación y reducción de estancias. El diseño cuidado de la zona de enfermería y su entorno afecta también al bienestar del personal asistencial con reducción de estrés y mejora de eficacia. Ulrich et al (5).

HOSPITALIZACIÓN EN HABITACIONES INDIVIDUALES:
EBD y Neurociencia; Biofilia, Luz y Color. Proyecto "Healing Butterflies"

La conversión de 8 habitaciones dobles en 16 habitaciones individuales conforma la nueva Unidad de Hospitalización de Oncología Médica, y ha supuesto un auténtico reto arquitectónico en un edificio existente con un espacio físico estrecho y largo, que ha conseguido un resultado muy satisfactorio en el aprovechamiento de los espacios. Esta ha sido la primera de las Unidades con habitaciones individuales, una iniciativa que se ampliará al resto del Hospital.

Las habitaciones individuales según revisiones realizadas en la evidencia científica, reducen las infecciones adquiridas en el hospital, los eventos adversos, el estrés y caídas de pacientes y personal y una reducción en el tiempo de hospitalización. Al tiempo que ayudan a mejorar la privacidad y confidencialidad del paciente, su

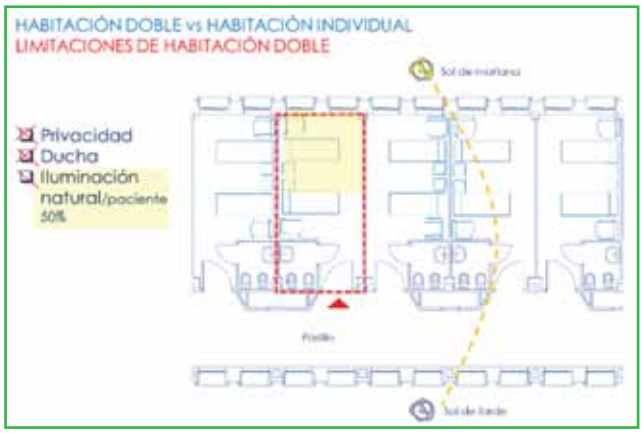


Figura 2. Habitación doble: Planta inicial y limitaciones.

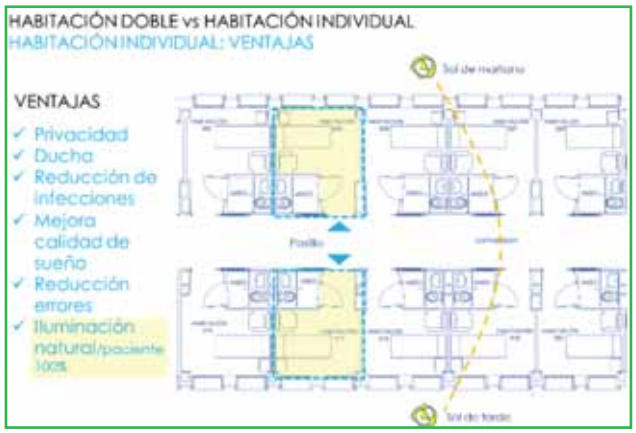


Figura 3. Habitación Individual: Planta reformada, ventajas.

calidad del sueño y consigue una mayor satisfacción de éste y del personal sanitario de la unidad.El diseño ha seguido criterios de Diseño Basado en la Evidencia científica y Neuroarquitectura para la salud:

Se han construido las 16 habitaciones individuales exteriores con excelente iluminación natural, cada habitación tipo dispone de dos ventanas con vidrios de control solar y ventanas con rotura de puente térmico para ayudar a la confortabilidad y control térmico. La iluminación artificial LED con detectores de presencia, temperatura de color intermedia 4.000k y espectro cuidado, potencia también el ahorro energético, al tiempo que cuida el estado de estrés y ritmo circadiano del paciente, al poder disponer de iluminación general o de lectura en noche.

Cada paciente dispone de baño adaptado individual, sillón reclinable para su acompañante y televisión de plasma.

La unidad, además, dispone de sala de descanso para el personal y espacios luminosos con puertas con vidrio para que la luz natural entre en los pasillos y en el estar de las familias. El mobiliario de pacientes, familiares y personal, es ergonómico, con colores luminosos (se ha evitado el color negro por criterios de psicología del color) y con tapizado antibacteriano.

Todos los materiales empleados son los llamados materiales sanos, cuidadosos con el medioambiente (suelo cerámico, encimeras que limpian el aire por su composición), de fácil limpieza y desinfección y libres de compuestos perjudiciales.

Figura 4. Gameology "Healing Butterflies" Código QR en habitaciones.

Proyecto healing butterflies

Apoyando la biofilia, para ayudar a reducir el dolor y estrés y mejorar el ánimo de pacientes, personal sanitario y familiares, además de emplear acabados en tono madera en cabeceros y carpinterías en toda la unidad, se ha seguido la iniciativa "Healing Butterflies" creada por Veladesign ID; siendo asesorados por científicos expertos en mariposas de la Asociación Zerynthia y el Instituto de Biología Evolutiva del CSIC.

El proyecto, se ha materializado haciendo llegar a las paredes de los distintos espacios de la Unidad, especies de mariposas que habitan en la Sierra de Madrid, en vinilos de alta calidad libres de PVC y tintas ecológicas. Este, se concibe para ayudar a que el tiempo que pasa el paciente en la unidad sea de mayor calidad, incluyendo, además de interiorismo, conceptos de "Gameology", gracias al cual, el paciente, desde su cama, puede interactuar con el entorno mediante un código QR en cada habitación y disfrutar reconociendo las mariposas que se encuentran ilustradas a su alrededor, para poder consultar su aspecto real y conocer más sobre ellas y las especies vegetales que las alimentan.

Mediante un código QR el paciente puede visualizarlas y saber más sobre ellas en cualquiera de sus dispositivos

Figura 5. Imagen habitación y sala estar familias en Hospitalización Planta 9.

Figura 6. Imagen zona estar enfermería en Hospitalización Planta 9.

móviles (https://www.asociacion-zerynthia.org/healing-butterflies).

HOSPITAL DE DÍA ONCOHEMATOLÓGICO (HDOH): Proyecto "Lumière et vie", Naturaleza, luz, color e impresionismo de la colección Thyssen Bornemisza

"Los pacientes de un Hospital de día Oncológico reciben tratamiento cada 7, 14 o 21 días. El tratamiento de quimioterapia dura según el paciente, entre 1 y varias horas cada día... ¿Y qué hace el paciente mientras tanto? Estar sentado y lee, mira el mobil, duerme..."

El nuevo Hospital de Día Oncohematológico de 1200 metros cuadrados, incluye un espacio diáfano para tratamientos con luz natural en dos fachadas en la planta baja del Centro, de fácil acceso desde la calle, y cuenta con 28 puestos de tratamiento frente a los 20 anteriores. En cuanto a las consultas externas de esta zona, que ha pasado de 4 a 12 consultas médicas, y una consulta de enfermería. En éstas, además de pasar visita los oncólogos lo hacen otras especialidades implicadas también en el tratamiento del cáncer, como la Unidad del Dolor o la consulta de Farmacia Oncológica, lo cual contribuye al trato multidisciplinar y eficaz de los pacientes.

El diseño de todo el espacio se ha realizado tomando como base el Diseño Basado en la Evidencia (EBD), la neuroarquitectura, y las opiniones de los pacientes y del equipo de profesionales en la atención del cáncer, de manera que se potencia la privacidad, el control y la eficacia del espacio, bajo el continuo prisma de la humanización de la atención sanitaria. Existen aseos adaptados y cercanos a la sala de tratamientos y una cómoda sala de espera tanto para pacientes como para acompañantes.

Figura 7. Acceso y espera HDOH.

"Y si pudiéramos ayudar a los pacientes durante su tratamiento a sumergirse en lugares de naturaleza llenos de color".

El tratamiento de quimioterapia dura , según paciente, entre una y varias horas al día. ¿Y qué suele hacer el paciente mientras tanto? :estar sentado, lee, mira el móvil, habla por teléfono,duerme..... ¿ Y si pudiéramos ayudar a esos pacientes durante su tratamiento a sumergirse en lugares de naturaleza llenos de color?

En el proyecto del HDOH, trabajamos la privacidad sin pérdida de control y los circuitos diferenciados con tiempos ajustados. Y cuidamos la experiencia del paciente el entretenimiento y entorno amable con el proyecto "Lumière et Vie" con paseo virtual en el museo Thyssen-Bornemisza. (link del video de la unidad aquí: https://youtu.be/sCXuahCl7lg).

Figura 8. Puesto tratamiento.

El interiorismo de este espacio, de nuevo, ha seguido criterios de Diseño Basado en la Evidencia científica para la salud (Naturaleza, luz y color) y neuro-

Figura 9. Croquis iniciales concept design y plano de vistas murales impresionistas en Hospital día.

Figura 10. Zona consultas.

"Los pacientes reciben su tratamiento de quimioterapia inmersos en entornos de cuadros impresionistas llenos de naturaleza, luz y color y pueden realizar una visita virtual por el museo a la búsqueda del detalle del cuadro en que están inmersos".

La Pintura impresionista se caracteriza por la luz, los colores luminosos, las pinceladas y el plenairismo (pintura al aire libre) y prioriza la luz sobre los detalles. La falta de definición en las escenas las dota de vida e invita al espectador a estar presente e introducirse en la obra. Con este objetivo se han instalado en las paredes fotomurales de gran tamaño (3 m de alto) en alta resolución de detalles de cuadros impresionistas de la colección de la Baronesa: Boudin, Sisley, Renoir, Monet, Guillaumin, Lebasque o Hassam. Todos ellos de naturaleza y con colores luminosos.

Figura 11. Elección de detalle Monet "La cabaña de Trouville, marea baja". QR visita virtual.

Figura 12. Sisley "Claro en un bosque"; Renoir "Campo de Trigo".

ciencia, esta vez con el proyecto "Lumière et Vie" (Luz y vida). Creado por Veladesign ID y gracias a la generosidad de la Baronesa Carmen Thyssen-Bornemisza por compartir su colección para colaborar en el bienestar de los pacientes, familiares y profesionales sanitarios del hospital.

El proyecto cuida igualmente el tiempo de espera de los pacientes durante su tratamiento, poniendo a su alcance interactuar con el entorno y las obras de arte de gran formato en que están inmersos (Gameology). A través de un código QR se puede realizar un paseo virtual por la pinacoteca de museo desde un dispositivo móvil buscando el cuadro al que pertenece el detalle que se está contemplando. https://www.museothyssen.org/thyssen-multimedia/visitas-virtuales/coleccion-permanente.

Del mismo modo se ha cuidado el bien estar del personal dentro de la unidad, con espacios de acceso restringido para profesionales, interiorismo de foto murales impresionistas de alta resolución con colores luminosos que amplían el espacio,

Figura 13. HDOH control de enfermería, sala de personal.

mobiliario ergonómico, y materiales que cuidan la calidad del aire en mostradores de toda la unidad.

ÁREA BRAQUITERAPIA Y RADIOTERAPIA: Proyecto "Índigo"

La nueva Área de Cáncer del Hospital Universitario de La Princesa se completa con el Acelerador Lineal de última generación y la Braquiterapia de Alta Tasa, ambos ya en funcionamiento en el servicio de Oncología Radioterápica, y procedentes de la donación de la Fundación Amancio Ortega. El Acelerador Lineal además de los tratamientos estándares de alta precisión, ofrece posibilidad de radiocirugía, radioterapia adaptativa, Gatting, etc. En cuanto a la Braquiterapia de Alta Tasa guiada por imagen, ofrece un gran potencial para administrar tratamientos más personalizados y sistemas de cálculos de dosis más precisos centrados en el volumen tumoral, con una menor posibilidad de irradiación del tejido sano.

Se apoya la alta tecnología con el proyecto de Interiorismo "Índigo", que da cielo a la unidad que se encuentra en planta sótano y dispone de escasa altura libre.

"El cielo nocturno no es negro (color de la oscuridad y la ausencia de vida), es color índigo, denominación tradicional de las variedades oscuras y profundas del color azul".

Figura 14. Imagen Constelación, autor Víctor G. Bertol. NGC7000 Panorama. Amateur Astronomy Image of the Day - AAPOD2.

Figura 15. Braquiterapia control.

Se eligen imágenes de astrofotografía cedida al Hospital por su autor, Víctor García Bertol uno de los directores del Observatorio Astronómico Hipatia (OAH).

En recuerdo de su compañero, también amante de la astronomía y profesional del Hospital de La Princesa, que falleció por el Covid-19 en Madrid en marzo 2020.

"Recuerda mirar arriba, a las estrellas, y no abajo, a tus pies. Intenta encontrar el sentido a lo que ves, y pregúntate qué es lo que hace que el universo exista. Sé curioso. Y por muy difícil que te parezca la vida, siempre hay algo que puedes hacer y en lo que puedes tener éxito. Lo único que cuenta es no rendirse". Stephen Hawking.

Nuestro objetivo: los resultados en salud, mejorar la intimidad, privacidad, seguridad, calidad asistencial, desde la Diagnosis y Seguimiento, el Tratamiento, hasta la Hospitalización.

Porque el cuidado de los pacientes oncológicos, no puede esperar.

REFERENCIAS CIENTÍFICAS

1. Consejo Interterritorial Sistema Nacional de Salud. Acuerdo del consejo interterritorial del sistema nacional de salud de 24 de febrero de 2021 sobre la pandemia de la covid-19 y la prevención y el control del cáncer. 2021 Feb.

2. Dinmohamed AG, Visser O, Verhoeven RHA, Louwman MWJ, van Nederveen FH, Willems SM, et al. Fewer cancer diagnoses during the COVID-19 epidemic in the Netherlands. Vol. 21, The Lancet Oncology. Lancet Publishing Group; 2020. p. 750–1.

3. Suárez J, Mata E, Guerra A, Jiménez G, Montes M, Arias F, et al. Impact of the COVID-19 pandemic during Spain's state of emergency on the diagnosis of colorectal cancer. Vol. 123, Journal of Surgical Oncology. John Wiley and Sons Inc; 2021. p. 32–6.

4. Goldwater DS, Dharmarajan K, McEwen BS, Krumholz HM. Is Posthospital Syndrome a Result of Hospitalization-Induced Allostatic Overload? J Hosp Med. 2018 May 30;13(5).

5. Ulrich RS, Zimring C, Zhu X, DuBose J, Seo H-B, Choi Y-S, et al. A Review of the Research Literature on Evidence-Based Healthcare Design. HERD Heal Environ Res Des J. 2008 Apr 1;1(3): 61–125.

Marta Parra Casado, Angela E. Müller y Juan Manuel Herranz Molina
(info@arquitecturadematernidades.es)
Arquitectura y Consultoría
Parra-Müller & Viral Arquitectos

Propuestas flexibles en tiempos de pandemia

Un pabellón prefabricado de madera para el hospital Medina del Campo

Castilla y León, especialmente perjudicada por la pandemia de Covid19, requería de soluciones rápidas e innovadoras para paliar situaciones de emergencia. Este "pabellón Covid" anexo al Hospital Medina del Campo, Valladolid, no sólo es una respuesta adecuada, además ofrece con su diseño la posibilidad de dar múltiples soluciones para el futuro. Igual que se ha concebido como una ampliación de urgencias, podrá ser usado como centro de vacunación, una ampliación del hospital de día existente o incluso un área de formación para el personal.

El pabellón

En su concepción de edificio saludable, fue construido como un pabellón prefabricado de madera, que incorpora una cuidadosa elección de materiales y sistemas constructivos para hacer de ello un nuevo lugar más allá de un edificio funcional , bien iluminado y ventilado: un edificio optimista que favorezca que las personas que lo usen se sientan mejor.

El pabellón, de una sola planta, ocupa la explanada del patio anexa a las Urgencias y se separa del edificio existente en el extremo norte, para preservar la iluminación y ventilación de las zonas de hospital de día existentes, e introducir luz en el pabellón. El espacio central de observación queda así iluminado por el patio del extremo norte y por un gran lucernario orientado al sur. Dos pequeños patios entre el pabellón y el hospital ofrecen vistas agradables desde el área de observación. El lucernario cuenta con ventanas motorizadas, que, junto con las ventanas del patio permiten una adecuada ventilación cruzada natural. Así mismo, el lucernario hacía el sur tiene lamas orientables y replegables, que, según la estación del año, permiten la entrada del sol o ejercen de protección solar.

El pabellón incluye como dotación inicial un área de espera, 4 consultas y 1 box de Reanimación Cardiopulmonar (RCP), una zona central de observación y trabajo con 6 puestos de camas y sillones, junto con los espacios auxiliares necesarios. Incluye además una pequeña área de trabajo aislada del resto, para informes y llamadas, que salvaguarde la confidencialidad. La salida independiente para profesionales incluye un circuito de salida y desinfección para la retirada de EPIs, a modo de exclusa. El área está completamente dotada y equipada, con gases medicinales de oxígeno y vacío en los puestos de las zonas de espera, consultas y observación.

Flexibilidad vs. monotonía

Flexibilidad no tiene porque significar sumar módulos exactamente iguales ni traducirse en una sensación de monotonía. La flexibilidad es un valor que ha adquirido aún más importancia con la experiencia de la pandemia, cuando nos obligó a todos a adaptar las infraestructuras hospitalarias existentes a nuevos usos y crear recorridos segregados en muy corto plazo. El hospital Medina del Campo, con un tamaño de aprox. unas 110 camas,

Imagen 1. El "pabellón Covid" anexo al hospital.

Imagen 2. Vistas desde el acceso al pabellón: izquierda las consultas, derecha el área de espera.

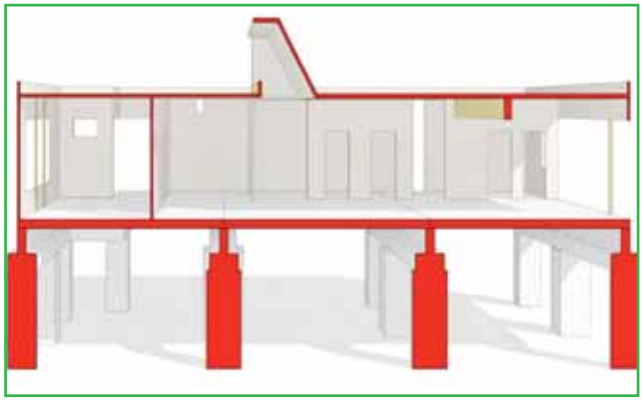


Imagen 3. Equema de la sección constructiva del pabellón.

Imagen 4. La vista del interior del pabellón terminado. Arriba el lucernario, entre las consultas y el área central.

se vio saturado ante tal situación y no tenía opción de ampliar urgencias dentro de su volumen existente. La planta cuadrangular del nuevo pabellón, adecuadamente conectada con los circuitos del acceso de urgencias existentes, resuelve los problemas y necesidades de funcionamiento. La distribución fue elaborada y consensuada con los profesionales que desarrollan su trabajo en el hospital.

El nuevo pabellón funciona como un espacio articulado entre las áreas de urgencias, el hospital de día y un acceso independiente al hospital, por lo que puede servir precisamente para aportar espacio y contenido a cualquiera de las zonas existentes.

La situación estratégica del pabellón y su conexión con 4 diferentes circuitos del hospital, permite varias posibilidades de uso, según las necesidades del hospital. Un pabellón que se puede adaptar fácilmente a usos muy diversos: ampliación de urgencias, centro de vacunación, hospital de día, área de trabajo y descanso de profesionales, etc.

Algunos ejemplos de la flexibilidad, tenidos en cuenta desde el diseño inicial:

• El área de espera se convierte rápidamente en adicionales puestos de consulta u observación.

• Algunos boxes, por su ubicación, también podrán funcionar como boxes de aislados, cerrándose hacía el pasillo de llegada.

• La zona interior de observación ,diáfana, permite múltiples escenarios, de cara a presentes y futuros usos.

• La ubicación del área diáfana de observación conecta directamente, a través de una pasarela cerrada, con el existente hospital de día, y facilita una optimización del personal.

La conexión visual con el entorno: orientación temporal y espacial

Tanto el área de acceso (espera), como la zona central de observación y tratamiento del pabellón cuentan con vistas al exterior, para asegurar que las personas se pueden orientar en todo momento a través de la conexión con el entorno. No es suficiente ofrecer iluminación natural, también se necesitan vistas. Y no hablamos de confort, sino de una necesidad básica. Poder orientarse y conectarse con el exterior, aporta seguridad , calma al usuario y alivia la sensación de enclaustramiento para el personal durante los largos turnos diurnos y nocturnos.

“Proveer espacios iluminados naturalmente en el día y oscuros en la noche” es además una de los principales intervenciones del tipo ambiental para la prevención no farmacológica del delirium (Prevención del delirium, Restrepo Bernal, 2015).

La orientación es tanto temporal, saber si es de día o de noche, si llueve o hace sol, especialmente durante estancias más largas, como espacial, referiéndose a que las personas dentro del pabellón sepan donde están con respeto al resto del hospital, al parking, etc.

Por la misma razón procuramos que los fondos de pasillo se abran también a las vistas, para ofrecer también esta conexión con el entorno. Las zonas de espera son las que tienen unas conexiones más privilegiadas con la vegetación y el arbolado exterior (ver imagen 2). El área central cuenta además con un gran lucernario, que aporta amplitud y supone un desahogo en el mismo centro del pabellón. También se introduce vegetación en el nuevo patio creado entre el area de hospital de día y el nuevo pabellón.

La madera como material industrializado, sostenible y saludable

La necesidad de construir en un periodo muy rápido de tiempo obligó a pensar en un sistema de construcción industrializado y modular. Frente a la utilización de otros tipos de construcciones prefabricadas ligeras, que no ofrecen el confort y la durabilidad suficiente, se apostó por la construcción mediante la utilización de muros de carga y forjados de madera contralaminada (CLT). El sistema prefabricado permite simultanear e ir produciendo en taller los distintos paneles mientras se realizan en obra los trabajos de cimentación y del forjado sanitario. El montaje en la obra de los paneles permite cerrar la envolvente de todo el pabellón en solo una semana.

Los paneles de CLT permiten reducir la huella de carbono de la construcción, y se construyen con un buen aislamiento sin puentes térmicos que garanticen un mayor confort. Una fachada de madera termotratada, remata la fachada por el exterior.

Las instalaciones son realizadas in situ, una vez ejecutada la implantación, y teniendo en cuenta los nuevos requisitos de ventilación, desinfección y renovación de aire para el COVID19. Se ha incluido una instalación de suelo radiante para calor y frío apoyada por fancoils, para augmentar el confort y reducir los movimientos de aire.

En el interior del pabellón se ha realizado una cuidadosa elección de materiales, introduciendo materiales más calidos y acabados de madera en los interiores que creen un ambiente más acogedor y menos frío, que nos alejen del ambiente hospitalario y contribuyan a trasmitir tranquilidad y a reducir la situación de ansiedad en los usuarios.

Clara Rius y Ramon Torrents (clara@estudipsp.com)
Arquitectos Socios
Estudi PSP Arquitectura

Neuroarquitectura en tiempos de Covid

La neuroarquitectura estudia la manera en que el entorno físico afecta a nuestra mente, pudiendo llegar a modificar el comportamiento humano. Es de vital importancia entender hasta qué punto el diseño puede influir en forma positiva (o no) en el estado de ánimo de los usuarios que habitan los espacios que creamos.

Esta pandemia nos ha mostrado que somos capaces de construir espacios de emergencia en tiempos récord, pero en la mayoría de los casos, la emergencia ha pasado por encima de los requerimientos mínimos para que los espacios sean adecuados para sanar. Y es en el caso de los espacios hospitalarios donde el esfuerzo tiene que ser mayor para potenciar la recuperación.

Debemos construir espacios basados en las personas, espacios saludables tanto a nivel físico como mental. Espacios confortables, con estímulos positivos, que nos ayuden a seguir el ritmo biológico natural. Espacios que nos ayuden a proteger la dignidad, la privacidad y la intimidad.

La neuroarquitectura nos ayuda a elaborar, en base a una evidencia científica, los patrones de relación entre espacio y mente.

Durante este último año nos hemos preguntado si "todo vale" en tiempos de Covid. ¿El hecho de estar en una situación límite nos avala a no pensar en las consecuencias de nuestros diseños? Si el entorno en el que vivimos tiene una gran influencia sobre nuestro cuerpo cuando estamos en una situación normal, en el momento en que ponemos a nuestro cuerpo al límite del estrés esta afectación nos impacta con más fuerza.

La especificidad sobre la COVID19 ha tenido varios aspectos relevantes:

✓ La soledad de los pacientes derivó en la falta de contacto sensorial con otras personas. Este hecho fue muy significativo, ya que una persona, aun estando en estado de sedación, vio afectada su velocidad de recuperación de manera decisiva. Aquí tenemos que indicar que los espacios con mayor estímulo sensorial (esperaremos a los estudios que lo certifiquen) tuvieron, aunque sea a nivel de percepción por parte de los profesionales, unos mejores indicadores.

✓ El desalojo de los familiares del ámbito asistencial llevó como consecuencia la soledad de los pacientes, pero, sobre todo, la desconexión y la falta emocional por no cerrar un duelo necesario.

✓ La rapidez en que los pacientes entraban en estado crítico es uno de los elementos que más estresaron a los profesionales y, unido en algunos casos a la falta de equipamientos de monitorización adecuados, crearon una sensación de tener que estar en estado de alerta continuo, con el condicionante añadido de los estrictos protocolos de protección ante el virus. Toda esta suma de inputs llevó a un alto porcentaje de burn out profesional, que ya padecen de manera habitual los profesionales intensivistas.

✓ En algunos casos, y sobre todo al inicio de la pandemia, la falta de protección individual adecuada incidía de manera especial sobre los profesionales y su entorno, llegando incluso a apartarse de sus familias para no traer el virus a casa.

Hemos trabajado un espacio temporal prototipo donde se han implementado una serie de actuaciones para mejorar el entorno curativo.

Espacio de emergencia temporal COVID.

Sala de estar de pacientes. Acciones:

✓ En las mamparas grises se le ha añadido una imagen terapéutica de un bos-

Sala de estar de pacientes.

que, consiguiendo una conexión con la naturaleza y el espacio abierto. Se activan los pensamientos positivos y de libertad.

✓ En las mamparas sin fotografías, todo el aluminio es lacado blanco, tanto de los perfiles como de los paneles, evitando el contraste entre ambos y así disimular la construcción temporal de paneles. Sensación de seguridad.

✓ En algunas mamparas se puede añadir una textura de madera o de color marrón, para crear ambientes más confortables que abracen al paciente.

✓ En el pavimento, cambio de tonalidad por un color más cálido, evitando los grises.

✓ En las butacas, cambio de tonalidad por un color más cálido, evitando los grises.

✓ En las sillas, cambio de material por madera.

✓ Iluminación integrada en el techo, y en el caso de no tener luz natural directa incluir algunas luminarias con ciclo circadiano para influir positivamente en los ciclos naturales de las personas.

Sala de trabajo de profesionales. Acciones:

✓ En las mamparas grises se le ha añadido una imagen terapéutica de un campo con un horizonte y el cielo azul, consiguiendo una conexión con la naturaleza y el espacio abierto. Se activan los pensamientos positivos y de libertad.

✓ En las mamparas sin fotografías, todo el aluminio es lacado blanco, tanto de los perfiles como de los paneles, evitando el contraste entre ambos y así disimular la construcción temporal de paneles. Sensación de seguridad.

✓ En el pavimento, cambio de tonalidad por un color más cálido, evitando los grises.

✓ En las sillas de trabajo, cambio de tonalidad por un color más cálido, evitando los grises.

✓ Iluminación integrada en el techo, y en el caso de no tener luz natural directa incluir algunas luminarias con ciclo circadiano para influir positivamente en los ciclos naturales de las personas.

Creemos que hay mucho recorrido de mejora respecto a las actuaciones de emergencia. Creemos firmemente que en el momento de proyectar los espacios en tiempos de crisis "no todo vale", que debemos tener en cuenta qué actividad se va a desarrollar en estos espacios y pensar cómo vamos a minimizar el impacto sobre las personas.

Y esto lo tenemos que hacer casi de manera inconsciente. Tiene que ir en nuestro ADN como diseñadores de los espacios ¡Los espacios no se humanizan! Tienen que venir humanizados de serie, planteando todas las soluciones desde el inicio del proyecto. Si un proyecto tiene que pasar por un proceso de humanización es un mal proyecto.

Con la Neuroarquitectura y la toma de decisiones de diseño basadas en la evidencia científica somos capaces de trabajar los proyectos de manera integral para que el impacto negativo sobre las personas sea el mínimo posible. Trabajando con los conceptos de luz, ventilación, proporciones, colores, materiales, formas, wayfinding... podemos ayudar a tener los mejores espacios pensados para todas las personas usuarias, integrando las necesidades específicas de cada uso.

Sala de trabajo de profesionales.

Laia Isern Meix (lim@vitaller.com)
Arquitecta Socia
Vitaller Arquitectura

Emergencia sanitaria: el reto de construir un hospital en cuatro meses

El reto fue conseguir un edificio en un tiempo récord para dar respuesta a la necesidad de infraestructuras para dar servicio a la emergencia sanitaria generada por la pandemia del Covid19. El artículo describe el proceso de construcción de un edificio polivalente adyacente y conectado al Hospital de Bellvitge, un caso de éxito que ha sido posible al alinear los objetivos de todos los agentes desde el inicio: calidad, tiempo y presupuesto.

Debido a la pandemia del 2020, el Servei Català de la Salut ha llevado adelante la creación de cinco edificios anejos a hospitales existentes, con el objetivo de absorber la alta demanda médica que se ha necesitado. Uno de ellos, es el Edificio Hospitalario Polivalente del Hospital de Bellvitge, donde se proyecta la ampliación del servicio de urgencias con 48 boxes y unidades de hospitalización Covid con 36 habitaciones.

Este nuevo edificio polivalente se ubica en la esquina noroeste del recinto del Hospital Universitario de Bellvitge (HUB), en el Hospitalet de Llobregat, ocupando los espacios de aparcamiento de personal del Hospital.

Integración de la propuesta en el entorno hospitalario.

Adecuación al entorno

Siguiendo la necesidad de ampliación del Hospital se actualiza el Plan Director en febrero de 2019, proponiendo la ampliación del Hospital hacia el Oeste con 4 nuevos bloques conectados al edificio técnico-quirúrgico.

Las primeras decisiones de proyecto, viendo la previsión del Plan Director, fueron: girar el edificio para que coincidiera con la alineación de la ampliación prevista y conectarlo con el edificio existente mediante una pasarela. El edificio se concibe como el primer módulo de esta ampliación prevista, más que como un edificio anejo de emergencia.

La propuesta respeta el Plan Director del hospital y la posición del edificio favorece futuras ampliaciones y la conexión directa con el edificio existente. La nueva edificación se coloca enfrentada al actual edificio técnico-quirúrgico. Se conecta con el mismo en planta 2 y conserva la calle de circulación, que da acceso al recinto y al aparcamiento de personal, reordenando los flujos de circulación.

Organización y esquema

El edificio consiste en PB+4 con una galería técnica en la última planta donde se ubican todas las instalaciones. Prevé la posibilidad de ampliar una planta más en altura. En catorce módulos de 5x15m.

La nueva edificación se conecta con el hospital y resuelve la funcionalidad para todos los servicios que acceden. Se realiza la conexión con el edificio técnico-quirúrgico por la planta segunda. Esta cota es la que se toma de referencia para el replanteo de todo el edificio hacia las plantas superiores e inferiores, para coincidir en plana baja con el acceso desde la calle.

Los dos núcleos verticales están también separados: uno en la fachada este que se considera público y de pacientes, vinculado al acceso general del edificio y a la conexión con el Hospital,y el otro en la fachada oeste de personal, vinculado con su acceso y los vestuarios. Se ordenan en función de los circuitos y dan acceso a las plantas tipo de observación de urgencias Covid y de hospitalización Covid.

Para poder tener la parte aislada diferenciada de las zonas de trabajo, se han realizado todos los boxes de urgencias cerrados, de manera que el área de trabajo del personal queda como zona limpia y el personal sanitario se cambia cada vez que tienen que entrar en el box. De esta manera se reduce el tiempo de utilización de equi-

Propuesta planta baja edificio con conexión con el Hospital existente.

pos de protección para la prevención de contagios, solo siendo necesarios cuando se entra en box o habitación. El edificio se organiza en 2 plantas de urgencias (planta baja y primera) 2 plantas de hospitalización (segunda y tercera) y la cuarta planta de galería técnica y vestuarios.

Metodología

El objetivo fue diseñar un hospital de emergencia en un tiempo muy acotado, pero sin dejar de lado todos los criterios funcionales y de diseño para que las personas, tanto pacientes como asistenciales, puedan disfrutar de este nuevo hospital.

La oportunidad que supone el desafío de construir un edificio de nueva planta en los plazos propuestos, en total 4 meses de construcción incluyendo la redacción del proyecto de ejecución, obliga a implementar soluciones que permitan la reducción de plazo y la optimización de todos los procesos. Debido a ello juega un papel importante la implementación de la metodología LEAN como sistema organizativo de la obra junto con el sistema BIM como metodología de diseño.

Para que todos los agentes implicados en la construcción trabajáramos en la misma dirección se alinearon los objetivos de todos, uno de ellos era el plazo, pero también teníamos como objetivos, construir con el presupuesto asignado y conseguir la calidad deseada para el uso hospitalario del edificio a largo plazo. Otro de los objetivos importantes en la construcción fue el de la seguridad tanto en obra, al tener mucha gente trabajando a la vez (se alcanzó un pico de más de 200 personas en obra) como en seguridad contra contagios frente a la pandemia Covid, ya que sin medidas de seguridad estrictas se hubiesen podido parar tajos críticos de ejecución de la obra.

Las reuniones iniciales se realizaron con el Hospital para poder adecuar un programa general de concurso a las necesidades reales del centro, en este caso 2 plantas de urgencias y 2 de hospitalización con conexión con el Hospital existente, por la planta de la UCI. Con el plan funcional y distribución cerrados, se entregó un proyecto básico para la aprobación de las líneas generales del proyecto por parte de la Propiedad.

El sistema del último planificador, no permitió anticipar decisiones de proyecto que tenían afectación después en la construcción de la obra. No se realizó un proyecto ejecutivo tradicional, si no que se paquetizaron los sistemas, según su entrada en obra y sobre todo en algunos según el tiempo de fabricación.

Este sistema nos permitió detectar los puntos críticos de la obra, que se resumen en:

✓ Cerramiento del edificio (estructura y fachada) para poder empezar la ejecución del interior.
✓ Impermeabilización de cubierta para poder realizar todos los trabajos de instalaciones en el volumen técnico.
✓ Encargo de enfriadoras, climatizadores, revestimientos verticales HPL, puertas automáticas y ascensores, con un plazo largo de tiempo de entrega.

Se realizaban reuniones a distinto nivel según los temas a tratar:

Nivel 0: cada 15 días, para controlar la evolución de las obras a través de los indicadores y eliminar restricciones que se escapaban de la operativa del equipo; estas reuniones también sirvieron para anticipar problemas en alguna de las obras que se podían reproducir en otras y por tanto permitían alertar antes de que llegaran.

Nivel 1: semanalmente, para garantizar la producción tanto en diseño como en ejecución, controlando planificación y coste. Estas reuniones servían para revisar las soluciones propuestas desde el punto de vista del diseño, la constructibilidad y el mantenimiento, tanto en el modelo BIM como en planos. Permitían aprobar los pla-

Reunión de obra N1.

Ejecución de la estructura de oeste a este.

nos de los sistemas (tabiques, carpinterías, revestimientos, pavimentos, gases medicinales, iluminación...) que pasaban a pedidos de material y ejecución en obra.

Nivel 2: semanalmente, el día antes de la nivel 1, coordinación del equipo interno, evaluación a corto plazo y reparto de las tareas.

Nivel 3: semanalmente, coordinación de trabajos en obra, análisis de restricciones de ejecución, motivos de variación del plan, ... Esta reunión, en la que participaban los industriales, era muy importante para que cada uno de ellos viera el trabajo de sus compañeros y se adquiriera un compromiso y responsabilidad en la obra. Se podía ver la semana siguiente pero se hacía la proyección a 3 semanas vista, permitiendo coordinar a los industriales y resolver conflictos de actuación, ya que la ejecución de la obra se estaba dividiendo por plantas ya que en el pico de la obra estuvieron trabajando más de 200 personas.

Nivel 4: diariamente para coordinar los trabajos en obra a nivel diario.

Soluciones constructivas

Se opta por una solución de estructura prefabricada formada por forjado de losas alveolares pretensadas apoyadas sobre jácenas prefabricadas de hormigón pretensado, articuladas en la unión con los pilares prefabricados de hormigón armado. La hoja portante de la fachada también se soluciona mediante placas prefabricadas de hormigón armado lo que permite arriostrar la estructura mediante la fachada y tener el cerramiento completo del edificio en un estado muy inicial de la obra.

La doble ventaja de este sistema prefabricado está en que con ello se reduce el tiempo de ejecución en obra y se dota al edificio de flexibilidad y modularidad, consiguiendo luces libres de 15 metros, formando un pabellón con estructura en fachada y completamente diáfano en su interior, que permite la polivalencia de uso en toda la vida útil del edificio.

La fachada es de hormigón prefabricado, en los testeros estas placas de hormigón son vistas y se cierra con la carpintería directamente, en cambio en las fachadas norte y sur estas placas son la parte interior portante de fachada y se realiza el cerramiento de fachada ventilada con aislamiento térmico exterior, cámara de aire y chapa minionda con diferentes perforaciones para darle un acabado degradado cuando la fachada va subiendo. Las ventanas se conciben como un gran hueco corrido, que al colocarlas en la cara interior nos permite tener cerrado el interior para empezar a trabajar de una manera muy rápida. Esta ventana corrida, incorpora unas lamas que protegen del sol y dan privacidad a las estancias que tenemos en el interior.

El elemento de pasarela se realizó también en taller, en este caso se optó por una estructura metálica con fachada de panel sándwich, que se transporte de una sola pieza para ser montada en una mañana en obra, para afectar el mínimo posible al vial de acceso al recinto hospitalario.

Para encontrar la mejor solución y consenso en los elementos repetitivos de la obra, se realizaron el modelado del box y habitación tipo y en obra se realizaron también los mock up de las 2 salas, de manera que de manera conjunta con los asistenciales se acordó la solución y después se repitió en todas las otras salas.

Instalaciones

Uno de los caminos críticos de la obra fue la planta técnica, ya que era el corazón de todas las instalaciones. Se tenían que empezar a montar las instalaciones sin tener la estructura acabada para llegar en plazo. Se diseñó con pre-construcción en BIM, para tener las ubicaciones y medidas exactas, para que las piezas fueran construibles fuera del edificio. Por esta razón se decidió montar en taller la mayoría de las instalaciones posibles, así todas las bombas, válvulas, filtros... se montaron en módulos transportables y con pruebas de estanqueidad realizadas en taller, finalmente se subieron a la cubierta donde se ajustaron.

Se utilizaron kits para los inductores para evitar enroscar en obra. Teníamos claro que no teníamos que inventar, sino buscar sistemas que estuvieran en el mercado, por ejemplo que los climatizadores integraran los cuadros eléctricos, el cuadro de gestión, de manera que la arquitectura de control se dotaba de un punto IP cada uno de los elementos y aseguraba su funcionamiento

Un paso más

Tanto en el diseño como en la construcción del edificio se abordó el tema del futuro del mismo, ya que todos sabíamos que la intervención era de carácter temporal, pero que el edificio tenía que durar y poder servir a 30 años vista, por tanto la flexibilidad y adaptación a futuros usos era importante.

Se tenía claro desde el Hospital y CatSalut que la previsión de futuro de las plantas 2 y 3 sería hospitalización, ya que así también se preveía en el Plan Director, pero las plantas baja y primera podrían transformarse en un futuro próximo. La estructura del edificio permite transformarlas en Hospital de Día, pero también en consultas externas o en otros usos posibles que, sin tocar la estructura y fachada, son fácilmente adaptables.

Visita con los asistenciales a la habitación tipo.

Vista de la galería técnica con las bombas premontadas en primer plano.

Carlos Jiménez (carlos.jimenez@coiim.es)
Ingeniero industrial
Presidente de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria
COIIM Madrid

El Hospital Enfermera Isabel Zendal

Baluarte frente a la Covid-19

Desde hace tiempo nos encontramos inmersos en un entorno volátil, incierto, complejo y ambiguo, que obliga a ser muy flexibles y a adaptarnos cada vez más más deprisa a continuos cambios. Es por ello por lo que un hospital diseñado de partida bajo un precepto de flexibilidad parece ser una buena idea, una muy buena idea de hecho. No olvidemos que ninguno sabemos lo que está por venir.

El Hospital Enfermera Isabel Zendal, ejemplo de la lucha por la vida en tiempos de Covid, es un hito histórico sin precedentes en la ingeniería hospitalaria que refuerza, con Marca España, a la Sanidad madrileña y española.

Comencemos, si os parece, por reflexionar sobre la razón de ser de este hospital.

Concebido como un hospital monográfico para pandemias, da apoyo a toda la red hospitalaria del Servicio Madrileño de Salud ante cualquier emergencia, crisis sanitaria o necesidad asistencial. Como futura sede del centro coordinador del SUMMA 112, del almacén central del SERMAS y del laboratorio central de Salud Pública, constituye una infraestructura sanitaria estratégica de la Sanidad Pública Madrileña.

Arrancó con una capacidad de 1.056 camas, 1.008 de hospitalización, repartidas en 20 unidades de hospitalización de 48 camas cada una, y 48 de UCI con aislamiento mediante presión negativa y una doble puerta automática que garantiza el máximo aislamiento entre pacientes graves.

Ahora, ¿tuvo sentido incrementar rápidamente la capacidad hospitalaria en Madrid? La respuesta es un claro e inequívoco sí, pues ha resultado esencial para hacer frente a las sucesivas olas de esta pandemia (como lo hizo el Hospital Milagro de Ifema durante la primera), reduciendo el riesgo de desbordamiento del sistema y liberando camas en el resto de los hospitales, permitiendo así que se destinen al tratamiento de otras patologías (no olvidemos que se ha producido un elevado exceso de mortalidad en pacientes con patologías tiempo dependientes como consecuencia de las interferencias en la actividad asistencial ocasionadas por la pandemia).

El Hospital Enfermera Isabel Zendal, con su extensión de 80.000 metros cuadrados, está previsto para:

• Una moderna nueva sede para el centro coordinador del SUMMA 112.

• El laboratorio de salud pública.

• Un centro logístico-almacén de 7.900 metros cuadrados que facilitará la centralización de la logística del Servicio Madrileño de Salud.

• Tres pabellones versátiles, que en diferentes configuraciones podrán hacer frente a diferentes necesidades.

Una infraestructura libre, no bloqueada por actividad asistencial ordinaria, es capaz de adaptarse rápidamente a los usos que resulten necesarios ante diferentes escenarios, como pudieran ser los derivados de accidentes de aviación o ferroviarios, atentados, pandemias de cualquier índole, grandes reformas en otros hospitales que requieran de espacios de hospitalización a los que derivar pacientes, listas de espera tanto quirúrgicas como de pruebas diagnósticas, así como muchos otros usos que ni siquiera somos capaces de prever en estos momentos.

Durante esta pandemia, el incremento de la capacidad en hospitalización y unidades de críticos no es algo que se haya realizado de forma exclusiva en Madrid, lo hemos visto en Andalucía con la puesta en marcha del antiguo hospital militar de Sevilla o en Cataluña, con la construcción de edificios anexos a cinco hospitales. En Madrid, dónde no tenemos dispersión geográfica, se ha optado por centralizar una gran parte de esta capacidad adicional en un hospital independiente, flexible y polivalente que pueda dar respuesta temprana ante las diferentes necesidades que se puedan presentar. La configuración en hospital independiente asegura que la flexibilidad y polivalencia perdure en el tiempo.

Quisiera hacer énfasis en señalar que el Hospital Enfermera Isabel Zendal no es la única infraestructura sanitaria nueva con la que cuenta Madrid, pues han sido muchas las actuaciones en este sentido realizadas en el 2020, entre las que enumeraría, a modo de ejemplo, la nueva UCI del Hospital General Universitario Gregorio Marañón de hasta 35 boxes construida en la antigua biblioteca (la UCI más moderna de Europa), la habilitación del gimnasio del Hospital Universitario La Paz para pacientes Covid-19 o la mejora y ampliación de las urgencias del Hospital Universitario 12 de Octubre, entre muchas otras.

Si analizamos los plazos de ejecución del Hospital Enfermera Isabel Zendal, quisiera comenzar reconociendo que, como ingeniero industrial con más de 15 años de experiencia en el sector hospitalario, habiendo participado activamente en la construcción, puesta en marcha y apertura de varios hospitales públicos, con el aprendizaje que he tenido la suerte de obtener desde la posición de presidente de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria del Colegio y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid que ocupo desde su constitución en el 2012, hace menos de un año hubiese afirmado categóricamente que concebir, diseñar y construir un hospital de estas dimensiones en poco más de tres meses era algo materialmente imposible.

Y sin embargo fue posible, y para entenderlo conviene hacer un poco de retrospectiva de nuestra historia reciente.

Pocos días después del cierre del Hospital Milagro de Ifema, en concreto el 10 de mayo del 2020, la presidenta madrileña Isabel Díaz Ayuso, anunció la construcción de un centro hospitalario especializado en emergencias que pudiese ponerse en marcha en pocas horas. El 27 de ese mismo mes, el consejero de sanidad Enrique Ruiz Escudero, dio a conocer en la Asamblea de Madrid su cons-

trucción como parte de las iniciativas que se estaban desplegando en aras de que Madrid estuviese más preparada para ofrecer una respuesta asistencial adecuada ante un posible rebrote del virus.

Tras estudiar diferentes posibles ubicaciones, el 8 de junio de 2020, Isabel Díaz Ayuso anunció que el nuevo hospital se construiría en la ciudad de Madrid, concretamente en el barrio de Valdebebas. Las obras se iniciaron de inmediato y el 17 de julio, este hospital en construcción se bautizó como Hospital Enfermera Isabel Zendal, en homenaje a la enfermera que formó parte de la Expedición Balmis.

La intensidad desplegada en la concepción, diseño, construcción, puesta en marcha de las instalaciones, dotación de equipamiento y puesta en funcionamiento fue, sencillamente, impresionante. Resulta didáctico enumerar alguna de las cifras de esta obra: hicieron falta 5,3 millones de kilos de acero, más de 1.000 pilotes para su cimentación y el movimiento de 100.000 metros cúbicos de tierras (equivalentes a 40 piscinas olímpicas).

La Dirección General de Infraestructuras del SERMAS inició el proyecto con la tramitación, por procedimiento de emergencia, del expediente para su contratación, consiguiendo una elevada concurrencia. Para ello invitaron a 49 empresas, de las cuales 30 presentaron ofertas en plazo. Su evaluación corrió a cargo de una Comisión Técnica de Valoración formada exclusivamente por funcionarios del Servicio Madrileño de Salud, con titulación de arquitectos e ingenieros superiores, que emitieron un informe técnico para la propuesta de adjudicación que se realizó a 14 empresas.

Estas fueron cuatro estudios de arquitectura, Estudio Chile 15, EACSN SL, AIDHOS y Árgola, dos empresas de ingeniería (una de ellas especializada en prevención, seguridad y salud laboral), una empresa especializada en estudios de suelo, una empresa encargada de la urbanización y seis constructoras.

Entre ellas tuvo lugar una coordinación inédita que posibilitó una construcción en apenas 100 días con la participación, entre contratas y subcontratas, de 635 empresas y 1.350 trabajadores organizados en tres turnos de trabajo 24x7.

Todo ello fue posible gracias, entre otras cosas, a métodos constructivos innovadores basados en metodologías fast-track, donde diseño de proyecto y ejecución de la obra van de la mano. La tarea principal consiste en buscar las interdependencias de las actividades, generándose un diagrama temporal de tareas para identificar posteriormente la ruta crítica (al respecto os recomiendo el libro Cadena Crítica de Eliyahu M. Goldratt).

Un proyecto que, como todos (absolutamente todos) los proyectos de construcción hospitalaria, ha tenido desviaciones presupuestarias respecto de la previsión inicial. Esto es consecuencia de los imprevistos que se van presentando durante la ejecución de la obra, así como a las ampliaciones de alcances que se van solicitando según la obra avanza. Lo que sí tiene sentido revisar es el coste de construcción por metro cuadrado, y el del Hospital Enfermera Isabel Zendal se encuentra en el promedio de los costes de infraestructuras sanitarias de similares dimensiones. Un coste que se ha conseguido contener a pesar de la celeridad en la ejecución de la obra (trabajar 24 horas al día, 7 días a la semana a tres turnos siempre exige un esfuerzo adicional).

A mayores de las 14 empresas directamente contratadas para la construc-

ción del Zendal, el SERMAS contrató con otras 51 empresas las diferentes dotaciones y servicios necesarios para el funcionamiento de un hospital.

El hospital cuenta con la más moderna tecnología (TAC, sala de RX, portátiles de RX, ecógrafos, respiradores, monitorización de constantes vitales, cánulas nasales de alto flujo...) que soporta la actividad del hospital más puntero del mundo en el tratamiento masivo de pacientes con patología Covid-19 y que es referente por su UCRI que ha evitado muchos ingresos en UCI y por su unidad de rehabilitación muscular y respiratoria.

Tras una ejecución de obra a una velocidad sin precedentes, el 1 de diciembre del 2020 se inauguró el hospital en el que el 11 de diciembre ingresó la primera paciente, una mujer de 63 años derivada de las urgencias del Hospital General Universitario Gregorio Marañón.

Desde el 23 de febrero del 2021 el Hospital Enfermera Isabel Zendal funciona también como centro de vacunación contra la Covid-19.

A mediados de mayo del 2021, en este hospital habían ingresado ya unos 5.500 pacientes y habían sido vacunadas más de 300.000 personas.

Y, ¿todos los hospitales son iguales? Evidentemente no. El Hospital Enfermera Isabel Zendal recoge los mejores aprendizajes del Hospital Milagro de Ifema, como la elevada altura de forjados y las continuas renovaciones de aire que hicieron que Ifema fuese el único hospital Covid sin ningún contagio de profesionales. Algo muy relevante en el tratamiento de cualquier patología contagiosa por el aire. Y es que el Hospital Enfermera Isabel Zendal es el hospital más seguro para el tratamiento de la Covid-19, pues su diseño lo asemeja a la seguridad de estar al aire libre sin estarlo, alejándose de los espacios confinados que elevan la viremia y multiplican los contagios.

Por lo tanto, es un centro singular, ejecutado en un tiempo récord y configurado para obtener los mejores resultados en salud en el tratamiento de patologías como la Covid-19 que también aborda con éxito la dimensión de la experiencia del paciente, humanizando la asistencia al permitirle socializar y movilizarse, sin aislarlo en una habitación (la soledad de los pacientes hospitalizados con Covid-19 es uno de los aspectos más terribles de esta enfermedad).

En resumen, el Hospital Enfermera Isabel Zendal es:

• Una infraestructura sanitaria adicional a la red de hospitales públicos madrileños, flexible, permanente (a diferencia del hospital de pandemias de Wuhan) y disponible para afrontar futuras necesidades, no sólo de emergencias o pandemias, sino también para dar soporte a las grandes reformas de otros centros, así como a la atención de la demanda post-covid.

• Un hito internacional sin precedentes de la ingeniería sanitaria, tanto por sus plazos de construcción (de 10 años a apenas 4 meses), como también por sus modernas instalaciones vanguardistas.

• Una salvaguardia ante las diferentes olas de esta pandemia y la llave para aligerar la carga de pacientes con patología Covid-19 del resto de centros, ayudando a que se puedan focalizar en otras patologías, muchas de ellas tiempo-dependientes.

• Un hospital humanizado que evita el aislamiento de los pacientes en sus habitaciones, uno de los aspectos más terribles de esta enfermedad.

• Un hospital seguro contra enfermedades infecciosas de transmisión por vía aérea gracias a sus altos forjados y múltiples renovaciones de aire que otorgan la seguridad de estar al aire libre sin estarlo.

• Un hospital que, gracias a sus largos y amplios pasillos, así como a su gimnasio, facilita y acelera la recuperación y rehabilitación de pacientes Covid-19.

• Un hospital rebosante de ilusión con nuevas iniciativas como las lecturas de libros, las actividades lúdicas con pacientes y la biblioteca Zendal, entre otras.

• Una expresión de lo mejor de la humanidad, de esa pulsión por la vida que nos impulsa a cuidarnos, los unos a los otros.

Pablo Gil (pablo.gil@salud.madrid.org)
Jefe de Sección de Obras
Ana Cabrero (ana.cabrero@salud.madrid.org)
Subdirectora de Gestión Técnica
Hospital Universitario 12 de Octubre – Madrid

El nuevo Hospital Universitario 12 de Octubre

50 años en continua transformación

El artículo recoge la historia de la evolución del Hospital 12 de Octubre desde su inauguración en 1973, los sucesivos planes funcionales y remodelaciones parciales, que culminan en una nueva infraestructura de bloque técnico y hospitalización de 133.235 m², un gran proyecto de arquitectura e ingeniería sanitaria actual, un broche final que deberá estar terminado en Diciembre de 2023.

Los orígenes 1973

El 2 de octubre de 1973 es inaugurado el Hospital General, pieza central de la futura Ciudad Sanitaria de la Seguridad Social 1º de Octubre dentro del Plan de Instalaciones Sanitarias del Seguro Obrero de Enfermedad aprobado el 19 de enero de 1945.

El Hospital General iba a ser el centro de gravedad de una serie de hospitales monográficos distribuidos perimetralmente y otros de apoyo a éste. De este modo se construirían el Hospital Maternal, el Hospital Infantil, el Hospital de Traumatología y Rehabilitación, el edificio Docente y el edificio de la Escuela de Enfermeras. Todos ellos autónomos en funcionamiento y gestión; la única infraestructura común a todos ellos eran las centrales de instalaciones que daban servicio por galerías subterráneas a todas la subcentrales de cada uno de los edificios.

Esta concepción de ciudad sanitaria nunca se llegó a completar; de los edificios principales, sólo se llegaron a construir el Hospital General, el Hospital Maternal y la Escuela de Enfermeras. La actividad del resto de edificios fue absorbida por los ya construidos. El Hospital Maternal absorbió al Hospital Infantil convirtiéndose en el Hospital Materno–Infantil. El Hospital General absorbió al Hospital de Traumatología y Rehabilitación y se construyó el edificio Docente y la Escuela de enfermeras.

Los dos edificios principales, el Hospital General y el Maternal, fueron dotados con los servicios centrales, generales, quirúrgicos y de hospitalización, necesarios en la época para su correcto funcionamiento. Ambos se concibieron como edificios en altura de 18 y 11 plantas respectivamente, con núcleo central de comunicaciones verticales y planta baja para la distribución horizontal donde confluían todas las circulaciones.

Durante el proceso constructivo y debido al aumento del nivel tecnológico continuo en las distintas áreas asistenciales y de pruebas funcionales, se hace necesaria la trasformación de los edificios principales, se amplían con nuevos volúmenes, se construyen patios interiores e incluso edificios completos no planificados inicialmente como puede ser el edificio de Oncología Radioterápica. Este crecimiento descontrolado se estaba dando tanto en el interior como en el exterior de los edificios.

Posteriormente y ya en la década de los 90, se construye el Edificio de Urgencias Generales, el Edificio de Geriatría que nunca llegó a albergar tal actividad y se convirtió en ampliación de consultas externas y el de Oncología Radioterápica. Se generan ampliaciones volumétricas para los nuevos equipos de resonancia magnética en el Hospital General y para la creación del almacén sanitario general y de las consultas de ginecología y obstetricia en el Hospital Materno–Infantil.

En esta época se está produciendo un fenómeno de centralización tanto de los servicios centrales como de los servicios generales, se traslada la esterilización, la cocina, la lencería y parte de los laboratorios del Hospital Materno–Infantil al edifico de la Residencia General, ampliándose en estas áreas desocupadas del edificio Materno–Infantil con servicios logísticos.

Primer intento de trasformación 1997–2000

La situación existente en ésta época es un crecimiento descontrolado de volúmenes constructivos adosados a los edificios principales y sin una visión global de conjunto. En el año 1997 la dirección del Hospital Universitario 12 de Octubre, contrata a D. Francisco Escudero Ribot como asesor para determinar las líneas maestras de la necesaria remodelación del complejo hospitalario y el diseño marco de su futuro crecimiento. Las conclusiones son las siguientes:

- Reordenación urbanística.
- Construcción de un edificio policlínico.

• Construcción de un edificio nexo de unión entre los dos edificios principales: Hospital General y el Hospital Materno – Infantil.

• Remodelación del edificio del Hospital General

• Remodelación del edificio de Hospital Materno-Infantil y

• Remodelación del edificio de Urgencias Generales.

En esta línea, la Dirección del Hospital Universitario 12 de Octubre, elabora un avance de Plan Director que sirvió de base para determinar las prescripciones técnicas que se incluyeron en el expediente administrativo de la redacción del proyecto y dirección facultativa de las obras de construcción de un edificio Policlínico. Este proyecto incluía además del edificio Policlínico, un Centro de Investigación y una nueva Central de Instalaciones. Proyecto redactado por el estudio de arquitectura de D. Carlos Ferrán Alfaro.

En el proyecto se planteaba la construcción de una gran avenida peatonal cubierta, que sirviera de eje de circulaciones y nexo de unión entre los edificios existentes: Residencia General y Hospital Materno Infantil, el futuro edificio Policlínico, Centro de Investigación, nueva Central de Instalaciones y otros posibles edificios futuros. El proyecto no se llegó a construir. En estos momentos no existe aún el concepto global de Bloque Técnico, lo más aproximado son los Bloques Quirúrgicos.

Segundo intento 2003 – 2011

A partir del año 2003 se reconsideran las líneas orientadoras del Plan Director de octubre de 1998 y por ende el proyecto realizado por el estudio de Carlos Ferrán Alfaro.

En este mismo año el 28 de marzo se aprueba por el Ayuntamiento de Madrid en Pleno, el Plan Especial de Reordenación y Mejora Parcial "12 de Octubre" (PE-2003), formado por el recinto de la Gerencia de Informática de la Seguridad Social (ZO-A) y por el del Hospital Universitario 12 de Octubre (ZO-B), con el fin de adaptarlos a las nuevas necesidades.

En 2003 se empieza a trabajar en un Nuevo Plan Director que diseñe de forma global en Nuevo Hospital Universitario 12 de Octubre.

En el año 2004 se presenta la propuesta de un nuevo hospital con las fases a ejecutar, los plazos y la inversión necesaria. Las fases eran las siguientes:

• Fase 0.- Construcción del edificio de Instalaciones y las nuevas galerías de instalaciones.

• Fase I.- Construcción Centro de Actividades Ambulatorias.

• Fase II.- Construcción del Hospital General y traslado de la actividad de la Residencia General al nuevo edificio.

• Fase III.a.- Demolición de 70.800 m^2 del edificio de la Residencia General.

• Fase III.b.- Construcción de 2 alas más y traslado de la actividad del edificio Materno Infantil a estas dos últimas.

La previsión total era de 296.818.949 € y el tiempo estimado de 8 años. Se finalizarían en el año 2012.

De estas fases previstas, sólo se llegaron a construir la Fase 0 (enero 2005- octubre 2006) y la Fase I (noviembre 2006 – abril 2009); el edificio se ocupa en septiembre 2011.

En el año 2008 se estaba trabajando en el desarrollo del Plan Especial de Reordenación y Mejora del recinto del Hospital Universitario 12 de Octubre (ZO-B), que diera cobertura a las Fases II y III aún pendientes de construir y a la reordenación urbana necesaria.

Con la crisis económica, política y social de 2.008 quedan paralizadas el resto de fases.

Tercer y último intento 2011 - 2025

Con la culminación del Plan de Infraestructuras Sanitarias (2007–2011) de la Comunidad de Madrid, se construyen entre otros, los hospitales de Aranjuez y de Valdemoro reduciéndose en consecuencia la población asignada al Hospital Universitario 12 de Octubre.

En 2018 se establecen los criterios de planificación funcional para la actualización del Plan Director del año 2003, se hace necesario el redimensionamiento de las necesidades asistenciales, los recursos existentes y las relaciones funcionales.

En este nuevo Plan Funcional se establecen los siguientes criterios:

• Necesidad de una nueva construcción de 116.670 m^2 construidos.

• La reforma integral de las siguientes áreas que se mantendrán en sus edificios existentes:

– Área ambulatoria de Oncología Médica,

– Área ambulatoria de Oncología Radioterápica,

– Servicio de Anatomía Patológica y

– Salón de Actos (Auditorio).

• La reforma del edificio de Urgencias Generales y conexión con la nueva construcción.

• El edificio Materno Infantil quedaría disponible según necesidades, conectado logísticamente con el resto de edificios.

• Demolición del edificio de la Residencia General sin uso.

• Urbanización y conexión con las vías

de comunicación conforme al Plan Especial de Reordenación y Mejora del ámbito del Hospital Universitario 12 de Octubre (ZO-B).

• Adecuación de las fachadas de los edificios reformados integrando la solución formal con la de la nueva construcción.

Una nueva infraestructura

El 14 de octubre de 2019 se inician las obras de reforma del Edificio de Urgencias Generales uno de los edificios recogidos en el Plan Funcional de 2018 y que formará parte del Nuevo Hospital Universitario 12 de Octubre.

En la planificación funcional y dimensionamiento de los servicios de la nueva infraestructura, se tiene en cuenta:

• La política sanitaria de la Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid,

• El modelo de hospital definido en el Plan Estratégico 2.015-2.019 del HU12O,

• El análisis sociodemográfico de la población de Madrid y área de referencia,

• El análisis de la evolución de la actividad asistencial y los indicadores de rendimiento en los últimos años del HU12O,

• El análisis comparativo de los principales indicadores de frecuentación de recursos de atención hospitalaria,

• Condicionantes estructurales derivados de la ejecución de las fases 0 y I del Plan Director de 2.003 ya ejecutados.

En base a todo ello se elaboró un plan funcional y de espacios para el proyecto arquitectónico de la nueva infraestructura. Hay que reseñar que se ha potenciado al máximo el Bloque Técnico ya no entendido solamente como el tradicional bloque quirúrgico. Proyecto de Argola Arquitectos.

Bloque técnico

En este caso tenemos un Bloque Técnico potente, a modo de basamento, formado por cuatro plantas: la planta sótano uno con actividad industrial, de apoyo y logístico; la planta baja con actividad ambulatoria, pacientes ingresados y de urgencias; la planta primera y segunda con actividad de Intervencionista, de cirugía ambulatoria, programada y de urgencias; la planta tercera es una planta técnica industrial que da soporte al Bloque Técnico fundamentalmente.

Nuevo Hospital Universitario 12 de Octubre (fachada noreste Avda. de Córdoba).

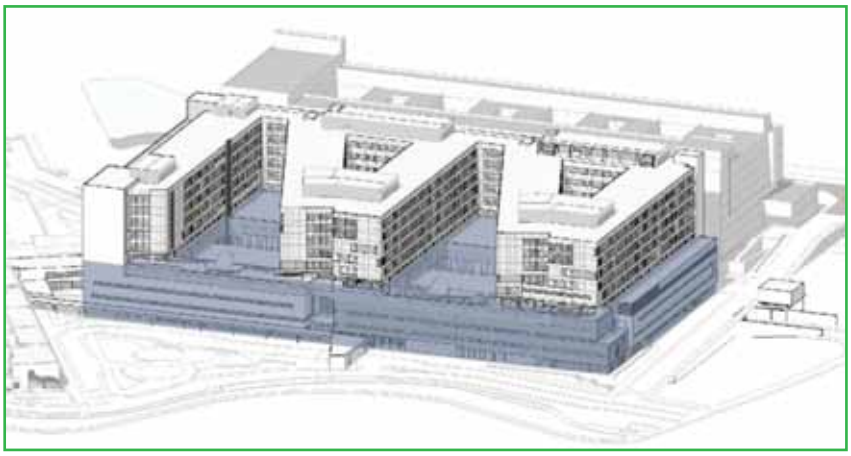
PLANTA SÓTANO UNO. Actividad industrial y de apoyo logístico. Cocina, Esterilización, Mantenimiento, Vestuarios, Limpieza, Almacenes.

PLANTA BAJA. Servicios de apoyo a pacientes y familiares, Pruebas funcionales pacientes ambulatorios e ingresados. Actividad ambulatoria pública, la más externa: Admisión, Hospital de día de pediatría, Donantes, Aféresis, Laboratorios, Banco de sangre, Farmacia, zona de culto, biblioteca, cafetería y zona multiusos y otra zona privada, más técnica, ambulatoria y de pacientes ingresados: Medicina Nuclear, Radiología, Urgencias pediátricas y Rehabilitación pediátrica.

PLANTA PRIMERA. Administración y consultas de Pediatría, bloque quirúrgico, salas intervencionistas y actividad asistencial para pacientes ambulatorios e ingresados. En esta planta se localiza un área de Administración y Dirección, las consultas externas de pediatría, las salas de intervencionismo de hemodinámica y electrofisiología cardíaca y de Radiología intervencionista, un hospital de día y una sala de pacientes post cirugía, un bloque quirúrgico de 18 quirófanos polivalentes y 2 especiales y una URPA.

PLANTA SEGUNDA. Administración y consultas de Pediatría, bloque quirúrgico, y actividad asistencial para pacientes ambulatorios e ingresados. En esta planta se localiza un área de Administración y Dirección, las urgencias obstétrico-ginecológicas y atención al parto, Neonatología, Consultas externas de pediatría, el Bloque quirúrgico de 18 quirófanos polivalentes y 2 especiales con la URPA y salas de adaptación al medio de adultos y pediátrica.

PLANTA TERCERA. Esta planta es una planta técnica, donde se localizan las unidades de tratamiento de aire (UTA's) del Bloque Técnico, Almacenes de recogida de radioisótopos líquidos, Sistemas de tratamiento de ósmosis para diálisis y el CORE 2 de Voz-Datos.



Bloque técnico.

Hospitalización

Las plantas de hospitalización se desarrollan en 6 niveles con cuatro controles de 30 camas y uno de 40 camas por planta. La cama de hospitalización convencional va disminuyendo frente al aumento de cama especializada de UCI. Se dotan camas de hospitalización especializadas en la misma planta: de diálisis agudos, de aislamiento con presiones positivas o negativas, de contención, de radioisótopos, etc.

535 camas convencionales, 31 cama de nefrología, 74 de pediatría, 40 de obstetricia, 40 de patologías de la mujer, 18 de psiquiatría adultos, 22 de psiquiatría infantil, 92 boxes de UCI adultos y 22 de UCI pediátrica. Total de 874 CAMAS. Prácticamente la totalidad individuales.

PLANTA CUARTA. La planta cuarta son camas especializadas de UCI, está conformada esta planta por cuatro controles de boxes de UCI Médico quirúrgicos y un quinto control de UCI pediátrica.

PLANTA QUINTA. En la planta quinta se ubica la hospitalización psiquiátrica de adultos, la Infanto-Juvenil y tres controles de hospitalización polivalente (convencional).

PLANTA SEXTA. En la planta sexta se ubican 1 control de hospitalización de Nefrología, 3 controles de hospitalización polivalente (convencional) y 1 control de hospitalización pediátrica.

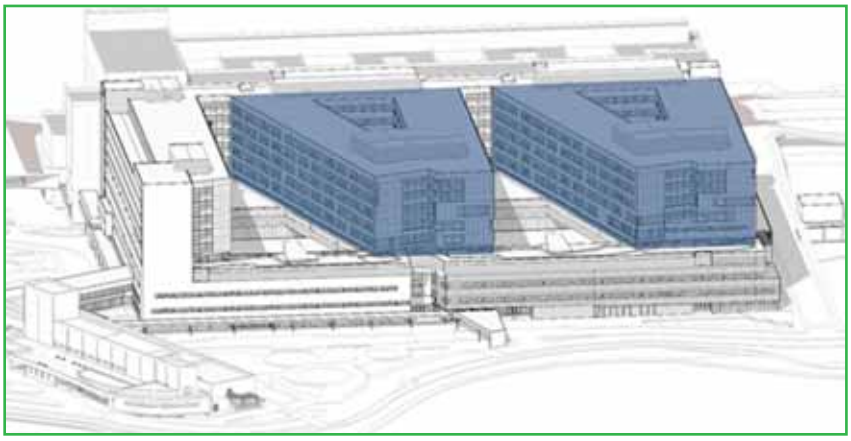
PLANTA SÉPTIMA. En la planta séptima se ubican 4 controles de hospitalización polivalente (convencional) y 1 control de hospitalización pediátrica

PLANTA OCTAVA. En la planta octava se ubican 4 controles de hospitalización polivalente (convencional) y 1 control de hospitalización obstétrica.

PLANTA NOVENA. En la planta novena se ubican 4 controles de hospitalización polivalente (convencional) y 1 control de hospitalización patologías de la mujer.

Un gran proyecto actual de la Arquitectura e Ingeniería Hospitalaria

La construcción del Nuevo Bloque Técnico y de Hospitalización pondrá el broche final al plan de renovación integral del Hospital Universitario 12 de Octubre iniciado con el Plan Director del año 2.003 donde se construye en la Fase 0 el Edificio Técnico de Instalaciones y en la Fase I el Centro de Actividades Ambulatorias, quedando paralizadas las Fases II y III en 2.008 y reactivadas en una única Fase con el nuevo Plan Funcional del año 2.018 revisado y actualizado. Con una superficie total construida de 133.235 m^2 y un presupuesto de 252.377.682,41€.



Hospitalización General.

Hospitalización Materno-Infantil.

Se crea un potente Bloque Técnico como basamento del edificio donde se concentra el CORE de la actividad asistencial: Urgencias, Radiología, Medicina Nuclear, Quirófanos, Salas Intervencionistas, Salas de recuperación y adaptación al medio, UTPRS, Neonatología, Técnicas de Reproducción Asistida, principalmente. Con una superficie construida del Bloque Técnico es de 73.318,59 m^2.

Se crean seis plantas de hospitalización abiertas, luminosas e individuales en su mayoría: la planta cuarta con 114 camas UCI y de la quinta a la novena con 760 camas polivalentes, haciendo un total de 874 camas. Con la posibilidad de duplicar en caso de emergencia hasta un 48% de las camas polivalentes consiguiendo 1.480 camas potenciales. La superficie construida de las plantas de hospitalización es de 59.916,41 m^2.

Este es el proyecto que necesitaba el Hospital Universitario 12 de Octubre, un gran proyecto actual y moderno donde se combine arquitectura e ingeniería para dar respuesta a las necesidades sociales, tecnológicas, digitales, ambientales y de ahorro energético acorde con los tiempos en que vivimos y a las exigencias que la sociedad demanda. Un proyecto donde cada vez se hace más importante el Bloque Técnico frente a la Hospitalización, donde se cuida el medio ambiente, el confort y el bienestar de los pacientes y de sus familiares, donde las pruebas funcionales y la cirugía ambulatoria despuntan.

Es un proyecto donde se interrelaciona la naturaleza y el edifico hospitalario, no solo en el exterior sino también en las propias cubiertas del edificio; así en planta

Nuevo Hospital Universitario 12 de Octubre (fachada noroeste C/Dr. Tolosa Latour).

cuarta se sitúa el Gran Jardín Terapéutico del Hospital que da servicio a todas las plantas de hospitalización conectado por los núcleos de comunicaciones verticales de los vestíbulos de familiares y pacientes.

Donde se busca el confort y el bienestar de pacientes y familiares en habitaciones individuales amplias, con baños accesibles, con control individual de temperatura, con posibilidad de acompañante o en caso de necesidad una segunda cama. Donde se han girado dos módulos de los 5 de hospitalización para abrir los patios entre hospitalizaciones de tal forma que las habitaciones no tengan vistas enfrentadas opuestas y consiguiendo un mejor acceso a la luz natural y a las vistas en las mismas.

Se ha dado la máxima flexibilidad a los espacios, en cuanto al Bloque Técnico se generan circulaciones paralelas y trasversales de modo que siempre en caso de emergencia se podrían generar dobles circulaciones; paralelas las principales separando circulaciones de pacientes y familiares con respecto a las de profesionales y de distribución logística y trasversales que conectan la parte pública con la privada de forma selectiva mediante control de accesos.

Es un proyecto donde se optimizan los recursos al unificar procesos de forma que las Urgencias Generales, Obstétricas y Pediátricas se aproximan, donde la pruebas funcionales y quirúrgicas se agrupan y nivelan con las del edificio de Actividades Ambulatorias, donde la circulación privada del nuevo edificio y el de Actividades ambulatorias se complementan, y los servicios asistenciales se agrupan por procesos.

El edificio proyectado tiene una eficiencia energética alta, con un bajo consumo energético y una baja emisión de CO2 a la atmósfera. Se ha obtenido una calificación por consumo de energía primaria no renovable (kWh/m^2 x año) 378,81B y por emisiones de dióxido de carbono (kg CO2/m^2 x año) de 69,74B.

Una de las características más importantes de la Instalación eléctrica diseñada es la creación de un anillo en Media Tensión que conectará los Centros de Trasformación de los diferentes edificios que conformarán el nuevo Hospital Universitario 12 de Octubre permitiendo trasportar sin sobrecalentamientos una potencia de 23.642 KVA a 15kV, superior a la potencia máxima a plena carga del Complejo Hospitalario completo.

En cuanto a la instalación de climatización, se han considerado zonas de recirculación nula con el fin de mejorar la ventilación y evitar riesgos de contaminación cruzada en áreas críticas y donde se realicen actividades sensibles a la contaminación ambiental. De igual modo en todos los climatizadores se realiza un prefiltrado de eficacia 85-90% equivalente a un G4, un filtrado posterior al prefiltro de eficacia 90-95% equivalente a un F7, para definir una calidad mínima del aire. En las habitaciones de hospitalización, despachos médicos de guardia, despachos administración y consultas, se ha proyectado un sistema de inductores a 4 tubos con aparatos terminales individuales por habitación y colocados en el falso techo, permitiendo obtener un control de temperatura individualizadas, bajo nivel acústico y menor mantenimiento.

Aunque no se ha incluido en proyecto el equipamiento del sistema de transporte robotizado, sí se han tenido en cuenta los espacios necesarios y los ascensores que se dedicarían en exclusiva a este servicio logístico. De igual modo se definen ascensores exclusivos entre plantas de urgencias, de quirófanos y de UCIs.

En el diseño de la instalación de gases medicinales se ha tenido en cuenta para las zonas de UCI de la planta 4ª, UCI neonatal de la planta 2ª y Urgencias, criterios de dimensionamiento COVID.

En las UCIs de la planta 4ª, conexión en anillo de las ascendentes, en la UCI neonatal de la planta 2ª se llevará una línea de emergencia y en quirófanos se dispondrán líneas de emergencia conectadas en anillo. El diseño de la instalación se realiza por zonas sectorizadas mediante Conjuntos de Segunda Reducción para garantizar el suministro en los puntos terminales en casos de emergencia sanitaria.

Un aspecto muy importante en el diseño del proyecto ha sido la digitalización, la Red Multiservicio mediante cableado estructurado con doble CORE, doble DISTRIBUIDOR y usando tecnología de conmutación de tramas sobre red Ethernet y enrutado por paquetes IP para:

- Trasmisión de datos en todo el edificio.
- Comunicación de datos con el exterior del edificio.
- Gestión del tráfico con calidad de servicio tanto dentro como fuera del edificio.

En el diseño se han previsto en los repartidores secundarios paneles de 48 puertos para puntos de acceso para WI-FI, para cámaras de CCTV, equipos de Control de Accesos, Comunicación Enfermo-Enfermera y Relojes mediante tecnología IP.

Se ha previsto un Sistema de Gestión y Control Centralizado de las instalaciones electromecánicas presentes en el edificio que permita la supervisión y el control, específicos de cada una de ellas y posibilite el intercambio de todo tipo de informaciones y actuaciones entre instalaciones.

El Edificio del Bloque Técnico y de Hospitalización deberá estar terminado en diciembre de 2013, el resto del proyecto, con el traslado de personal y equipamiento al nuevo edificio, la demolición casi total del edificio de la Residencia General y la reforma integral de la parte no demolida se finalizará 16 meses después, en mayo de 2025.

Elisabet Izquierdo
Directora de Servicios Generales e Infraestructuras
Parc de Salut Mar – Barcelona

El nuevo Hospital del Mar

El artículo describe el proyecto de ampliación del Hospital del Mar de Barcelona y cómo la experiencia vivida en lucha contra el Covid durante la fase de proyecto, impactó en determinados aspectos del diseño, entre otros la bioseguridad y la flexibilidad de uso de los espacios.

El proyecto

El Hospital del Mar finalizó en Mayo del 2017 la primera de las tres fases de ampliación que han de acabar transformando el que fue el Hospital Olímpico de Barcelona'92 en un Hospital preparado para abordar los nuevos retos asistenciales, sobre unas infraestructuras sostenibles, eficientes, conectadas e inteligentes. En febrero del 2020 el Hospital del Mar estaba finalizando el proyecto ejecutivo de la segunda fase, y nos sorprendió la primera ola de la pandemia de la COVID_19. La experiencia multidisciplinar adquirida en esta crisis sanitaria la hemos incorporado al proyecto, para que el nuevo Hospital sea aún más resiliente, más flexible y más interactivo con los pacientes y con los profesionales.

Con la construcción de las tres fases el Hospital del Mar pasará de los 61.000 m^2 actuales a un total de 103.500 m^2. La construcción de la segunda fase proyectada, como puede verse en la secuencia de imágenes anteriores, representa un importante trabajo de ingeniería y coordinación ya que comporta una primera intervención de derribo de parte de los antiguos pabellones existentes (5.000 m^2) antes de poder iniciar la nueva edificación (27.500 m^2); todas las obras se realizaran conviviendo con la actividad del Hospital.

En esta segunda fase de ampliación (de la que ya se han iniciado los trabajos previos para la desocupación de espacios) se construirá un Edificio de planta baja, dos sótanos, 5 plantas sobre rasante, una planta cubierta y un tragaluz. De forma resumida, además de infraestructuras de soporte, como por ejemplo, vestuarios y un área de co-working para el trabajo de profesionales, se construirán 6 unidades de hospitalización (entre las que se encuentran la unidad de ginecología y obstetricia y la unidad de pediatría con un área de UCI neonatal), 4 quirófanos (2 de ellos híbridos, con un TAC y una RNM) ,con una nueva unidad de pre-ingreso, una nueva UCI de 18 camas, la ampliación de la actual unidad de reanimación post-quirúrgica, una nueva unidad de hemodinámica, nuevas unidades de endoscopias, de clínica del dolor y de oftalmología, la unificación de las nuevas urgencias con las antiguas integrando así en el nuevo edificio las urgencias de traumatología, pediatría y psiquiatría, los nuevos laboratorios de anatomía patológica, y una nueva farmacia totalmente automatizada y robotizada. El nuevo Edificio contará también con un helipuerto.

Covid 19: impacto en proyectos vivos

La COVID_19, nos ha enseñado que los Hospitales han de ser estructuras vivas que han de tener la capacidad de adaptarse rápida y fácilmente a entornos y situaciones cambiantes, ya sea para hacer

frente a situaciones como la de la actual pandemia o como pueden llegar a ser accidentes con múltiples víctimas, u otras situaciones de emergencia que puedan ocurrir.

Aprendimos, aún más, la importancia de diferenciar exhaustivamente los circuitos de limpio y sucio, aprendimos a convertir quirófanos en UCIS, Hospitales de Día en unidades de Hospitalización, supimos crear en polideportivos o en espacios diáfanos y vacíos, infraestructuras completas, con gases medicinales, climatización, datos, instalaciones eléctricas, y todo tipo de equipamientos de soporte médico y mobiliario clínico, para hospitalizar y atender pacientes y todo ello en un tiempo récord.

También vivimos e hicimos posible que los pacientes, aislados de la compañía de sus familiares o acompañantes tuviesen la posibilidad de disponer de video-llamadas a pie de cama para poder comunicarse con ellos y hacer su situación más soportable. También se posibilitó que los los médicos pudiesen realizar visitas virtuales para no interrumpir las consultas con sus pacientes, o implementar la tele-asistencia para establecer inter-consultas con otros compañeros o bien proporcionar herramientas para que todos los profesionales de una forma u otra pudiésemos incorporar el teletrabajo como una forma habitual de nuestro día a día.

Tanto a nivel de construcción y arquitectura como a nivel de definición y dimensionado de todas las instalaciones, el Edificio estaba diseñado totalmente con criterios de alta sostenibilidad y eficiencia energética y si ya inicialmente se había concebido aplicando criterios de flexibilidad y resiliencia, después de la experiencia vivida con la primera ola de la pandemia, estos criterios se han potenciado y consolidado en el proyecto ejecutivo vigente.

Así, el proyecto del nuevo Hospital del Mar se fija tres objetivos fundamentales:

• La construcción en sí de un Edificio sostenible, conectado, inteligente y resiliente.
• La creación de infraestructura y equipamientos que den respuesta a la situación cambiante del entorno de manera eficiente y personalizada.
• La digitalización de los procesos de atención mediante la utilización de datos para dar una atención personalizada en tiempo real.

Arquitectura

En cuanto a la arquitectura se pueden destacar aspectos como el tratamiento de las fachadas con doble piel con lamas de protección, adecuadas a la orientación solar para aprovechar al máximo la luz natural, minimizar la radiación solar sobre la fachada y evitar la contaminación lumínica nocturna. También la construcción de patios interiores que serán un refuerzo de la ventilación natural y cruzada para disipar las cargas internas elevadas y a la vez contribuir a la disipación de calor por estratificación. Los patios además proporcionaran una importante captación de luz y junto con los lucernarios conseguirán aumentar la luz natural y proporcionar un mayor grado de autonomía lumínica. Otro aspecto a destacar será el tratamiento de las cubiertas, con grandes superficies ajardinadas (unos 2.700 m² que suponen la reducción de la huella de CO_2 en aproximadamente 2.169 Tn/año) y con plantas aromáticas y terapéuticas.

Eficiencia energética

En cuanto a las instalaciones cabe resaltar el diseño de acuerdo con una estrategia activa de alta eficiencia energética, buscando la utilización de energías renovables que reduzcan el uso de combustibles fósiles y las emisiones de CO_2 a la atmósfera y con la instalación de equipos de última tecnología con alto grado de rendimiento energético. Así, se instalaran placas fotovoltaicas en la planta cubierta y siguiendo con la solución ya implementada en la primera fase, el agua caliente sanitaria y de climatización (ACS y ACC) y el agua fría de clima (AFC) se obtendrán a partir de la conexión a la red urbana de distribución de calor y frío Districlima(*), red altamente eficiente y respetuosa con el medioambiente, que evita el haber de instalar equipos de producción (calderas y plantas enfriadoras) en propio Hospital.

(*) (http://www.districlima.com/es); (https://www.parcdesalutmar.cat/es/noticies/view.php?ID=629)

Todo el alumbrado será LED de alto rendimiento y con sistemas de control de luz en función de la luz natural y la presencia o no de personas. En zonas específicas también se instalará alumbrado con ciclo circadiano para generar confort a pacientes y profesionales.

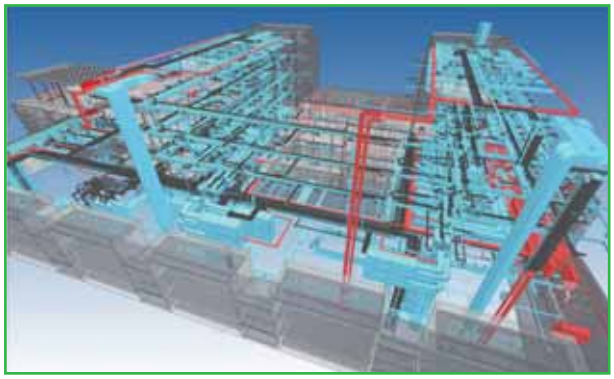
Climatización y ventilación

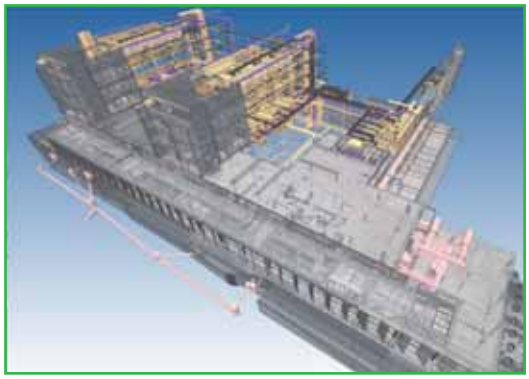
El Sistema de Climatización y Ventilación, si ya de por sí es un sistema de gran importancia y relevancia en cuanto a su diseño en entorno hospitalario, después de la experiencia de la COVID_19 todavía hace falta ser más exigentes, rigurosos y estrictos. Los climatizadores serán de alto rendimiento para la climatización de calor y frío de todos los espacios, con eficiencia de ventilación y garantizando y maximizando las renovaciones/hora según los usos de los espacios, por ejemplo, en aquellos con más afluencia de personas como salas de espera, salas de reuniones o comedores, para incrementar la descontaminación frente al COVID_19. El control de la calidad del aire se realizará mediante la instalación de sondas de CO2 y VOC (Compuestos Orgánicos Volátiles) situadas en el retorno general de los climatizadores.

Gestión técnica centralizada

Cobrará un gran importancia el Sistema de Gestión Técnica Centralizada de las Instalaciones (GTC) y Smart Buildings. Así se optimizará el rendimiento y el consumo de todos los sistemas vinculados, con mejoras sobre la conducción y optimización de los recursos y además se podrá garantizar en todo momento el cumplimiento de las condiciones óptimas de confort para usuarios y pacientes. Sobre este sistema de GTC se introduce un punto importante de innovación que consiste en la implementación de una red de sensores que medirán en continuo la calidad del aire interior (partículas y CO_2 principalmente), la radiación solar (térmica y lumínica), la temperatura y la humedad. Con estas mediciones en tiempo real se podrán cruzar estos datos ambientales con datos de afluencia y presencia de pacientes y mediante un sistema dinámico e interactivo se podrán generar avisos o alarmas y si es el caso, modificar ubicaciones y flujos de pacientes para minimizar riesgos de infecciones.

En el diseño del edificio también se han tenido en cuenta criterios de redundancia para garantizar la continuidad y la seguridad de todos los sistemas críticos, redundancia no solo en cuanto a doblar equipos sino también a doblar infraestructuras de soporte de las propias instalaciones.





Digitalización. Comunicaciones

Respecto a las infraestructuras de comunicaciones, se creará una red de altas prestaciones para soportar voz, datos de alta velocidad, datos de sensores IoT, imagen médica en alta definición, imagen del sistema de CCTV, imagen de IPTV, soporte masivo para la tele-asistencia y el teletrabajo, infraestructura de Red WiFi con capacidad para dar total cobertura a las diferentes redes de profesionales y de equipamientos de electromedicina, a la red específica para pacientes y familiares, y a la red para invitados. Por descontado, la infraestructura estará preparada para soportar 5G. También se implementarán sistemas de geolocalización de activos y sistemas de señalización e información electrónica y sistemas de navegación para ayuda a los pacientes dentro del Hospital y en la gestión de sus visitas.

Residuos

El Edificio también implementará sistemas específicos para el mejor tratamiento y gestión de los residuos, tanto a nivel de seguridad para el personal que lo debe manipular como para disminuir su generación, ya que otro aspecto al que nos enfrentamos con la COVID_19 es la gran cantidad de residuos de grupo III generados; en este sentido se está estudiando un sistema intra-centro de transformación de residuos de Grupo III y Grupo IV a Grupo II, mediante tecnología de calentamiento por microondas.

Diseño flexible

Ejemplos concretos relacionados con la experiencia de la COVID_19 , donde se aplica la flexibilidad en la transformación de los nuevos espacios, son las seis Unidades de Hospitalización ya que tal cómo se han diseñado, las circulaciones diferenciadas de por una parte pacientes/visitas y por otra profesionales, permiten que en caso de haberse de confinar una planta, se establezcan de forma muy fácil circuitos diferenciados de flujos limpio/sucio. Además se han dotado dos habitaciones con presión negativa y positiva. Otros ejemplos son la Unidad de Endoscopias y la Unidad del Dolor, que podrán ser fácilmente transformables en áreas para pacientes críticos con dos camas por box totalmente equipadas y los gabinetes de endoscopias (en la misma zona) que pueden adaptarse como quirófanos de baja complejidad. También la unidad de pre-ingreso quirúrgico se ha dotado para en un momento dado pasar a ser una área de observación y la Unidad de Neonatos tendrá polivalencia tanto para ser boxes individuales, como para pasar a ser ampliables y permitir que la madre se quede con el recién nacido y que incluso se puedan ubicar madre y partos múltiples.

Metodología BIM

Finalmente quiero resaltar que el presente proyecto se ha desarrollado (arquitectura e instalaciones) totalmente con metodología BIM. Este hecho permite el trabajo multidisciplinar colaborativo entre los diferentes técnicos que participan en el proyecto. Desde su inicio, con los arquitectos e ingenieros que han elaborado el proyecto ejecutivo (Arquitectura: Pinearq – Brullet – De Luna, Ingeniería: PGI), siguiendo con los técnicos del Servicio de Ingeniería y Obras del propio Parc de Salut Mar que han efectuado las revisiones y validaciones, a cuando se pase a la fase de ejecución y pasen a añadirse y a intervenir los técnicos de los diferentes contratistas, donde se podrá discutir conjuntamente de una forma más fácil sobre el modelo 3D, ya que sobre él se pueden hacer simulaciones, modelado y extrapolaciones de las diferentes posibilidades o variantes de ejecución de una solución y por tanto permite tener una mejor visualización para tomar decisiones de una forma más rápida, económica y segura, aumentando el nivel de eficiencia. Esta forma de trabajar además aumenta el nivel de coordinación y propicia que la información esté permanentemente actualizada, disminuyendo notablemente los errores y las incidencias.

El disponer del proyecto y finalmente de toda la documentación “as built” en modelo BIM, también facilitará la fase de puesta en marcha y la posterior conducción y mantenimiento del Edificio. Además, se generará un gemelo digital del Hospital, sobre el que se representan todos los valores de los sensores IoT y nos permitirá hacer simulaciones del funcionamiento y comportamiento en sí de las instalaciones y los materiales del edificio, pero también, y muy importante, visualizar el Hospital como un sistema vivo en el que se integran los flujos de pacientes y sobre el que podemos simular comportamientos ante situaciones futuras.

Si el trabajo colaborativo multidisciplinar entre diferentes profesionales asistenciales y no asistenciales ya fue sin duda la clave del éxito para salir adelante en la primera ola y en las sucesivas de la pandemia, también lo será, sin duda, en la consecución del nuevo Hospital del Mar.

Laia Solé (laiasole@biorem.cat)
Ingeniera Industrial Máster en ingeniería biomédica
Caterina Vidal (caterinavidal@biorem.cat)
Ingeniera Industrial Máster en ingeniería biomédica
Biorem, biomedical engineering

Previsión de tecnologías *smart* en los proyectos de obra de hospitales

El artículo analiza las tecnologías médicas smart existentes en el mercado o previsibles en un futuro cercano, y que pudieran ser de interés para los clínicos y los profesionales de procesos de soporte, con el fin de prever y dotar las infraestructuras del proyecto de ampliación y reforma del hospital Juan XXIII de Tarragona de los elementos suficientes para poder instalar dichas tecnologías médicas smart en el futuro con los mínimos trabajos de obra.

El Joan XXIII es un hospital terciario universitario de referencia de 200 camas, con todas las especialidades médicas y quirúrgicas, UCIs adulta y pediátrica, y tras el proyecto contará con un bloque quirúrgico de 14 salas de operaciones, un bloque de cirugía ambulatoria de 6 salas, así como con servicios completos de imagenología, intervencionismo y medicina nuclear.

TECNOLOGÍAS MÉDICAS SMART

Las tecnologías médicas *smart* se caracterizan, en base a sus requerimientos, por tener múltiples *impulsores;* y, por su diseño, por contener varios medios técnicos: (ver figura 1).

Desde la ingeniería biomédica, no existe un umbral fijo que determine si un hospital es o no es *inteligente.* Cuantas más tecnologías médicas *smart* de impacto real en los impulsores tenga dicho hospital, más inteligente lo consideramos. Pero cada hospital debe hacer su camino hacia el objetivo de hospital *smart* y trazar su estrategia en modo de objetivos, calendario e indicadores de medida de impacto *smart.*

El análisis de los procesos internos del hospital y de los requerimientos funcionales a los que se puede dar respuesta con alguna tecnología médica *smart,* disponible o previsible, es fundamental para decidir incorporar o no dicha tecnología al proyecto del hospital nuevo.

Con este artículo queremos contribuir a la idea de que las tecnologías *smart* deben ser la solución y no el problema. Y para ello, nos enfocaremos a dar visibilidad al proceso de proyecto de las infraestructuras sanitarias que darán cabida a las tecnologías en cuestión, con el objetivo de facilitar y reducir problemáticas previsibles en el proceso de su entrada.

El impacto de los requisitos arquitectónicos y/o de suministros es muy dife-

	IMPULSORES			
MEDIOS	SERVICIOS E INTERACCIÓN CON EL PACIENTE	PROCESOS DE ATENCIÓN	LOGÍSTICA Y SERVICIOS DE SOPORTE	ORGANIZACIÓN Y DISEÑO DE LA CAPACIDAD INSTALADA
TECNOLOGÍA MÉDICA	Telemedicina Serious games AR/ VR AI: ROBO-doc IoT Wearables	Robótica intraquirúrgica Impresión 3D Telemedicina **Integración quirúrgica**	IoT	Impresión 3D IoT **Integración quirúrgica**
INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURA	**Monitorización y reducción del ruido** **Iluminación circadiana y domótica**	IoT Wearables **Integración quirúrgica**	Señalización digital Drones **Sistemas de almacén general y logística** **Sistemas de transporte de material (vehículos autoguiados)**	**Control de accesos** Gestión de colas Asistencia visual y acústica IoT **RTLS** **Integración quirúrgica** **Sistemas de almacén general y logística**
INFRAESTRUCTURAS Y OPERACIONES IT	**Iluminación circadiana y domótica** AI: ROBO-doc IoT Wearables **RTLS**	Robótica intraquirúrgica IoT Wearables **Integración quirúrgica**	Drones IoT	**Control de accesos** Gestión de colas Asistencia visual y acústica IoT **RTLS** **Integración quirúrgica**
GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN	AI: ROBO-doc IoT Wearables **RTLS**	Robótica intraquirúrgica IoT Wearables **Integración quirúrgica**	**Sistemas de almacén general y logística** **Sistemas de transporte de material (vehículos autoguiados)** IoT	Control de accesos IoT **RTLS** **Integración quirúrgica**

Figura 1. Impulsores y medios de tecnologías médicas Smart.

rente según las diferentes tecnologías *smart;* hay un rango amplio de estas tecnologías que no comprometen obras finalizadas. Entre éstas, se encuentran las soluciones tecnológicas cuyos prerrequisitos se limitan a conexiones inalámbricas, desarrollo de software y/o incremento de elementos electrónicos de los sistemas IT.

Tecnologías médicas *smart* sin (o casi) prerrequisitos en obra son, por ejemplo, los equipos de telemedicina, las impresoras 3D, los dispositivos de pequeño tamaño como pulseras, chips pegados a la piel u otros *wearables.* Con lo que, si la tendencia es aumentar el número de datos recolectados, se deberán poseer potentes diseños de interconexión, algoritmos de análisis y elementos de decisión que hagan de toda la recolección de datos una acción útil e indispensable capaz de mejorar los diagnósticos y experiencia del usuario. Esta familia de tecnologías médicas *smart,* orientadas a la experiencia clínica del paciente pero con pocos requisitos de obra, incluye sistemas y equipos robotizados dotados de inteligencia artificial. Los *serious games,* la realidad virtual y aumentada, pueden ayudar in-situ a entender síntomas, realizar diagnósticos y terapias, planificaciones, facilitar la comprensión y aumentar la información de calidad entregada al paciente.

LA UCI DE LA AMPLIACIÓN DEL HOSPITAL JOAN XXIII

Diseñar un servicio de cuidados intensivos *smart* es elegir unas coordenadas dentro de un espacio muy amplio de posibilidades de integración de señales de todos los orígenes, monitorización de las mismas y gestión también de dichas señales de forma activa. En este hospital, se analizó el funcionamiento de acuerdo a las necesidades clínicas, se determinaron los requerimientos de comunicación entre dispositivos, y se decidió una solución modular y única para su caso.

Para empezar el proyecto *smart* UCI desde las necesidades, nos centramos en la integración de señales de dispositivos médicos, domóticos y de sistemas informáticos desde la visión clínica, lo cual nos permitirá controlar todos los subsistemas necesarios dotando de un componente *smart* al servicio.

Construimos el concepto de *smart* UCI sobre cuatro sistemas fundamentales que conectarán entre ellos, de forma uni o bidireccional:

- monitorización de equipos biomédicos;
- sistema departamental y de gestión centralizada de alarmas;
- sistema de interacción con la infraestructura; y
- sistema de indicadores de parámetros ambientales.

Este planteamiento es escalable porque cada sistema lo podemos desgranar en subsistemas de actuación más específicos, y a la vez nos permite trabajar con una filosofía de máximos para prever en fase de diseño todos los requerimientos de instalación de la *smart* UCI que se deben dejar en obra.

El sistema de monitorización

Lo conforman los equipos de electromedicina que generan datos y parámetros de interés para trazar, prever y analizar la evolución del paciente. En el box de la UCI el paciente se conecta al monitor de constantes, al ventilador mecánico, bombas de infusión o de jeringa, máquina de hemodiálisis, equipo de ECMO, la cama clínica eléctrica para UCI, etc. También genera datos, a la vez que tiene conexión al sistema de información del hospital, el ordenador de trabajo del personal médico a pie de cama.

Todos estos equipos se deben conectar a la red IP para intercambiar información. La tendencia de la tecnología para los equipos biomédicos es incluir *wifi* pero, por razones de seguridad y de diseño, algunos equipos se conectan todavía mediante toma RJ-45 o incluso puerto serie. Todos estos equipos requieren de tomas de RJ-45 dentro del box y cerca del paciente.

Estos datos –los de los equipos biomédicos– viajarán cada uno hasta su propia central de monitorización correspondiente. Esta conexión, por temas de seguridad, es imprescindible. Las centrales necesitan puntos de datos para conectarse y sus pantallas de visualización continua se ubican en el control de enfermería.

Departamental y gestión de alarmas

El sistema de gestión departamental recoge los datos numéricos y curvas provenientes de los equipos para hacer análisis de los mismos y crear avisos médicos. Permite comunicarse con los sistemas de información, otros servicios, e incluir los datos en la historia clínica del paciente. Esta gestión permitirá mostrar los datos en el control de enfermería, y/o en los periféricos oportunos, procesarlos de forma gráfica o realizar predicciones con el objetivo final de ayudar al personal asistencial a va-

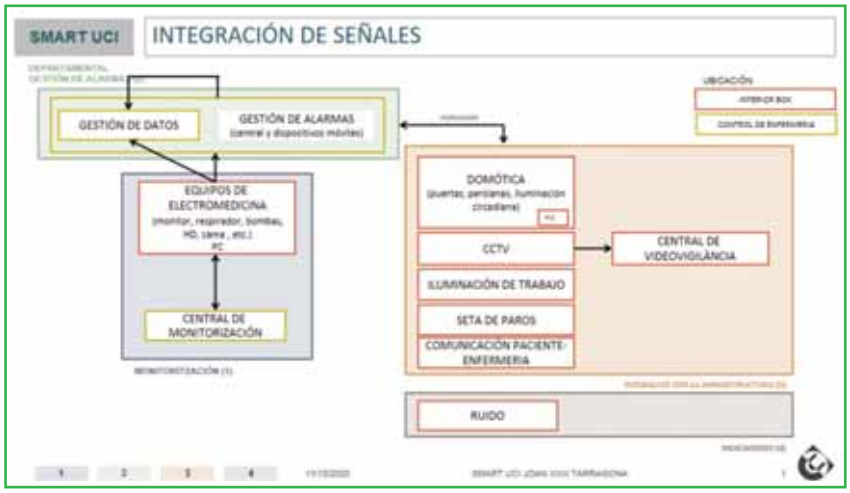


Figura 2. Diagrama conceptual genérico para una smart UCI.

Figura 3. Tomas en la columna de suministros cerca del paciente.

lorar la situación en tiempo real del paciente. Además, sin instalación añadida, pero con aplicaciones informáticas específicas, el sistema de gestión departamental se puede completar con sistemas de inteligencia artificial (meta-análisis de datos).

Por otro lado, el sistema de gestión de alarmas de la unidad de críticos recoge los datos de las alarmas emitidas por los equipos de electromedicina y otras fuentes de generación (como el sistema de aviso de paciente-enfermera) y las replica en periféricos. En el subsistema de gestión de alarmas existen alternativas como:

• una central de visualización de las alarmas de todos los sistemas (de equipos médicos, cámaras, domótica, etc);
• sistema de distribución de alarmas a pequeños dispositivos individuales, similares a un móvil, destinados a cada asistencial del servicio, llegando a evitar 3 turnos del responsable de visualización de las centrales de alarmas fijas del control de enfermería.

Todos los dispositivos instalados para cumplir estas funciones deberán tener acceso a los datos emitidos por los equipos biomédicos en uso.

Interacción con la infraestructura

El sistema permite, a partir del análisis de los datos biomédicos generados por el paciente, activar otros subsistemas para facilitar, adaptar o alertar al personal. Si en un box, el sistema de monitorización de paciente recibe señales compatibles con parada cardiorrespiratoria, la conexión con el subsistema de domótica puede actuar sobre la puerta del box, las persianas, las cámaras de seguridad o el sistema de iluminación. Estas interacciones se deben plantear en la fase de diseño para facilitar su instalación.

La comunicación paciente-enfermera permite enviar notificaciones al personal asistencial y establecer comunicación por voz. Se ha de prever la posibilidad de que interactúe con el subsistema de gestión de alarmas y domótica.

Finalmente se incorpora en la gestión de señales domóticas el sistema de indicadores. Estos elementos nos proporcionan valores sobre la calidad del ambiente. Tanto sea el de indicación con un gradiente lumínico si sobrepasa el límite prefijado, como de temperatura, humedad, etc.

LOS QUIRÓFANOS DE LA AMPLIACIÓN DEL HOSPITAL JOAN XXIII

En el proyecto del nuevo bloque quirúrgico del Joan XXIII el análisis de necesidades se cruzó con un *benchmarking* amplio de las tecnologías, existentes en el mercado o con un tiempo aceptable de desarrollo, y se eligieron las que ofrecían mejor relación esfuerzo-impacto.

Interacción asistencial con el paciente

Se incluye la monitorización continua de las constantes vitales del paciente. Se prevé incorporar al paciente un *wearable* al inicio del proceso quirúrgico capaz de monitorizar las constantes vitales del portador para controlar la evolución del paciente durante todo el proceso quirúrgico (se podría usar incluso en espacios exteriores al Hospital para realizar un seguimiento domiciliario). También se prevé complementarlo con un sistema de tracking y localización mediante la adaptación RFID o *bluetooth* de la pulsera, para hacerla emisora, y el despliegue de la infraestructura de *gateways,* receptores, capaces de triangular la geolocalización. Esta información es útil para actualizar información a familiares y clínicos, monitorizar el proceso y leer tiempos quirúrgicos. El proyecto ejecutivo de instalaciones prevé las instalaciones necesarias para la ubicación y alimentación de estas tecnologías de *trackeado.*

Procesos de atención

Son varias las tecnologías *smart* presentadas en la Figura 1 que impactan en los procesos de atención al paciente en el entorno quirúrgico y se han incluido en el proyecto que comentamos: la impresión 3D para modelos quirúrgicos y presentación al paciente, previsión de *wearables* para *trackeado* y seguimiento de constantes (ver párrafo anterior), uso de la telemedicina (videoconferencia y transmisión de imágenes) a través del proyecto de integración que se presenta en el punto 4, y finalmente, incorporación de robots quirúrgicos.

Los robots con finalidades terapéuticas dentro del entorno quirúrgico están especializados en la ejecución de procesos mecánicos de elevada precisión; existen robots específicos para cirugía laparoscópica en urología, ginecología, traumatología y neurología, entre otras subespecialidades. En general, están compuestos por los brazos o componente ejecutora en contacto con el paciente, más la consola de tele-operación de dichos brazos, dirigida por el profesional quirúrgico y finalmente los dispositivos de visualización propios del sistema. Las tendencias actuales del mercado apuntan a la compactación y modularidad, de modo que la previsión en proyecto se ve favorecida porque no se deben preservar grandes reservas de espacio ni de consumo eléctrico. Tampoco el proyecto debe incluir previsiones en obra para nano-robots o micro-robots, cuya incorporación no afecta a las condiciones físicas de las salas.

En el otro extremo en cuanto a reserva de espacio y pre-instalaciones, están los sistemas robotizados de imagen avanzada, para los cuales se debe hacer previsión en proyecto en cuanto a pesos a soportar en forjados y pre-instalaciones eléctricas y de climatización. Estos sistemas deberán incorporarse acompañados de un proyecto específico, ligado al modelo concreto a instalar.

Logística y servicios de soporte

El bloque quirúrgico es un gran demandante de personas y tareas de soporte a la intervención quirúrgica que garanticen el correcto y preciso funcionamiento. Esto ejerce una fuerte presión sobre los sistemas de aprovisionamiento y servicios auxiliares como fungibles, material médico-quirúrgico, prótesis, implantes, material específico y medicamentos. Por ello, la implantación de sistemas logísticos automáticos optimiza los procesos, tiempos y recursos de soporte, libera cargas, evita errores y es la base para una gestión del stock automática, pedidos mecanizados, trazabilidad, etc.

Otras tecnologías *smart* relacionados con el BQ que se pueden incorporar en el futuro sin condicionar el proyecto ejecutivo son sistemas robotizados y autónomos de desinfección mediante UV, un departamental del servicio de esterilización y el hardware asociado para realizar el control.

Organización y diseño de la capacidad instalada

De nuevo, son varias las tecnologías *smart* presentadas en la Figura 1 que impactan en el diseño y organización de la capacidad instalada en el entorno quirúrgico: en el proyecto que presentamos optamos por prever la inclusión futura de la mayoría de ellas (impresión 3D, IoT, inte-

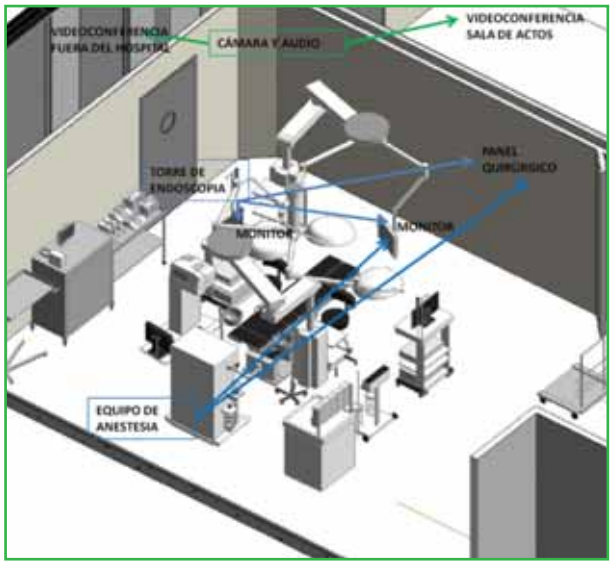


Figura 4. Esquema del viaje de señales dentro de la sala de operaciones.

gración de imágenes y datos intraoperatorios, *trackeado* de personas y materiales, automatización de procesos logísticos, etc). En general, estas tecnologías tienen una sencilla previsión en proyecto, que incluye tener en cuenta pesos, espacios y gran cantidad de alimentación eléctrica y de datos. Pero hay una tecnología cuya previsión en obra es compleja y afecta profundamente al proyecto arquitectónico y de instalaciones: la integración de imágenes y datos quirúrgicos.

El sistema de integración de imágenes y señales biomédicas avanzadas se desarrolla en una compleja red de conexión de equipos fuente y generadores, un despliegue de cableado, adaptadores y soporte para la transmisión de datos y los equipos receptores y visualizadores. Los equipos fuente son, en gran parte, equipos de electromedicina generadores de imagen clínica: torres de endoscopia, ecógrafos, angiógrafos, microscopios o neuronavegadores; también la cámara ambiental de quirófano o la de la lámpara quirúrgica e incluso el sistema PACS. El sistema también integra fuentes de datos como el HIS, LIS, equipos de anestesia, monitores de constantes, BEC, bombas de infusión, etc.

Para incluir sonido en la integración se debe instalar micrófonos en el interior del quirófano. Estas imágenes y sonidos viajarán hasta dispositivos de visualización dentro del mismo quirófano (monitores suspendidos de las columnas de suministros o embebidos en el perímetro de la sala de operaciones), en otra sala del bloque quirúrgico, en un espacio del Hospital o incluso fuera de la ciudad, país o continente. Este sistema favorece la tele-asistencia, el soporte remoto mediante videoconferencias, la formación y la divulgación.

Todo esto no se podría sustentar sin sistemas de información clínica informatizados, capaces de recoger todos los datos relevantes para la Historia Clínica del paciente con una interfaz agradable para el usuario. En términos de equipamiento podemos fortalecer el proceso implantando sistemas informáticos en los quirófanos, ordenadores, para el registro de datos y trabajo de enfermería.

En el proyecto del nuevo BQ del Hospital Joan XXIII se ha previsto incorporar un sistema de integración con diferentes niveles de complejidad. Cada nivel se asocia a una profundidad de integración o funcionalidades disponibles; así, las preinstalaciones necesarias y el hardware de soporte también son proporcionales a la complejidad del acto quirúrgico. En global, para todo el BQ, se ha previsto garantizar un circuito libre de paso de una gran cantidad de cableado desde los puntos de origen de datos hasta los puntos finales de visualización pasando por el rack, espacio para instalar componentes de transmisión y adaptadores de señales así como espacio físico para instalar la sala de servidores. Aunque se prevé la implantación de los departamentales, éstos no han condicionado el proyecto ejecutivo ya que carecen de un impacto en preinstalaciones.

Figura 5. Ejemplo de subestructura de anclaje entre el forjado y la platina de ancoraje de la columna de suministros.

Impacto de las tecnologías smart en la redacción del proyecto y la previsión del desarrollo de la obra

Para el bloque quirúrgico del Hospital Joan XXIII apostamos por unos quirófanos terminados y cerrados al máximo desde la fase de obra. Los plafones de pared se pueden instalar en fase de obra dejando perforados los espacios, dimensionados para alojar los monitores de visualización murales y las ventanas. Es necesario que las instalaciones lleguen hasta el punto de uso. Esto se puede realizar por todo el perímetro del quirófano a excepción del sitio de trabajo de enfermería y zona de control. En este caso se puede dejar la franja pendiente de cerrar, con otro material si fuera el caso, posterior a la instalación de todos los controles de iluminación, gases, persianas, temperatura, etc.

Y similar con los techos de las salas de operaciones. Si se ha previsto con antelación, la obra se puede cerrar antes de la adquisición y recepción del equipamiento de instalación a techo, como las lámparas quirúrgicas o columnas de suministros. Si bien es cierto que estos equipos necesitan de una sujeción robusta, debido a su peso y al momento que transmite, la obra puede dejar una estructura de soporte entre el forjado y el falso techo para que el proveedor adjudicatario del equipamiento pueda instalar ahí su placa de ancoraje. La subestructura deberá permitir el paso de conductos de gases y tubos corrugados para posteriormente pasar el cableado que se ha quedado en la entrada de cada quirófano.

Esta metodología proporciona muchas ventajas de tipo constructivo, de calidad y tiempos. Pero se debe invertir el suficiente esfuerzo en la fase de diseño para definir el número y ubicación de las lámparas y columnas de suministros para cada quirófano, cuáles serán las principales fuentes de imagen, datos y audio, los receptores y visualizadores de imágenes y video dentro del quirófano sobre todo los perimetrales. Todo ello con la intención de dejar las preinstalaciones previstas y ubicados hasta el punto de uso.

Laura-Andrea Gómez (lauraandrea.gomez@salud.madrid.org)
Jefe de Servicio Técnico de Ingeniería y Mantenimiento
Hospital Universitario de Móstoles
José Rincón (jose.rincon@airliquide.com)
Director Delegación Centro Medgas
Air Liquide Healthcare España

Aplicaciones IoT en la gestión hospitalaria

En el presente artículo, se presenta un caso de éxito de cómo la tecnología IoT (Internet of Things) se ha aplicado en el Hospital Universitario de Móstoles para facilitar la gestión de las botellas de oxígeno medicinal en un contexto tan exigente como el de la pandemia del COVID-19.

Introducción

En los últimos meses, debido a la alta presión asistencial generada por el impacto del COVID-19, los hospitales españoles se han enfrentado a una complicada situación, en la que el oxígeno medicinal se ha convertido en un elemento esencial para paliar los efectos del virus. Por este motivo, y debido también a la habilitación de nuevas áreas para alojar a pacientes con patologías respiratorias, el stock de botellas en los hospitales ha crecido de forma muy considerable, requiriendo un sobreesfuerzo tanto a los proveedores de oxígeno medicinal desde el punto de vista del suministro, como a los centros hospitalarios desde el punto de vista de la gestión y distribución de botellas dentro del propio hospital. Todo ello con el objetivo prioritario de que todos los pacientes pudieran disponer del oxígeno necesario para tratar su patología.

Es a la hora de afrontar retos como estos, donde la tecnología puede aportar soluciones y alternativas que permitan seguir asegurando la excelencia en el servicio y el suministro, mientras se da respuesta a un incremento de la demanda cuando no se dispone de capacidad para aumentar los recursos disponibles.

Las aplicaciones IOT (Internet of Things) están cada día más presentes en el desarrollo de la actividad en cualquier ámbito. Sin embargo, su aplicación en el sector sanitario, especialmente en la gestión técnica de las instalaciones, todavía no se está utilizando masivamente, por lo que aún queda mucho camino por recorrer. En el Hospital Universitario de Móstoles se ha implantado con total éxito un sistema para el control y seguimiento de las botellas de oxígeno, bien escaso y necesario frente al COVID-19.

Contexto

A lo largo del año 2019, el Servicio de Mantenimiento e Ingeniería del Hospital Universitario de Móstoles, desplegó junto con la empresa Air Liquide Healthcare, un sistema inalámbrico para la monitorización, tanto de la localización como del nivel real, del fluido de las botellas de oxígeno distribuidas tanto en el edificio principal del hospital, como en el Centro de Especialidades "Coronel de Palma", dependiente del propio hospital y ubicado a dos kilómetros del mismo.

Este proyecto, el primero de este tipo llevado a cabo por Air Liquide Healthcare en Europa, supuso el despliegue de un total de 13 gateways o balizas

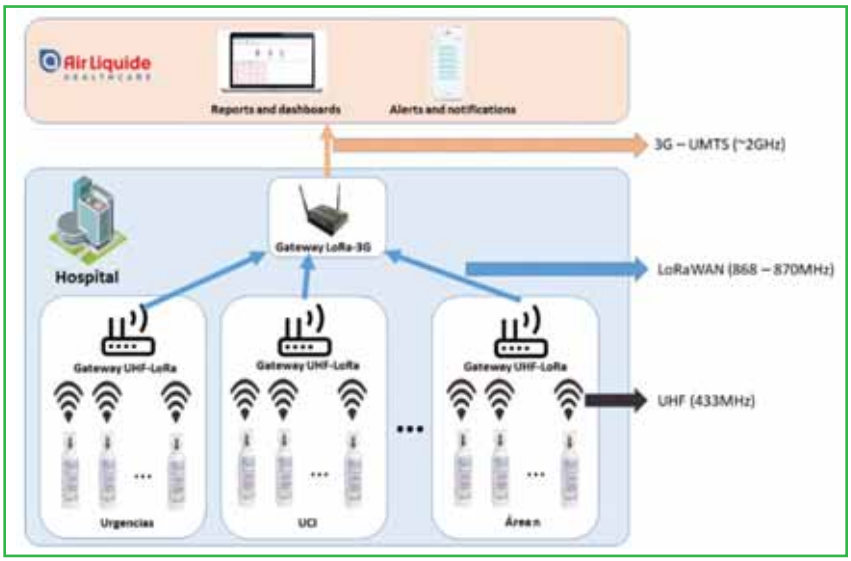


Figura 1. Arquitectura del sistema.

de monitorización en distintas áreas del hospital.

Con este sistema de balizamiento, es posible disponer de una aplicación que permite en tiempo real ver el estado del parque de botellas del hospital.

Como es lógico, el objetivo inicial del sistema no contemplaba la gestión de una pandemia como la del COVID-19, sino que más bien se orientaba a poder evaluar el consumo de oxígeno en las distintas áreas del hospital, así como la optimización de la gestión de botellas, tratando de asegurar que siempre hay botellas disponibles cuando se requieren y, especialmente, identificando puntos de mejora en la gestión del stock (zonas con exceso de botellas, zonas con riesgo de quedarse sin stock, etc.).

Llegada de la pandemia

No obstante, la llegada de la pandemia cambió las condiciones iniciales del proyecto incrementándose la demanda de botellas de forma exponencial; por lo que las mismas se convirtieron en uno de los activos más importantes y demandados del hospital. A ello, hay que añadir que, como medida sanitaria, se aislaron ciertas áreas consideradas como de alto riesgo en ese momento y, por consiguiente, se dejaron de hacer los controles físicos que se venían haciendo de forma habitual.

Todos estos problemas, hicieron que el poder disponer de una herramienta que facilitara una visión en tiempo real de la distribución de botellas en el hospital, incluyendo sus niveles de oxígeno reales, se convirtiera en una ayuda fundamental para la gestión de la crisis.

En este contexto, desde el Servicio de Mantenimiento e Ingeniería del centro, con la colaboración de Air Liquide Healthcare, se empezó a trabajar en distintos puntos:

• *Redistribución de botellas:*
Se analizaron los puntos donde se disponía de botellas con muy baja rotación (por ejemplo, el Centro de Especialidades) o sin consumo durante largos periodos de tiempo (botellas "perdidas"), para su reubicación en aquellas zonas con mayor necesidad.

• *Informes de distribución de botellas:*
A fin de ofrecer información de valor a los equipos asistenciales y aumentar su nivel de tranquilidad y confianza en cuanto al suministro de oxígeno, se generaron informes de distribución y niveles restantes de botellas al inicio de los distintos turnos.

Todo ello con el objetivo último de que todos los pacientes dispusieran del oxígeno que requerían para tratar sus patologías en un contexto de escasez de recursos y de altísima presión asistencial.

Lecciones aprendidas

Tras la experiencia vivida en los últimos meses, entendemos que es el momento de extraer ciertas conclusiones en el contexto del presente proyecto, pudiendo destacar las siguientes:

• *La tecnología puede ser nuestra aliada:*
En un entorno como el actual, en el que los centros sanitarios se ven abocados a un futuro en el que tener que atender una presión asistencial cada vez mayor con unos recursos limitados, la tecnología puede ser una aliada que permita desarrollar herramientas para que los profesionales del mundo de la salud puedan desarrollar sus tareas de forma más eficiente y productiva. Ello permitirá dedicar más tiempo a lo que realmente es importante, "cuidar y atender a los pacientes" y menos en tareas logísticas, como, por ejemplo, revisar las botellas de oxígeno disponibles o notificar la necesidad de reponer alguna.

• *El valor de la anticipación:*
En contextos como el de la pandemia que hemos sufrido, poder disponer de información en tiempo real, puede ser la diferencia entre llegar a tiempo o llegar tarde. Nuestro sistema sanitario ha demostrado una extraordinaria capacidad de reacción, pero no debemos conformarnos y debemos seguir trabajando en disponer de sistemas y herramientas que nos permitan actuar con anticipación. En este caso para algo tan esencial como la detección de forma anticipada de que una botella va a agotarse antes de que el personal asistencial lo notifique, o bien poder predecir el número de botellas que se necesitarán en cualquier momento; por ejemplo, para prever el consumo de botellas por la tarde en base a la monitorización del consumo de por la mañana, es imprescindible disponer de herramientas que nos den información en tiempo real.

A nivel global, no cabe duda de que el futuro del mundo de la salud presenta grandes retos, pero si esta crisis nos ha demostrado algo, es que la innovación y la capacidad de adaptación son nuestros mejores aliados para hacer frente a los desafíos que tenemos por delante.

Figura 2. Elementos del sistema: Botellas TAKEO . Gateways UHF.LoRaWAN . Gateway LoRaWAN-4G.

Alberto Castella (Alberto.Castella@vertiv.com)
Ingeniero de Telecomunicaciones
Director Comercial
Vertiv

El Hospital Inteligente: mantenimiento en el CPD

Los avances en la digitalización en general de las actividades humanas han sido noticia en los últimos tiempos. La pandemia, y los confinamientos que ha provocado, han acelerado este proceso en la Sanidad. El crecimiento exponencial de datos a procesar conduce a una cada vez mayor dependencia de los centros donde se reciben, almacenan y procesan, y hace más crítica la necesidad de asegurar su disponibilidad mediante un mantenimiento programado y riguroso que maximice la calidad y fiabilidad de funcionamiento de la infraestructura que lo soporta.

La digitalización y la dependencia de los datos

En estas últimas décadas, la tecnología se ha ido introduciendo progresivamente en el ámbito de la salud, y especialmente la aparición de la Covid-19 ha promovido una aceleración destacada de la digitalización de la Sanidad. El año 2020 ha marcado un antes y un después.

Figura 1. Digitalización del diagnóstico por imagen.

Por ejemplo, el uso de la telemedicina ha crecido exponencialmente en este último año, sobre todo una de sus ramas: la teleconsulta, ante las dificultades de acudir presencialmente a centros de salud y hospitales. Se estima que, en los próximos años, la mayoría de hospitales y centros sanitarios van hacer un uso generalizado de este tipo de atención médica virtual.

Por otro lado, el desarrollo del «Internet of Things» (IoT) está propiciando la creación de nuevas herramientas de gestión hospitalaria y de diagnóstico. Con el uso de tecnologías relacionadas con el tratamiento y procesamiento de datos (big data) se manejan cantidades enormes de información. Un ejemplo son los wearables, pulseras inteligentes y otros dispositivos de monitorización portátiles, que se están desarrollando paralelamente, mejorando la prevención y tratamiento de muchas enfermedades. Sin duda, nuevas tecnologías estarán presentes en un futuro próximo.

Edge Computing, 5G, IoT, son palabras, tecnologías y conceptos que hace 5 años apenas se conocían y que ya forman parte de nuestra realidad. Se estima que en la próxima década todos los hospitales, centros de salud y centros especializados, contarán con un mayor nivel de digitalización en sus actividades de atención médica, gestión y mantenimiento. Las inversiones en este sentido serán muy importantes, favorecidas por la aplicación de los fondos de recuperación europeos, que en sus objetivos apoyan claramente este tipo de inversiones en digitalización de procesos que se traducirán en un aumento de la eficacia operativa.

El crecimiento exponencial de datos a procesar conduce a una cada vez mayor dependencia de los centros donde se reciben, almacenan y procesan los datos, y hace más crítica la necesidad de asegurar su calidad y fiabilidad de funcionamiento.

El cerebro del Hospital Inteligente

El Centro de Proceso de Datos (CPD) y su red de distribución constituyen el centro neurálgico del hospital moderno. No solamente las aplicaciones administrativas de admisión, facturación, gestión y las aplicaciones del departamento de gestión técnica de instalaciones, mantenimiento y servicios generales, dependen de la red de datos, sino también cada vez más aplicaciones médicas para el cuidado de pacientes, diagnóstico, farmacia, etc. tienen un crecimiento exponencial.

Figura 2. Sala CPD (cubo) con cerramiento de pasillo.

Figura 3. Racks de servidores.

Es por ello que los CPDs de los hospitales y servicios de salud están en continua evolución, ampliación y actualización lo cual conlleva que la potencia eléctrica necesaria es cada vez mayor y en consecuencia la disipación térmica del equipamiento informático y electrónico también. En un CPD, desde el punto de vista del equipamiento activo que consume energía, se pueden diferenciar dos grandes bloques:

La Carga IT, formada por los equipamientos informáticos de almacenamiento y proceso de datos, es decir los servidores, sistemas de almacenamiento, sistemas de comunicaciones, etc.

La Carga no IT, formada por el resto de sistemas que dan soporte a esa carga IT: sistemas de iluminación, control de accesos, control y extinción de incendios, etc. Y de forma destacada, los sistemas que garantizan su funcionamiento, tanto por continuidad eléctrica como por aseguramiento de condiciones ambientales. A estos últimos sistemas se les conoce generalmente como infraestructura crítica del CPD y lo protegen de sus máximos enemigos a este nivel:

– Un fallo de alimentación eléctrica, en forma de microcorte o corte, provoca no solo la caída del servicio sino problemas derivados en procesos y bases de datos no cerrados ordenadamente

– Un fallo de la gestión del calor disipado provoca el paro de los servidores por sobretemperatura y por ello el paro del CPD y los servicios soportados.

No sucede con frecuencia, pero cuando sucede una caída del CPD, sea por unos segundos, unos minutos o unas horas, los efectos pueden ser devastadores, especialmente si hay procesos clínicos o intervencionistas que se pueden ver afectados por la falta de datos, imágenes, o comunicaciones.

Y así como el grado de concienciación sobre la criticidad en los grandes centros de datos ya sean de co-location o corporativos (públicos o privados) es enorme, donde quizás el grado de madurez esté un paso por detrás es en las instalaciones de menor capacidad o potencia como son los CPDs hospitalarios. Sin embargo, la avalancha del Edge Computing irá progresivamente convirtiendo esas mini o micro-ubicaciones en instalaciones con un grado de criticidad similar al de los grandes CPDs y no quedará más remedio que adoptar, a su escala, todas las mejores prácticas en cuanto a disponibilidad: arquitecturas fiables con cierto nivel de redundancia, equipamientos de la máxima calidad y fiabilidad (por ejemplo de construcción modular con redundancia implícita), y el mantenimiento adecuado (preventivo y correctivo) que minimice las averías y el tiempo de inoperatividad.

La infraestructura crítica del CPD puede fallar

La infraestructura crítica del CPD al que protege de los fallos de alimentación y de paros por sobretemperatura está compuesta fundamentalmente por:

– los sistemas de alimentación ininterrumpida (SAIs), que aseguran el suministro eléctrico a los equipos informáticos o carga IT (servidores, almacenamiento, comunicaciones y

– los sistemas de refrigeración de precisión, que aseguran una temperatura y humedad ambiente dentro de los parámetros operativos de los equipos IT.

Los SAIs son sofisticados sistemas electrónicos que, apoyándose en la energía almacenada en sus baterías, son capaces de asegurar no solo la calidad de la alimentación a la carga sino sobre todo su continuidad, proporcionando una autonomía de ciertos minutos en caso de fallo de alimentación aguas arriba, sea de compañía o a lo largo de la distribución interna en el edificio, autonomía que normalmente cubre el intervalo hasta que un grupo electrógeno asume el suministro de energía.

Figura 4. Interior de un SAI modular.

Figura 5. Unidad interior de climatización de sala.

Figura 6. CPD "Edge" con racks de servidores, climatización en la fila de racks, SAI modular.

Pero ese SAI, ese elemento crítico de protección, no es infalible. El envejecimiento de algunos componentes electrónicos como los condensadores de potencia, o el desgaste de piezas mecánicas como por ejemplo los ventiladores que disipan el calor de la circuitería electrónica y de potencia, o malos contactos en sus conexiones exteriores, son factores que inciden en la probabilidad de una avería que puede conllevar la inoperatividad del SAI. Por otro lado, el sistema de baterías, el corazón del SAI, puede también sufrir envejecimientos prematuros por diversas causas, internas o externas, que desemboquen en una menor capacidad de almacenamiento de energía y por tanto de autonomía en el caso de un fallo de red, o bien la aparición de celdas en circuito abierto que supongan directamente la falta de autonomía cuando se necesite.

Los sistemas de refrigeración de precisión, también llamados de gestión térmica, son equipos sofisticados y diseñados para funcionar 24x365. Para CPDs cuya potencia está en los rangos de un CPD hospitalario, se suelen ubicar dentro de la sala IT o en pasillos de servicio, impulsando aire frío al ambiente o al falso suelo para que sea absorbido por los servidores y les permita mantenerse en rangos de temperatura operativos. Las unidades interiores pueden ubicarse en la fila de racks, en la misma sala IT, o en pasillos de servicio adyacentes, y pueden utilizar agua refrigerada externamente o el efecto termodinámico de evaporación de refrigerante (expansión directa), o diversas combinaciones de lo anterior. Estos sistemas son grandes consumidores de energía en el CPD y sus diseños son cada vez más sofisticados, tanto aerodinámicamente como en su control.

Y aunque en este caso no hay componentes relevantes de electrónica de potencia, sí que contienen una cada vez más sofisticada electrónica de control y circuitería, así como muchos elementos mecánicos y electrónicos que pueden fallar (ventiladores, compresores, etc) y componentes fungibles como filtros o humificadores, que pueden alterar su correcto funcionamiento.

Mantenimiento del CPD

La redundancia, caso de haberla, en las arquitecturas de sistemas e instalaciones nunca proporcionará una disponibilidad del 100%. Por ello, el mantenimiento de la infraestructura crítica de la que depende el buen funcionamiento del CPD es fundamental, tanto de forma preventiva como correctiva en el caso de una avería.

En consecuencia, algunos aspectos de este mantenimiento que parecerían exigibles a los responsables de su prestación, serían entre otros:

• La especialización de los técnicos y el respaldo de los centros de I+D que diseñan y mejoran el equipo que, junto con su experiencia, actualización permanente y conocimiento en profundidad del equipo, permitan intervenciones eficaces y seguras.

• La disponibilidad de los recursos técnicos especializados para intervenir en caso de emergencia en un tiempo de respuesta adecuado y garantizado.

• La adopción de todas las medidas de seguridad y EPIs, y la formación continuada en PRL que permitan, especialmente en el caso de los SAIs por el inherente trabajo con tensiones elevadas en continua y en alterna, unas intervenciones sin riesgo para los técnicos o para el Hospital.

• La utilización de instrumentación de medida de calidad, específica y sobre todo calibrada periódicamente para asegurar la toma fiable de medidas y la adecuada toma de decisiones durante las intervenciones.

• La utilización de procedimientos estandarizados y de tecnologías innovadoras (por ejemplo, termografías para detección de puntos calientes en el equipo o sus conexiones).

• La disponibilidad rápida y la utilización de repuestos originales u homologados por el fabricante en las intervenciones preventivas y correctivas.

Figura 7. Intervención en un SAI por un técnico especializado.

• La disponibilidad de actualizaciones de software y firmware para un mejor funcionamiento del equipo, sea por durabilidad, control, o eficiencia energética.

• La configuración de lazos de control para adaptarlos a los cambios en el equipamiento de las salas, manteniendo a los equipos en sus regímenes óptimos de funcionamiento, algo esencial en el sistema de climatización, y evitando arranques y paradas continuados.

• La trazabilidad del producto en todo su ciclo de vida y la anticipación de obsolescencias (por ejemplo, planificando la sustitución del equipo antes de una eventual falta de repuestos o, algo relativamente frecuente en los equipos de climatización, por un cambio de normativa).

• La posibilidad de complementar, mediante un servicio de monitorización y diagnóstico remoto, la gestión de la infraestructura crítica que el hospital realice con sus propios medios.

A la vista de los requisitos anteriores, es obvio que el actor más cualificado que puede garantizarlos es el fabricante de los equipos, o un servicio técnico autorizado por el mismo.

Normalmente estos mantenimientos son externalizados por el Hospital y con demasiada frecuencia los contratos de outsourcing buscan reducciones de costes, que en algunos casos pueden lograrse con una lícita optimización de recursos, pero en otros puede incurrirse en riesgo por la aplicación de recursos escasos o poco fiables, sea por la preparación técnica de los actores, sea por la utilización de materiales de segunda categoría no avalados por la garantía del fabricante, sea por la falta de formación específica.

En el caso de la infraestructura crítica, en ocasiones se establece una relación contractual directa entre el Hospital y el Fabricante, y sin embargo en otras, y en tendencia creciente, se incluye la infraestructura crítica en el alcance de contratos más generalistas de "Facility Management" en los cuales ni el Hospital exige, ni el Mantenedor generalista incluye, la subcontratación al fabricante que garantice los aspectos clave mencionados que maximizan la disponibilidad y minimizan el tiempo de inoperatividad del CPD.

Conclusiones

Hemos visto a lo largo de este breve artículo cómo la digitalización y el IoT hacen cada vez más dependiente al Hospital del funcionamiento ininterrumpido de su cerebro, el CPD. Para maximizar su disponibilidad es necesario que la infraestructura crítica que los soporta no falle, y si falla, que su restablecimiento operativo sea lo más breve posible. Por ello debe confiarse su mantenimiento especializado al actor que mejor puede ofrecer las máximas garantías: el fabricante, sea de forma directa o indirecta a través de un mantenedor global. Si los procesos de contratación se aseguran de exigir documentalmente este respaldo operativo en las licitaciones, la continuidad del servicio sufrirá menos, y el cerebro del Hospital Digital operará a máximo rendimiento. Y si las infraestructuras críticas de su corazón, es decir los SAIs que protegen el área de UCIs y Quirófanos, son objeto de las mismas consideraciones al respecto del mantenimiento por la criticidad asociada de vidas humanas, el Hospital será plenamente operativo en sus funciones esenciales.

Figura 8. El Hospital Inteligente.

Gonzalo Pascual Alvarez (gpascual@inia.es)
Jefe del Servicio de Seguridad Biológica; Centro de Investigación en Sanidad Animal, INIA.
Director del Centro de Referencia de la FAO en Gestión del Riesgo Biológico en el Laboratorio
Francisco Javier Llorente Hernanz (franciscojavier.llorente@valtria.com)
Jefe de Proyectos en Valtria Engineering, S.A.
Mario Hernández Ricote (mario.hernandez@camfil.com)
Responsable del Sector Hospitalario en Camfil

Filtración HEPA para patógenos transmisibles por aerosol (SARS-CoV-2) en áreas críticas hospitalarias

La limitación de la carga biológica en el aire en forma de bioaerosoles en áreas hospitalarias singulares donde se ubican y tratan pacientes infectocontagiosos portadores de agentes biológicos aerotransportables, resulta crítica. La interposición de filtros HEPA como barreras biológicas de alta eficacia es el mecanismo de barrera estático para su control. Para garantizar un estatus óptimo en el mantenimiento de la aerobioseguridad, resulta fundamental su cualificación o comisionamiento tanto de inicio de actividad como de forma periódica, así como la evidencia verificable de los procesos de descontaminación previos a su retirada.

Bioaerosoles

William Firth Wells, entre 1934 y 1955, estudiando la forma de transmisión del agente biológico patógeno aerotransportable, *mycobacterium tuberculosis*, productor de la tuberculosis, estableció de manera generalista, dos tamaños de gotas dentro del mecanismo físico de la transmisión. Dividió las emisiones de gotitas respiratorias en gotitas "grandes" y "pequeñas".

En referencia al tamaño menor, los denominados núcleos de Wells o núcleos de gotitas, permanecen suspendidos en el aire durante largos espacios de tiempo manteniendo su condición infecciosa.

Trabajos recientes han demostrado que las emisiones de complejos goticulares generados en actos relacionados con las vías respiratorias inferiores, medias y superiores y que son implícitos a la vida y propios del ser humano, están formadas por gotas mucosalivales con trayectorias de emisión de corto alcance de tipo semibalístico de tipo aislado y por nubes de régimen turbulento multifase en alta humedad relativa y temperatura media, que agrupan gotas de diferentes tamaños. Son los denominados aerosoles.

Constituye un error establecer una frontera de 5 µm entre gotas y aerosoles. En USA, Los *Center for Desease Control and prevention,* CDC, en 1990 confundieron el tamaño de un patógeno, que puede penetrar en los pulmones llegando a los alvéolos (5 µm) e infectar (US EPA, 2020), con el patógeno que cae al suelo en 1-2 m (100 µm). En 2007 reconocieron el error (CDC, 2007), no así la OMS que ha mantenido la confusión hasta el año 2020 (WHO, 2020a).

El término bioaerosol se utiliza para describir partículas entre los 0.001µm - 100µm. Ya que solo una pequeña fracción son esféricas, las partículas irregulares se presentan con un diámetro equivalente. Actualmente, se encuentra claramente determinado que las gotículas balísticas se encuentran en tamaños entre las 100 µm a 1000 µm (Chen et al., 2020) cayendo al suelo a distancias entre 1 y 2 metros (Wells, 1934; Xie et al., 2007), mientras que un aerosol presenta un tamaño inferior a las 100 µm (Wells, 1934; Prather, 2020b).

Física del bioaerosol

Según la ley de Stokes, los bioaerosoles compuestos por partículas de 100 µm, presentan una vida media en suspensión de segundos, mientras que partículas con diámetros aerodinámicos de 10 µm, 3-1 µm y 0,5 µm, su vida media se corresponde con minutos, horas y días, respectivamente.

Además, las condiciones físicas y termohigrométricas ambientales en el punto donde se genera un aerosol, van a permitir su mantenimiento en suspensión en mayor o menor medida, evitando su rápida desecación.

Un parámetro adicional que profundiza en la potencia de las infecciones aerotransmitidas, se centra en las condiciones de viabilidad del virus en la atmósfera.

En 2011 y 2012, Yang et al., concluyen que la viabilidad del virus en un aerosol como medio de transporte se ve potenciado por el tanto por ciento de humedad relativa presente. Taylor and Tasi en 2018 concluyeron que humedades relativas inferiores al 40% posibilitan un incremento de la facilidad de supervivencia y por lo tanto de transmisibilidad por tres razones fundamentales:

– La desecación de las gotículas de gran tamaño.
– La resistencia a la desecación de determinados patógenos (Goffau et al. 2009; Stone et al. 2016) cuya supervivencia y viabilidad se incrementa en condiciones de baja humedad relativa.
– La debilitación de las barreras de las membranas mucosas y del sistema inmune (Kudo et al. 2019).

Sharfman et al., en 2016 y mediante fotografía de alta velocidad, demostraron procesos de fragmentación de distribución goticular en diferentes tamaños. Por otro lado, Asadi et al. (2019) descubrieron una alta varibilidad de individuos frente a la generación de número y tamaños de gotas al hablar.

En 2020, Anfinrud et al. (2020), verificaban esta situación y recientemente Bourouiba, centrándose en los factores de protección de las mascarillas autofiltrantes frente a SARS-COV-2, puediendo alcanzar distancias de 7-8 m mediante un estornudo.Basado en estos principios, Morawska y Cao (2020) destacaron que partículas virales contenidas en estas nubes pueden mantenerse y trasladarse a distancias de hasta 10 metros desde la fuente de emisión.

Ventilación

En ambiente interior, el riesgo de infección es 20 veces mayor que al aire libre (Nishiura et al., 2020; Qian et al., 2020), por lo que la ventilación natural o forzada se convierte en un factor extraordinariamente importante para el control de la trasmisión.

Pero de nuevo el tamaño de las gotas vehiculares de los patógenos aerotransmisibles es fundamental.

La ventilación por dilución y los diferenciales de presión atmosférica no interfieren de forma significativa en la transmisión aérea de las gotículas balísticas que caen con rapidez por gravedad y quedan retenidas en las superficies con mayor o menor afinidad. Pero sí es determinante en la propagación de los aerosoles, incluidas las gotículas de grandes dimensiones (100 µm) que reducen su tamaño en su proceso natural de desecación por evaporación, para convertirse en núcleos goticulares (Siegel et al. 2007).

Además, los sistemas de ventilación no eliminan la rápida caída de las gotículas grandes, pero crean flujos direccionales que permiten la movilización de los aerosoles.

Por otro lado es conocido dentro de los estudios para una correcta ventilación de interiores que el aire exhalado está normalmente más caliente que el aire ambiente, y se eleva (Chen et al., 2020). Esto ayuda a la dispersión de los aerosoles al aire libre.

En interiores la dispersión está limitada por el techo, y eventualmente ese aire vuelve a bajar al mezclarse el aire en el local. En consecuencia, no es posible explicar la gran diferencia en contagio entre ambientes interiores y al aire libre si la transmisión estuviera dominada por gotículas balísticas.

En interiores se observa un aumento de la probabilidad de infección de COVID-19 en espacios cerrados con poca ventilación (CDC, 2020a; WHO; 2020a). La ventilación tiene un gran impacto en reducir el nivel general de aerosoles en un espacio cerrado.

El peso específico de un sistema de ventilación forzada que favorecerá o dificultará la posibilidad aerotransmisibilidad y por lo tanto de infección, dependerá de los factores biológicos y físicos referenciados y de factores técnicos, como los de equipo, posición de sistema de ventilación en el espacio a ventilar, de la potencia que presenta, de la distribución del aerosol liberado, de la presurización positiva o subatmosférica diferencial de la sala (CDC 2005) y de la ventilación de captura de la fuente, entre otros.

Filtración HEPA

La presencia o no de filtración HEPA central o localizada asociada al sistema de ventilación, resulta ser pieza clave en el control del aire para espacios cerrados que presentan biopeligro.

Cajas de filtración HEPA H14 CAMFIL y montaje de VALTRIA, aire de extracción con agentes biológicos del Grupo de Riesgo 3 y 4. Imagen G. Pascual CSIC-INIA-CISA.

Descontaminación de caja y filtro

Para aquellas Instalaciones biocontenidas donde los filtros HEPA se encuentren colmatados y contaminados o posiblemente contaminados con agentes biológicos patógenos viables, con carácter previo a la retirada de un filtro y a pesar de que la instalación o caja de filtración esté dotada de un sistema de "cambio seguro" o sistema bag-in / bag-out, es recomendable la descontaminación previa del filtro y su monitorización microbiológica de forma que se garantice seguridad frente al riesgo biológico para técnicos, usuarios, instalación y en su caso, medioambiente. Esta necesidad, está recogida en diferentes normas o regulaciones internacionales actuales (Guía de aplicación INSST 2015 del RD664/87).

Cualificación microbiológica de la descontaminación

Toda descontaminación biológica, exige una cualificación microbiológica verificadora. Esta no es una práctica muy habitual en los sistema de filtración de alta eficacia colocados en áreas biocontenidas, o bien se realizan por los usuarios de forma incorrecta.

Las empresas que ofrecen sistemas de descontaminación de cajas de filtración por inyección de agentes biodescontaminantes, en régimen cerrado o abierto, desarrollan los ciclos de descontaminación con filtros limpios.

Esta condición constituye un error ya que no se repite en situación real de operación.

Cuando un filtro debe ser descontaminado es que se encuentra colmatado y debe ser sustituido. Las pérdidas de carga que demuestran los filtros HEPA o ULPA, cuando se procede al desarrollo de los ciclos con filtro, se corresponden con un status de limpio y difieren enormemente de las encontradas con filtros colmatados, por lo que los ciclos desarrollados y en consecuencia el comportamiento del agente descontaminante, no será igual. Por este motivo, siempre se debe verificar el proceso de descontaminación de forma microbiológica con el fin de garantizar la bioseguridad.

El modelo diseñado por el Servicio de Seguridad Biológica del CISA y ejecutado por Camfil, para cajas de filtración de espacios biocontenidos, permite la introduc-

ción segura de esporas en siembras estándar de mercado de *Geobacillus stearothermophilus* en poblaciones de 106 o superiores, posicionadas en diferentes puntos de forma que exista garantía de exposición y representatividad de los procesos de descontaminación.

Procedimiento de testeo físico. Ensayo de integridad

Asegurar la eficacia de un filtro o sistema de filtros HEPA, tanto de entrada como de salida de aire, en dependencia de si la instalación es conceptuada como estéril o libre de patógenos como biocontenida, constituye una prioridad para el mantenimiento del concepto de sala o espacio.

Conviene resaltar que este test físico permite la verificación de la eficacia del filtro ante un determinado tamaño de partículas y no de la eficiencia del sistema. Previamente, debería comprobarse la perdida de velocidad de aire circulante en filtro o pérdida de carga del filtro. El test obliga a la inyección de un aerosol de base aceitosa o aerosol atmosférico, polidisperso, con partículas de tamaño medio comprendido entre las 0,1 y 5 micras, y generado artificialmente aguas arriba (upstream) del conjunto de filtración y a una monitorización de paso de partículas aguas abajo (down-stream).

Se debe garantizar un ajuste del 100% del aerosol necesario, previo a la medición aguas arriba del filtro a testar, que garantice suficiente concentración (entre 10 mg/m^3 y 100 mg/m^3), y el reparto homogéneo del aerosol sobre la superficie del filtro. Se debe observar, que concentraciones inferiores a 20 mg/m^3, pueden reducir la sensibilidad para la detección de fugas, y concentraciones mayores de 80 mg/m^3 dar lugar a una colmatación excesiva del filtro si los tiempos de ensayo se dilatan en el tempo o los ensayos se repiten en muchas ocasiones acortando la vida útil del filtro.

De no existir la posibilidad de ajuste del 100% de aerosol inyectado ,previo al contaje o monitorización, o no disponer de un elemento o útil alojado en la propia caja, los ensayos se basarán en la generación de una concentración suficientemente significativa de aerosol aguas arriba.

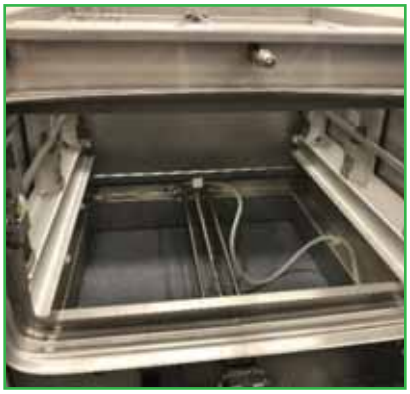
En el caso de ensayos sobre cajas de filtración de alojamiento múltiple de filtros HEPA (3 a 12 filtros) se deberían repetir las mediciones de la concentración de aerosol aguas arriba a intervalos de tiempo razonables entre el barrido de las fugas y después del mismo, para confirmar la estabilidad de la concentración del aerosol de ensayo.

Los ensayos se deben realizar previo a la puesta en marcha de la instalación, anualmente o en períodos más restrictivos según se determine por grado de riesgo u horas de operación, y cada vez que se proceda a la sustitución del elemento filtrante. Existen normalizados (UNE-EN ISO 14644-3:3 2006) dos procedimientos indicados para filtros montados en techos, pared o en equipos, y un procedimiento para filtros montados en conductos o unidades de tratamiento de aire (UTAs).

En todos los casos los equipos a utilizar serán fotómetros o contadores de partículas (DPC).Resaltar que para la fotometría, se crea una concentración de aerosol de 100 a 1.000 veces más elevada sobre un filtro que con el uso del contador de partículas. Los sistemas que incorporan filtros con penetraciones mpps (acrónimo en inglés para tamaño de partículas más penetrantes) inferiores a 0,000005%; son los que comúnmente son testados mediante el método de fotometría.

El uso del DPC, se utiliza en todo tipo de salas limpias o contenidas y con todo tipo de sistemas de tratamiento de aire. Están indicadas cuando la realidad física de la instalación o del sistema de filtración existente permite acceder directamente a la cara limpia del filtro donde está alojado, por lo que son muy precisos en filtros terminales de salas limpias y en "housing" provistos de compuerta técnica o sistemas de rastreo manuales y/o automáticos.

Los contadores de partículas son adecuados cuando se generan tamaños de diámetro medio de partículas entre 0.1 y 5 µm, disponiendo de canales de medición de entre 0,1 y 0,5 micras. El barrido se realiza a una distancia aproximada de 3 cm de la superficie del filtro, en el perímetro y en el sellado entre el marco del filtro y su estructura soporte incluyendo sus juntas.



Caja de filtración HEPA H14 CAMFIL monitorización automática de partículas.

Contaje de partículas sobre filtro HEPA H14 CAMFIL, ajuste en caja terminal en impulsión. Box para SARS-CoV-2. CISA.

Como criterio de aceptación, se adoptará que cualquier lectura superior a 0.01% de la concentración generada aguas arriba para filtros H12, H13 y H14, supondrá una fuga no admisible. Se compara con la concentración aguas arriba para obtener la eficacia global o la penetración.

Aguas abajo se mide la concentración del aerosol penetrante al menos en un punto por célula de filtración y en distintos puntos igualmente espaciados en un mismo plano, dentro del conducto y a una distancia de aproximadamente 3 cm de la pared del conducto y entre 30 cm y 100 cm del filtro.

Bibliografía

1. Jimenez, J.L. (2020). COVID-19 Data Dives: Why Arguments Against SARS-CoV-2 Aerosol Transmission Don't Hold Water. https://www.medscape.com/viewarticle/93487.
2. Morawska, L. y Milton, D. (2020). Clin. Infectar. Dis. https://doi.org/10.1093/cid/ciaa939.
3. Stetzenbach, L., 'Introducción a la aerobiología'. En: Hurst CJ (Ed.), 'Manual de microbiología ambiental'. ASM Press, Washington, 1997, págs. 619-628.
4. UNE-EN 1822-1:2020. Filtros absolutos (EPA, HEPA y ULPA).
5. Vélez Pereira, M. A.; Camargo Caicedo, Y. Comportamiento aerodinámico y viabilidad de las partículas biológicas. 2008.
6. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). 2007 Guideline for Isolation Precautions: Preventing Transmission of Infectious Agents in Healthcare Settings (actualizada julio 2019).

Luis Antonio Sánchez Guillen (luis.ant.sanchez.guillen.@gmail.com)
Presidente Consejo de Administración
Alcora Salud Ambiental

El plasma frío como elemento esterilizante de ambientes interiores

El artículo trata de la utilización de plasma frío en la desinfección del aire ambiental mediante su simple introducción forzada o inducida en una cámara de ionización. Los procedimientos del tipo plasma frio, consisten en descargas de energía eléctrica sobre el aire circulante, obteniendo de esta descarga la producción de plasma. El objetivo básico es la alteración y destrucción de las partículas vehiculizadas hasta la cámara de descarga, sin alterar la temperatura del aire tratado.

La palabra plasma se usa para nombrar un gas ionizado y el nombre se le atribuye a Irving Langmuir (1927). Es conocido, que, si se suministra de forma constante y durante cierto tiempo, energía a una materia, en función de la potencia aplicada su temperatura aumenta y puede llegar a cambiar su estado, pasando de sólido a líquido y posteriormente a gaseoso si el suministro de energía se mantiene. Llegado a este punto se rompe la capa de electrones existente y surgen partículas cargadas de forma positiva y negativa una vez formado el plasma. Este denominado cuarto estado de la materia corresponde al 99% de toda la materia que compone el universo.

En el pasado, hablar de plasma suponía que, para alcanzar este denominado cuarto estado de la materia, era necesario obtener altas temperaturas; la presencia en el conjunto de electrones libres, iones, cationes y otras muchas especies reactivas, hacían del plasma un buen candidato, siempre y cuando se solventaran los niveles de alta temperatura, para obtener la descontaminación del aire y de superficies (1).

El desarrollo industrial, en primer lugar de los filtros electrostáticos, basados en este tipo de descargas y posteriormente la aplicación del plasma frío en medicina como elemento desinfectante, fue un avance más en toda esta tecnología (2).

La eficacia mostrada por medio del plasma frío frente a bacterias tan recalcitrantes como: *Staphylococcus aureus* resistentes a la meticilina (MRSA), *Enterococcus spp.* resistentes a la vancomicina (VRE), *Escherichia coli* y *Acinetobacter baumannii* (2) fue un aliciente más en el desarrollo de los dispositivos para tratar los ambientes interiores. De igual forma las experiencias realizadas en 2012 tras el brote de MERS CoV en oriente medio, mostró la eficacia de este método en el control de coronavirus.

Estudios posteriores, utilizando una cámara de plasma frío, frente a bacterias Gram negativas y Gram positivas de relevancia clínica, así como frente al hongo *Candida albicans, Bacillus subtilis, Bacillus pumilus, Bacillus atrophaeus* y *Geobacillus stearothermophilus*, confirmaron los resultados según la evaluación hecha por Tobías G. Klämpfl et al. en 2014 (3).

Revisando diversos estudios científicos, podemos ver como Yang-Fang Li, et al. en 2012 (4) completa un estudio sobre plasma frío y la desinfección de superficies. También Machala publica en 2012 su libro titulado "Plasma para bio-descontaminación, medicina y seguridad alimentaria" donde especifica el uso y la utilidad como descontaminante del plasma frío (5). El reto estaba planteado y se trataba de dar un paso más y utilizar el plasma frío en la desinfección del aire ambiental, tratando de que éste, por su simple introducción forzada o inducida en una cámara de ionización, adaptada a estas necesidades, consiguiera su depuración.

Para ello, fue necesario que distintas disciplinas se integraran en estudios científicos, relacionando diversos tipos de microorganismos y la facultad de estos dispositivos para obtener una desinfección o esterilización. Esto se consiguió al mejorar la eficacia de las cámaras, con el desarrollo de modelos más potentes, que incluyen las denominadas cámaras de generación de plasma en multi-serie, combinando con mayor eficacia la frecuencia y el voltaje aplicado.

La variabilidad de las frecuencias aplicables, desde tan sólo 1 Khz hasta 70 Mhz, y la cantidad de voltaje utilizado, indica rangos amplios con capacidad de generar el plasma frío. En la generación se producen además longitudes de onda entre 254 y 900 nm (nanómetros), obteniendo en el manejo adecuado de estos parámetros, resultados diversos en función de los microorganismos que se quieren controlar en el medio ambiente interior. Lo ideal es que los arcos generados tengan longitudes de onda amplios, abarcando en mayor medida aquellos que afectan al mayor número de microorganismos. Los rangos, dentro de los espectros que han mostrado mayor capacidad germicida, se obtuvieron entre 254-381 nm. Otro de los efectos que produce la formación del plasma es que las descargas provocan la disgregación de los electrones de las partículas, ya sean biogénicas o no, expuestas a las zonas de difusión del plasma frío.

Según algunos estudios realizados, el dibujo que presenta N. O'Connor es quizá muy clarificador, de la forma de acción del plasma frío, en las bacterias, ver figura 1 (6).

Los procedimientos del tipo denominado plasma frio, consisten en descargas

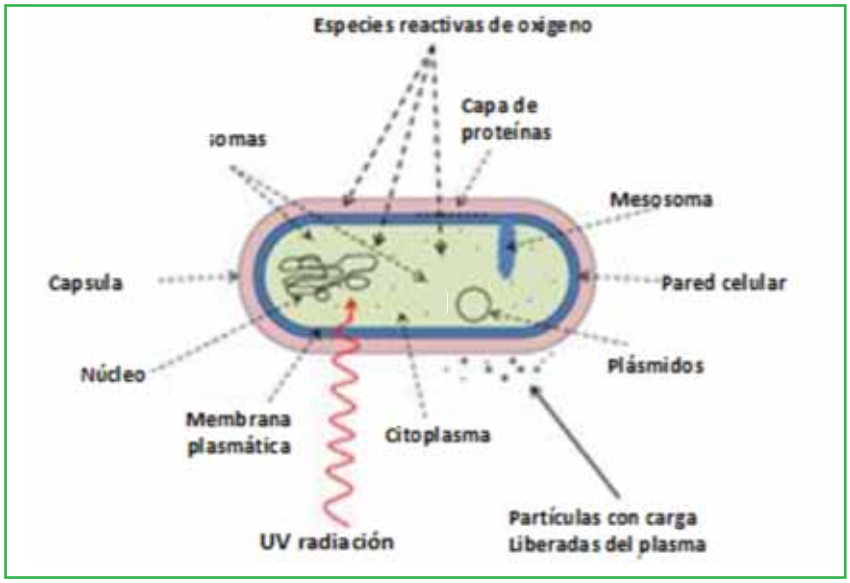


Figura 1. Efecto sinérgico múltiple para la desactivación de microorganismos por medio de plasma frío (N. O'Connor, Dublin City University).

de energía eléctrica sobre el aire circulante, obteniendo de esta descarga la producción de plasma. El objetivo básico, es la alteración y destrucción de las partículas vehiculizadas hasta la cámara de descarga sin alterar la temperatura del aire tratado (7).

Valores de descargas de entre 10 y 50 Kv. (kilo voltios) se suelen utilizar en las descargas para producir plasmas de esta naturaleza fría. La temperatura del aire circulante para un buen rendimiento debería estar entre 0 y 40 °C, y la humedad relativa debe ser de un máximo del 75%, sin alcanzar en ningún caso el punto de rocío. En este orden se situaría lo que bien podríamos denominar Cámara de plasma a presión atmosférica o plasma no térmico en sus siglas en idioma ingles APPC-NTP (Atmospheric Presure Plasma chamber-No thermal Plasma).

Los parámetros de alimentación de entrada al dispositivo deben establecerse en cuanto a:

– Frecuencia, Voltaje, Amperaje.
– Condiciones del aire (Tª y Hr).
– Caudal máximo del aire circulante.

Condiciones de funcionamiento en la salida del dispositivo:

– Capacidad desinfectante esterilizante, entre 99,99 y 100%.
– Neutralización de especies reactivas: (N2+, O2+, NO+, O3) (6).
– Control de temperatura del aire (entrada sobre salida (alteración < 2 °C).

Llegados a esta cuestión, la definición simplificada del plasma frío es la de un gas altamente ionizado compuesto por electrones libres, iones positivos y negativos, radicales libres, átomos y moléculas en estado excitado o básico.

La condición, de los plasmas fríos, se produce al pasar la casi totalidad de la energía generada sólo a los electrones y con ellos la elevación exclusiva de la temperatura de estos, de ello se obtiene que los componentes neutros permanezcan a la temperatura ambiente. En la figura 2 y 3 se puede apreciar una descarga producida por 4 y 8 coronas en serie (8, 9). De los procedimientos de descargas para la obtención de plasma frío, hemos podido estudiar 3 procedimientos de 3 marcas diferentes en cuanto a sus características técnicas, llegando a la conclusión de que la denominada técnicamente como descarga en corona de barrera dieléctrica, es el dispositivo idóneo según nuestra propia apreciación, cuestión esta que iremos exponiendo en las páginas siguientes (1).

Uno de los procedimientos establecidos para el control de la eficacia de los sistemas es el propuesto por Michael Gallager (2004 y que representa en uno de sus trabajos en la figura 4 (10).

Si la generación de plasma está correctamente aplicada en cuanto a diseño, voltaje, frecuencia y disposición del catalizador, no genera gases raros o haluros que salgan fuera del dispositivo, quedando el ambiente, a la salida del aire, purificado en el propio dispositivo que debe estar libre de producción artificial de nitrógeno, radicales libres, nitrosio u ozono (N2+, O2+, NO+, O3) (11) (12).

La densidad producida de electrones por el plasma frío es variable, situándose entre 10^9 y 10^{13}. Los voltajes aplicados están entre 10 y 50 kV. La temperatura del aire de paso no se altera. Esta es la ventaja que se obtiene de este tipo de descarga en corona, que ha conseguido desarrollar Genano Inst. en Finlandia. Estos sistemas de descarga en corona han mostrado su eficacia, controlados por el laboratorio oficial finlandés VTT, en cuanto a su potencial para el control de microorganismos. De otro lado este generador de plasma queda exento de la producción de los efectos nocivos producidos por gases de los denominados raros. Los trabajos de investigación

Figura 2.

Figura 3. Efecto de una descarga plasma frío ubicación tubular.

desarrolladas a través de los últimos 20 años en sus laboratorios en Espoo, (Finlandia) han obtenido este óptimo resultado, que lo diferencian claramente de otros productos parecidos.

La capacidad del procesador para configurar el dispositivo de descarga se ha visto favorecida en la aplicación de la frecuencia más adecuada y del voltaje necesario según los caudales de aire procesados (13).

Una de las ventajas básicas de la descarga en corona sobre la modalidad del DBD (dielectric barrier discharge) es la forma y consistencia del módulo de ionización donde se producen las descargas de corona simétricas, lineales y superpuestas, ver figura 5 (14).

Esto permite varias descargas o tratamiento con plasma frío en el paso del aire y con ello sinergizar el tratamiento del mismo; la eficacia obtenida es mucho mayor y sin embargo el coste energético es muy reducido, de apenas unas decenas de vatios. Otra de las ventajas que hallamos en este dispositivo y que quizá lo hace de selección preferencial hacia este tipo de diseño, es la posición tubular del sistema.

Cuenta con la capacidad de recoger las distintas etapas simultáneas del tratamiento múltiple de la descarga en corona, instalados los electrodos en una sólida cámara de acero tubular; esta condición admite el autolavado del sistema, retirando en la operación de lavado todo el material que queda adherido siempre en uno de los electrodos, formado en este caso por la propia carcasa del sistema, que actúa como ánodo receptor de la materia vehiculada inerte, ver figura 6 (15).

Es necesario realizar operaciones de mantenimiento periódicas con cierta frecuencia y retirar la materia inerte ; si no se hiciera así, la materia particulada adherida, formaría una capa aislante, reduciendo la eficacia de las descargas, pudiendo llegar a producir el colapso del sistema.

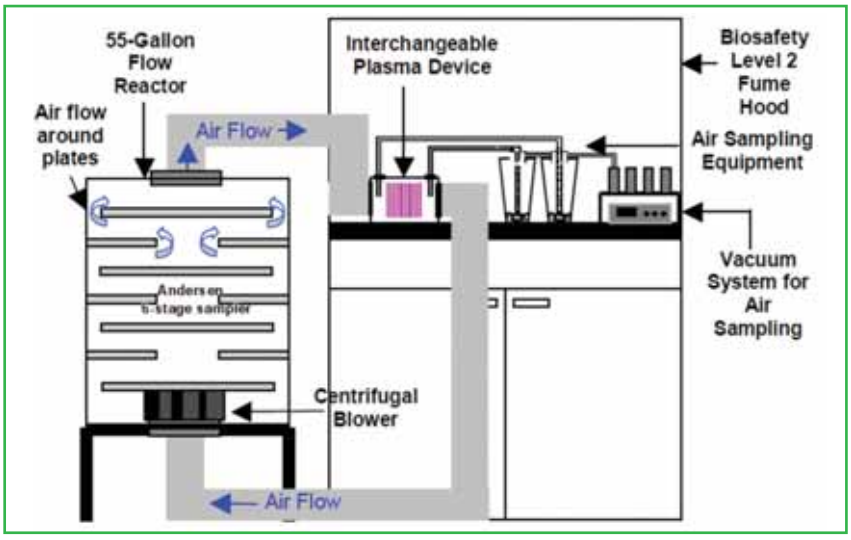


Figura 4. Pathogen Detection and Remediation Facility (PDRF).

Uno de los factores de relieve en este tipo de generación de plasma frío es el grosor de los electrodos utilizados en las descargas ya que pueden alterar de forma sustancial la temperatura del aire circulante por el sistema.

En este tipo de generadores de plasma frio, la retención por filtración de partículas no es necesaria y se elimina de esta forma uno de los reservorios habituales donde al carecer, en la mayoría de los casos, de medidores de presión diferencial, se llega en muchos casos a la colmatación de estos filtros auxiliares y con ello a generar reservorios, que en sí mismo entrañan cierto riesgo contaminante.

En algunos lugares donde se instalan estos dispositivos, la presencia en el ambiente de componentes organo-volátiles derivados de medicamentos, productos de limpieza y desinfectantes, así como ozono troposférico o radicales libres y aquellos otros generados por diversa maquinaria, (8) (9) se presentan problemas adicionales que pueden ser fácilmente evitados con la instalación en las salidas del aire tratado en los generadores de plasma, de catalizadores dotados de carbón activado, tal como recomienda la NTP 989 (Nota Técnica de Prevención de calidad del aire interior).(16) La preparación para la disociación de estos gases en su paso por la cámara son fácilmente retenidos posteriormente en el catalizador de carbón activado.

Con relación al tipo de salas blancas (Unidades de cuidados intensivos y quirófanos) donde existan pacientes o material infectocontagiosos, se ha establecido la duda de que las filtraciones tipo HEPA y ULPA,(con capacidad de retención hasta 0,3-0,125 µm) sean suficientes para retener el paso del SARS CoV 2 (0,08 µm). Existe la teoría de que al formar el virus una parte de la *gotícula* traslacional, esta es mayor y entonces si serían capaces de retener la totalidad de estos virus. La duda se establece cuando en el choque con la filtración, el virus se separe o no de la *gotícula* y la pregunta es clara ¿Tiene capacidad por si mismo el virus de seguir en la traslación o las fuerzas físicas inherentes a las partículas ambientales harán que el virus se adhiera a las paredes de los filtros?

Por otra parte dentro de otros riesgos identificados, se ha podido cuantificar que el simple movimiento del personal sanitario o operativo por estas unidades, en las

Figura 5. Dispositivo de plasma frío descarga en corona (cortesía de Genamo).

Figura 6. Sistema Genamo.

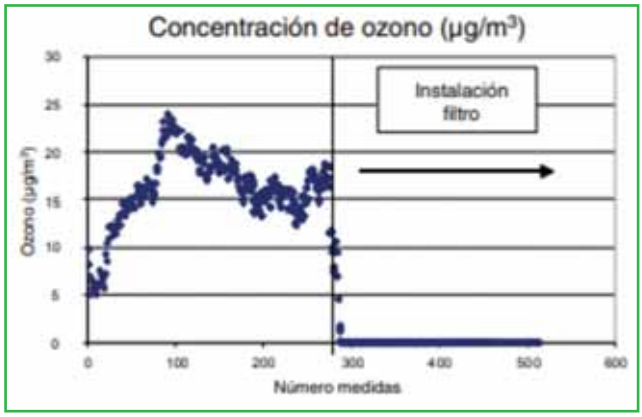


Figura 7. Reducción del ozono por medio de catalizador de carbón activado.

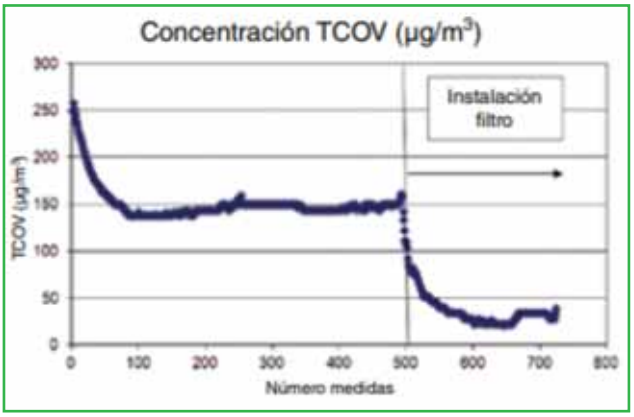


Figura 8. Efecto reductor de los componentes organo-volátiles por medio de catalizador de carbón activado.

propias labores de asistencia, provocan contaminaciones dentro de la sala, donde se producen en la mayoría de los casos, parámetros fuera de los límites establecidos de bioseguridad o en otros casos condiciones más graves derivadas de infecciones relacionadas con la asistencia sanitaria.

La ubicación dentro de este tipo de salas blancas, de dispositivos de plasma frio, permite la destrucción o control de las partículas ambientales causantes de niveles aleatorios de partículas por encima de la clasificación de la sala, incluidas entre ellas las de carácter biogénico.

En la figura 9, se puede apreciar la capacidad de retención y destrucción de partículas por medio de plasma frío utilizando descargas de corona en multi serie. En ella se compara con la capacidad de retención por filtraje. Test by VTT Technical Research Centre of Finland estudio encargado por Genano a este laboratorio oficial finés (2020). "Removal efficiency for aerosol particles between 0.003-10 µm".

De la pandemia por la COVID 19 , están destacando diversas metodologías, avances técnicos, métodos nuevos y avances médicos en lo ya conocido, que van a permitir no sólo que la misma termine, al menos de la forma tan virulenta en que se ha manifestado . También va a permitir que en un próximo estallido, que se teme que tarde o temprano se pueda volver a manifestar, los recursos de control sean mejores y se pueda resolver en menos tiempo, con menor esfuerzo y sobre todo con un coste inferior en vidas humanas, yo al menos estoy convencido de ello.

Bibliografía relacionada

(1) Contribución a la generación de plasma frío mediante electrodos SMD y JET.Guillermo Baeza Oliete. TD. Universidad politécnica de Valencia-2017.

(2) Moeller TM, Alexander ML, Engelhard MH, Gaspar DJ, Luna ML, Irving PM. Surface decontamination of simulated chemical warfare agents using a nonequilibrium plasma with off-gas monitoring. IEEE Trans Plasma Sci. agosto de 2002;30(4):1454-9.

(3) Klämpfl TG, Isbary G, Shimizu T, Li Y-F, Zimmermann JL, Stolz W, et al.Cold Atmospheric Air Plasma Sterilization against Spores and Other Microorganisms of Clinical Interest. Appl Environ Microbiol. 1 de agosto de 2012:5077-82.

(4) Li Y-F, Shimizu T, Zimmermann JL, Morfill GE. Cold Atmospheric Plasma for Surface Disinfection. Plasma Process Polym. junio de 2012;9(6):585-9.

(5) Machala Z, Hensel K, Akishev Y, editores. Plasma for Bio-Decontamination, Medicine and Food Security [Internet]. Dordrecht: Springer Netherlands; 2012 [citado 21 de mayo de 2017]. (NATO Science for Peace and Security Series A: Chemistry and Biology).

(6) Figura 1 traducida de N. O'Connor a National Centre for Plasma Science and Technology, Dublin, Ireland. Dublin City University.

(7) Hans-Erich Wagner and Ronny Brandenburg. Atmospheric Pressure Plasmas. 1 European Summer School on Plasma Applications in Material Science (PAMS-2011) :; 2011 Summer.

(8) Descargas eléctricas a presión atmosférica para procesamiento por plasma en el INFIP Diana Grondona. Instituto de Física del Plasma-UBA-CONICET Buenos Aires-Argentina.

(9) Figura 3. Fotografía obtenida de, Y. M, Zhang J, publising 324505-32-2005.

(10) Non-thermal plasma application in air sterilization Conference Paper in IEEE International Conference on Plasma Science • Michael Gallagher et all.Drexel University January 2004 DOI: 10.1109/PLASMA.2004.1339779.

(11) Nosocomial infections – a new approach towards preventive medicine using plasmas" (Morfill et al., 2009) cita la creación de especies reactivas del oxígeno y el nitrógeno por interacción con el aire y el vapor de agua tales como O, N, H2O2, NO, NO2, y O3.

(12) Cold Atmospheric Air Plasma Sterilization against Spores and Other Microorganisms of Clinical Interest" (Klämpfl et al, 2012) se cita para equipos con electrodos SMD en aire la creación de moléculas ROS (Reactive Oxygen Species), RNS (Reactive Nitrogen Species) y NOS (Oxygen and Nitrogen Species), como radicales libres reactivos (NO, OH, superóxidos O2 -) o agentes fuertemente oxidantes como (H2O2, y O3).

(13). Cahill OJ, Claro T, O'Connor N, Cafolla AA, Stevens NT, Daniels S, et al.Cold Air Plasma To Decontaminate Inanimate Surfaces of the Hospital Environment. Appl Environ Microbiol. 15 de marzo de 2014;80(6):2004-10.

(14) figura 5 sistema de plasma frio con descarga en corona y catalizador de gases raros, Genano Espoo. Finlandia.

(15) Figura 6. Procedimeinto de autolavado en Sistema de plasma frío por descarga en corona, por gentileza de Genano. Espoo. Finlandia.

(16) NTP 989 - INSST Nota técnica de prevención Calidad de aire interior: filtros de carbón activo para su mejora. Autor Eva Gallego Piñol et all. Publica Instituto nacional de seguridad e Higiene el el trabajo (2013).

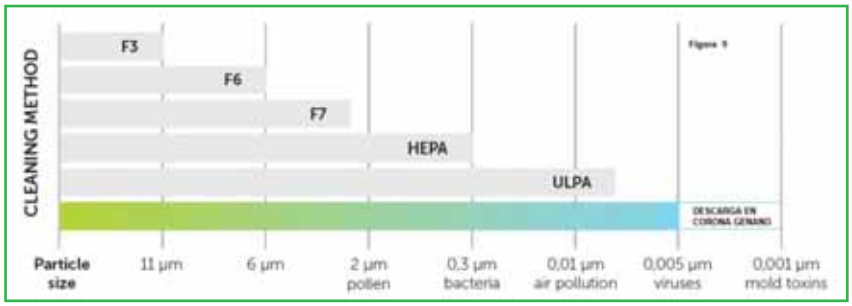


Figura 9.

Jordi Renedo (jrenedo@ccparametrico.com)
Director Técnico
Centro de Cálculo Paramétrico

Riesgos biológicos atenuables en las redes de vacío hospitalarias

La presencia de líquidos remansados en el interior de la instalación de vacío centralizado en los hospitales facilita la proliferación biológica en sistemas que manejan gases contaminados y que pueden facilitar la transmisión de contaminantes biológicos como el COVID 19. No existen soluciones intrínsecamente seguras; las hay mejores o peores enfrente ciertas circunstancias. A pesar de ello los riesgos se pueden atenuar con una cuidadosa ejecución de mecanismos correctores.

La instalación

En todos los centros hospitalarios del mundo occidental, existe una red de vacío, también denominado "vacío médico quirúrgico". Es un sistema extenso (del orden de 7-12 metros lineales de tubería por toma), con más de 1 toma por enfermo (por la influencia de quirófanos, reanimaciones, Ucis, RX... etc.).

La red de tuberías es una cloaca donde se recogen una gran cantidad de líquidos orgánicos variados (sangre, pus, liquido de ascitis, suero fisiológico... etc.).

Los líquidos orgánicos entendemos que son un reservorio importante de muchos organismos patógenos. Un reservorio de los que entran, más la proliferación posterior.

La red de vacío suele estar a una presión relativa de -500 a -650 mm Hg respecto a la presión atmosférica local del centro hospitalario. El gas aspirado, suele estar a una temperatura ambiente "climatizada" del orden de 21 a 25 °C, y una humedad relativa de alrededor del 50%; dentro de la instalación de tuberías el volumen del gas aumenta según el nivel de vacío en un factor de 3 o 4 veces (sigue los ciclos según los arranques-paros).

La humedad relativa (HR) teórica, se reduce proporcionalmente al aumento de volumen del gas. Si el volumen del gas se multiplica por 3, la HR se reduciría a 1/3 de la de entrada.

Red de vacío con entrada de líquidos

La realidad es otra, algo más compleja; siempre entran líquidos en mayor o menor medida. Estos líquidos ¿cómo se comportan?:

Si el líquido moja muchos metros de tubería (entra pulverizado), se seca bastante rápido y el líquido se evapora, atravesando las bombas de vacío en forma de vapor. El mojar muchos metros de tubería se produce cuando entra además del líquido, mucho aire mezclado. Las burbujas mezcladas con los líquidos, al expansionarse con el vacío, actúan como émbolos impulsores.

Este mojado de la tubería, produce una fina película de polvo en la instalación, de un color parduzco, que muchos se preguntan de donde sale, cuando han abierto un tubo de vacío.

Aparte del vapor que después se vuelve a licuar si la temperatura es adecuada, este vapor puede dañar las bombas y poco más. Si el líquido queda cerca del punto de entrada o queda retenido por defectos constructivos de la instalación, se evapora más lentamente y puede formar obstrucciones en los puntos con defectos constructivos.

Los líquidos se componen de dos elementos principales:

– Agua que ya hemos analizado someramente.

– Sólidos. Al evaporarse el agua pueden seguir varios caminos:

✓Una fina capa que recubre las paredes de los tubos, y que se queda adherida al tubo (el color pardusco mencionado).

✓ Una parte que se suelta de la pared de los tubos, suele acabar en los filtros (bacteriológicos o de protección de bomba). Lo que es coherente. Esta parte que atraviesa los filtros alcanza las bombas y la neblina del aceite de las bombas lubricadas las retiene en buena parte hasta el siguiente cambio de aceite.

En este tema , bastante más complejo, hemos realizado un resumen sencillo de la circulación de los líquidos, aportando soluciones para la instalación interior, antes de bombas.

Una de las soluciones a la que denominamos VIR (Vaso Intermedio de Recogida), lleva los líquidos a un punto de recogida, donde a voluntad se puede limitar fuertemente la evaporación.

Otra solución provee una pendiente aceptable para las líneas de vacío, en las áreas de enfermos, sin muchas dificultades, aun manteniendo la soportación horizontal. Es una solución tremendamente sencilla, que no entendemos que no se haya encontrado antes. La hemos encontrado casi por casualidad, realizando replanteos conceptuales, en este caso con muy buen resultado.

Es un tema que nos ha interesado desde siempre y lo hemos analizado con

pocos medios. De todas formas, en su día limpiamos y desobstruimos el equivalente a un hospital de 5.000 camas. Incluyendo un hospital entero de 1.000 camas.

En la central se debería disponer de filtros bacteriológicos, pero en la realidad muchos son sólo filtros de protección de bombas., que dejan pasar partículas mucho más grandes. Los filtros bacteriológicos, aun siendo lo que marcan las normas, no pueden impedir que pasen los virus y los malos olores.

El gas de salida de la central entra en contacto con la temperatura ambiente exterior. Si la temperatura exterior es más baja y el vacío trasiega mucha humedad se produce condensación en la tubería que canaliza el gas al exterior. Esta condensación puede provocar problemas a las bombas.

La salida de las bombas, de seguir los criterios implícitos y explícitos en las normas, deberían canalizarse al exterior a un punto alto y separado de entradas de aire al hospital, teniendo en cuenta los vientos dominantes. La realidad es que en muchas ocasiones las tuberías tienen un circuito mucho más corto y expulsan al ambiente del local de la central o similar. La razón es que es más barato y aparentemente no produce los problemas que se pueden presentar si se intenta hacer bien, pero no se conocen detalles tecnológicos complementarios. Por tanto, es de suma importancia que los proyectos incorporen estos y otros detalles.

Al igual que hemos afirmado que la HR disminuye fuertemente al entrar el aire en la red de tuberías, el caso inverso es también real. Dentro de la bomba el gas se comprime y calienta; después al enfriarse se puede producir condensación. El agua de condensación puede eliminarse con cierta facilidad. Pero si no se hace un mantenimiento correcto, el agua huele mal. Está biológicamente contaminada.

La mayoría de las bombas se refrigeran por aire y mediante inyección de aceite, lo que reduce la temperatura del gas en comparación a si fuera sólo compresión sin aceite, lo que entendemos como una situación favorable en lo que a contaminación biológica se refiere.

La retención involuntaria o desconocida de líquidos en la red, puede aumentar la contaminación dentro de la red de tuberías. Pero no debería ser determinante en cuanto al riesgo biológico en el circuito de expulsión. Sí es determinante en cuanto a obstrucciones y pérdida de prestaciones, en general en todo el tramo previo a las bombas.

Sistemas de recogida de líquidos

Un circuito de expulsión tipo, bien resuelto, se puede ver en el siguiente esquema de principio (Fig. 1).

Una manera antigua de retener el agua de condensación es el denominado "pot a niveau visible" utilizado en Francia y también en otros países.

El aire húmedo se enfria a medida que asciende hacia el punto de inmisión a la atmósfera.

El gas (en amarillo) continua hacia el punto de inmisión. El agua que condensa en la tubería de expulsión "resbala" hacia abajo, hacia el "pot a niveau visible".

Si el agua condensada se vigila y se vacía periódicamente, no hay problema con las bombas. Las bombas peligran si el agua alcanza un nivel por encima del punto de salida de la central y retrocede hasta las bombas, mezclándose con el aceite, degradándolo. Es un sistema correcto pero requiere una vigilancia permanente para evitar que el agua llegue a las bombas, lo que puede implicar problemas mecánicos.

Estos líquidos se corrompen (huelen mal) y por ello pueden ser puntos de reinfección al ambiente. Todos los líquidos que condensan en el exterior (circuito de expulsión) se corresponden a líquidos orgánicos que se han introducido en el hospital. La parte de sólidos queda en los filtros y en los defectos constructivos donde puede formar obstrucciones o taponamientos.

Hay una regla de oro: *"los líquidos en la red de vacío, biológicos en origen dentro del hospital o de condensación fuera del mismo, deben ser canalizados para que vayan adonde sean inocuos, dentro o fuera del hospital".*

Aunque no entremos ahora en el detalle de la parte interior del circuito de vacío (todo lo que es antes de bombas), debe pensarse que todo el vapor que sale a través de las bombas, son líquidos que han entrado accidentalmente y que la geometría de la red ha enviado a zonas no controladas. Los líquidos deben canalizarse hacia donde queramos y sean inocuos tanto biológicamente como mecánicamente (respecto a las bombas).

Figura 1. Sistema de recogida de líquidos.

Si impedimos que los líquidos circulen sin control, los podremos eliminar sin que:

✓ El vapor alcance las bombas.
✓ Se estanquen en los defectos constructivos, donde puedan proliferar libremente e ir migrando hacia el exterior.
✓ Los sólidos colmaten precozmente los filtros bacteriológicos o de protección de bombas.

Por tanto deberían tomarse medidas como mínimo en los quirófanos, mediante circuitos sencillos que pueden reducir en 3 ordenes de magnitud la evaporación. Se repite una y otra vez el mismo fenómeno: todo lo que se desconoce se minusvalora. Por tanto es necesaria una formación para la correcta conducción y mantenimiento de las redes, y desde luego ya desde el proyecto.

En este esquema elemental (Fig. 1) mientras el agua resbala por las paredes de la tubería de expulsión, una parte es arrastrada por el aire y puede contaminar el exterior. Analicemos una solución mejor, que también precisa una atención periódica, pero más relajada, más descansada (Fig. 2).

En amarillo estan las flechas del gas de salida que puede tener una HR alta. En el tramo vertical el gas continua su camino hacia el exterior, pero si la temperatura exterior es fría o muy fría, el gas reduce su temperatura desde los 80-90 °C a la temperatura ambiente exterior o muy próxima (según la longitud de la tubería), formándose condensación.

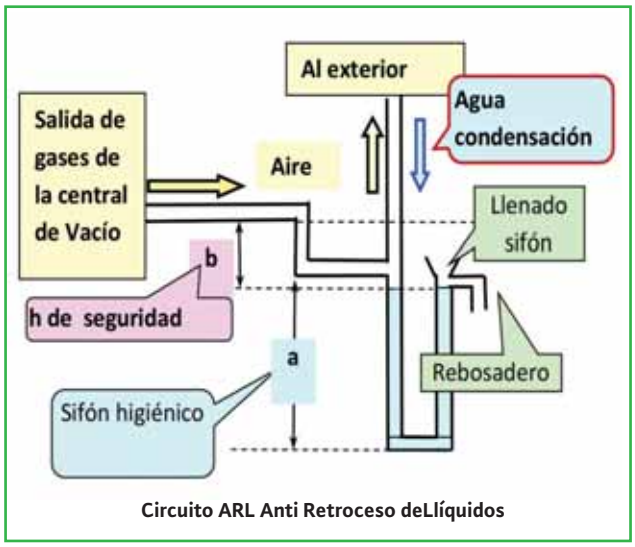


Figura 2. Esquema de principio de líquidos.

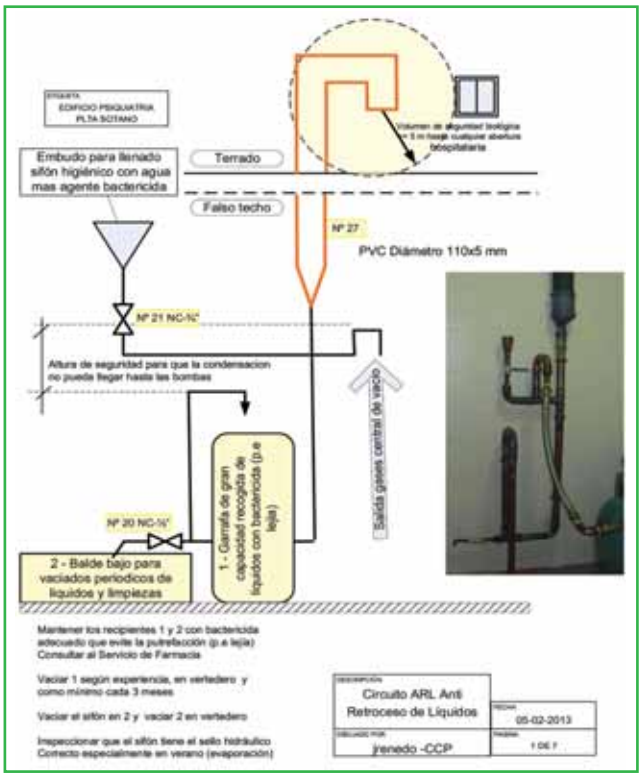


Figura 3. Un caso práctico. Anti retroceso de líquidos.

El agua condensada se desliza por la tubería hacia abajo teniendo un escalón para llegar a las bombas; el camino fácil es ir en dirección al sifón higiénico donde llegado el caso el agua saldrá por el rebosadero.

El sifón higiénico impide por un lado que el gas contaminado salga por la parte baja del circuito de expulsión; pero esta agua librada a su tendencia se corromperá y no habremos ganado mucho, por lo que sera necesario la activación de un producto que lo mantenga limpio, por ejemplo lejía o pastillas de cloro de liberación lenta.

La cota "a" debe ser tal que los vaivenes de presión de los arranques y paros impidan que pueda salir gas por el rebosadero; en realidad los arranques producen pequeños golpes de ariete que podrían descebar un sello hidráulico insuficiente.

La cota "b" es similar: impide/dificulta que el agua retroceda hacia las bombas. Las cotas "a" y "b" tienen una cierta dificultad y pueden requerir algunas pruebas ensayo–error.

La explicación base se entiende mejor en la figura 2, pero para un análisis más a fondo, véase una realización práctica con anotaciones de la figura 3.

Resumen sobre los riesgos del vacío central

Los líquidos en las redes de vacío ocasionan siempre problemas Algunos de ellos son riesgos biológicos (Tabla 1).

Concepto	Comentarios
Caso 1-Red de tuberias con defectos constructivos y entrada de liquidos	1. Remansamiento de líquidos y caldo de cultivo (proliferación de microorganismos). Aún pudiendo ser estéril en el momento de entrada, se puede contaminar fácilmente después y en función de los nutrientes quedar con contaminación, acrecentada por largos periodos 2. Reducción de la capacidad de aspiración por obstrucciones parciales. La parte de sólidos que entra con los liquidos orgánicos, obstruye los filtros de protección de bomba/bacteriológicos. Tapiza el interior de las tuberías y puede formar obstrucciones 3. Según la cantidad de liquidos (en forma de vapor) que atraviese las bombas, puede degradar el aceite y estropear la bomba. Cada bomba tiene una capacidad finita de trasiego 4. Está en discusion la utilidad del Gas Ballast, en el rango del vacío hospitalario. No en otros rangos. 5. Toda el agua que podamos detectar en la expulsión, ha entrado antes en la red, aunque puede producirse un desfase temporal entre la entrada y las consecuencias. Incluso si hubiera entrado sangre, en la expulsión veríamos un liquido transparente. La sangre, al evaporarse, habria dejado los hematíes en los filtros y en la suciedad caracteristica de los tubos de cobre de la red de vacío. El vapor habría pasado a través de las bombas
Caso 2- Red de tuberias con defectos constructivos totalmente seca y sin entrada de liquidos (la misma del caso 1)	1. En la medida en que evitáramos la entrada de líquidos, la instalación tendria un comportamiento óptimo. Los líquidos se pueden parar con el equipamiento adecuado en el entorno del enfermo. Vasos decantadores y carros de aspiración en quirófanos. 2. Un accesorio que consideramos muy útil, son los filtros de papel en los puntos de aspiración antes de entrar en la red. El mero hecho de disminuir la aspiración cuando les llega liquido, obliga a vaciar los liquidos y a cambiar el filtro. Lo que es una buena praxis en lo que nos afecta. 3. Los líquidos se pueden parar tambien con la circuiteria adecuada dentro de la instalación de tuberias. Pero es más complicado sobre todo en instalaciones antiguas, por la apertura de falosos techos...etc. Se requieren pruebas sucesivas para detectar los problemas

Tabla 1.

Miguel Angel Sanchez (masanchez@alcora.es)
Consejero Delegado
Alcora Salud ambiental

Elementos para la prevención de infecciones

A lo largo del año 2020, la sociedad se ha visto asediada por infinidad de productos que proclaman su eficacia para la eliminación del Sars-CoV-2. Tras la campaña de la OMS sobe el lavado de manos, que determinó un antes y un después en la prevención de Infecciones Relacionadas con la Atención Sanitaria (IRAS), procederemos a evaluar diferentes tecnologías relacionadas, para analizar los diferentes pros y contras de su implementación.

Desinfección de superficies

Los productos químicos utilizados en la desinfección de superficies, lejía, peróxido de hidrogeno, alcohol, glutaraldehído, ácido peracético, amonio cuaternario, etc. llevan en su utilización las medidas de protección habituales en el uso de cada producto y que son seguidas por las personas encargadas de estas labores y que vienen detalladas en cada una de las fichas de seguridad de los productos, así como la neutralización de su aplicación según requiera cada tipo. En algunos casos, la limpieza y desinfección de superficies se realiza en presencia de los pacientes o usuarios de las zonas sometidas a ellas (cuando es realizada por contacto). En otros, es precisa la ausencia de pacientes en la habitación para ser realizada la desinfección (Nebulización). En estos casos, el plazo de seguridad, establecido por el Ministerio de Sanidad, antes de volver a utilizar la habitación es de varias horas.

Una cuestión que queda en el intermedio entre estas aplicaciones es la posibilidad de contaminación y que esa contaminación pueda llegar a afectar a los pacientes. Se ha podido ponderar a través de estudios médicos relacionados, que el cobre es un elemento muy eficaz por su capacidad bactericida, por simple contacto, de los patógenos más habituales en los hospitales e incluso en el control de microorganismos resistentes a la Meticilina (MRSA) o a la Vancomicina (VER). Esta protección se consigue con la aplicación de láminas de cobre que se adhieren a las superficies o por medio de la proyección del mismo sobre las mismas. Cada vez es más habitual en los hospitales y, en mayor medida, en las unidades de cuidados intensivos, las cuales juegan un papel de mayor relieve sobre estas contaminaciones cruzadas, la protección con cobre de barandas de cama, brazos de sillas de acompañantes, portas sueros, bandejas, griferías, mesitas auxiliares, etc. Protegiendo estas zonas se ha podido cuantificar reducciones de las enfermedades producidas por IASS en más de un 40%.

También están en proceso de desarrollo otras tecnologías menos desarrolladas, tales como la implementación de la plata en forma de film o nanopartículas. No obstante, para permitir su uso deben estar registradas (u obtenerse de un proveedor autorizado) en la European

Chemical Agency (ECHA). Debido a esto, estas tecnologías alternativas aún tienen un largo camino por recorrer para la utilización en estos usos. Entre el registro, la conformidad y el desarrollo de estudios de eficacia puede demorarse años la comercialización de estos productos de forma legal.

Dispositivos electrónicos

Con relación a los dispositivos electrónicos, el desarrollo tecnológico de los últimos años ha permitido la creación de teclados, ratones y protectores de pantalla con propiedades bacteriostáticas e, incluso yendo más lejos, que en su elaboración se fabriquen de forma más consistente y segura. Prueba de ello es la utilización de láser en el grabado de las letras de los teclados, que el material de su composición sea capaz de soportar sin deterioro el uso de los desinfectantes más habituales en ambientes hospitalarios y que incluso sean sumergibles, para su limpieza y desinfección, en los lavavajillas o fregaderos de las distintas unidades del hospital. De esta forma los ordenadores de las UCIs, pantallas táctiles, ratones e incluso los propios teléfonos móviles pueden contar con este tipo de protección desinfectable, sin alterar su estructura ni condicionar su buen funcionamiento.

Tanto es así que en los vertidos accidentales de líquidos calientes como puede ser un vertido accidental de café o de productos azucarados, tales como refrescos, sobre los teclados, estos permanecen operativos en todo momento, a la espera de su limpieza y desinfección, que se puede realizar sumergiéndolos en el agua del grifo del lugar.

Hay un elemento de especial importancia que no se protege todo lo que se debería: las pantallas táctiles. Hoy en día, cualquier dispositivo electrónico funciona con una pantalla táctil; una pantalla que, en muchas ocasiones, no es desinfectada antes de su uso pudiendo dar lugar a contaminaciones cruzadas. Derivado de esto, se han elaborado protectores de pantalla a medida con un agente bacteriostático que permite, no solo evitar el crecimiento de microorganismos en su superficie, sino utilizar cualquier desinfectante de uso habitual en hospitales sin deteriorar la pantalla.

Desinfección de ambientes interiores con biocidas

Los ambientes interiores requieren de la desinfección ambiental. Para ello, lo más habitual es la utilización de nebulizadores tanto manuales como automáticos. Este tipo de dispositivos son capaces de liberar gotas microscópicas entre 5 y 50 micrones. Este tipo de minúsculas gotas pueden permanecer en suspensión durante horas. Para evitar riesgos a los usuarios se establecen plazos de seguridad en los que las estancias deben permanecer vacías. El tiempo de seguridad más habitual se sitúa entre 3 y 12 horas. A esto hay que añadir el correcto sellado de toda la habitación para evitar que estas partículas puedan salir al exterior de la misma.

Los productos que en mayor medida se están utilizando, debido a su tiempo de recuperación de espacios, son el Peróxido de hidrogeno y el amonio cuaternario, existiendo otras alternativas de menor uso. El producto que requiere menor tiempo de uso y que ha soportado en mayor medida su utilización en centros sanitarios ha sido el peróxido de Hidrogeno en una formulación básica del 0,5%, según las pruebas establecidas en Alemania frente al SARS-Cov-2. No obstante, el uso de este producto y otros biocidas, ha supuesto una alteración en los espacios ocupados.

El impacto medioambiental es notable. La acumulación de estos tratamientos realizados en continuo termina en zonas contaminadas que tarde o temprano pueden llegar a dañar la salud de los usuarios más habituales, que no dejan de ser otros que los trabajadores del lugar.

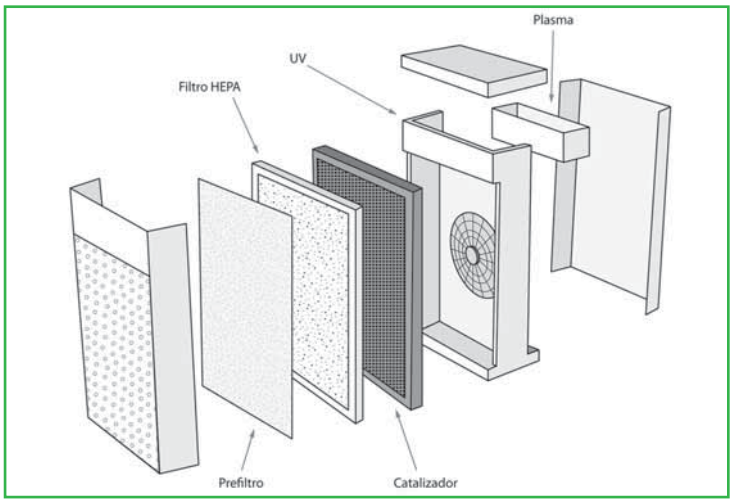
Como método alternativo para evitar estas contaminaciones acumulativas, se han puesto en el mercado cientos de dispositivos móviles para la desinfección de ambientes interiores, con la aseveración, en cada uno de ellos, de que son eficaces para eliminar el 99,99 % de todos los microorganismos presentes en el aire (algunos más incisivos incluyen el Sars-Cov 2).

De esta forma dispositivos equipados con filtros HEPA, generadores de radicales libres, de ozono, etc. se han incorporado en cientos de marcas por todo el mundo. En el diagrama adjunto se puede apreciar una composición como ejemplo de uno de estos dispositivos *milagrosos.*

En nuestro trabajo cotidiano, se han revisado dispositivos y documentación de decenas de ellos, así como estudios científicos o médicos relacionados, y en función de todo ello hemos llegado a las siguientes apreciaciones:

Los filtros HEPA en dispositivos móviles , por norma general, carecen de medidor de presión diferencial. Sin disponer de este medidor, no se conoce cuando el filtro está colmatado por lo que existe el riesgo de que en esta situación, en caso de un mantenimiento mal programado, se produzcan crecimientos orgánicos en su superficie que condicionarán la calidad del aire en el interior de la estancia, provocando el crecimiento de microorganismos patógenos dentro de la sala a proteger.

Cubrepantallas táctiles, protegen pantallas de ordenador, bacteriostáticos y resistentes a los desinfectantes.



Algunos fabricantes deciden utilizar una batería de elementos desinfectantes (si pongo de todo, algo funcionará). Combinan un filtro HEPA con luces ultravioletas, con ionización del aire, en la generación, según se nos dice, de radicales libres (OH) y llegando aquí todo el mundo empieza a explicar cosas sobre los radicales libres, cuestión que está muy difundida, pero poco o nada se sabe de estudios serios y sus efectos sobre la salud de las personas y su efecto real sobre los microorganismos patógenos.

Los estudios y ensayos que se presentan son casi siempre de laboratorios privados y donde se expresa claramente (esto cuando se consigue algún informe completo) que: *"Los resultados no se publicaran de forma parcial"* y en los más serios: *"Este documento no se utilizará para publicidad del producto"*.

Una tecnología esterilizante que realmente tiene estudios contrastados por laboratorios oficiales y avalados por estudios médicos, es la descarga en corona de alto voltaje en forma multiseriada, donde se produce una alta tensión entre 10 y 50 kV sobre las partículas a su paso por la cámara de descarga, destruyéndolas todas, las bióticas y no bióticas. Ver artículo publicado en el presente Anuario: *"El plasma frío como elemento esterilizante para ambientes interiores"*.

UVC Sistemas robóticos autoportantes

Otra de las novedades que se están viendo de una forma cada vez más habitual son los denominados Robots UVC o sistemas autoportantes UVC. Estos dispositivos realizan la función de desinfección (no esterilización) en diferentes salas hospitalarias. Su principal ventaja es que no requieren de plazo de seguridad tras su uso, permitiendo que la sala pueda ser utilizada directamente tras la salida del dispositivo. Un problema que presentan estos dispositivos es que, dada la disposición y las variaciones de la ubicación de los dispositivos en las habitaciones o salas de UCI, la función automática que tienen los dispositivos más avanzados no se puede aprovechar plenamente debido al poco espacio que hay en las habitaciones. Este poco espacio causa que los sensores de seguridad de algunos de los robots actúen y no terminen de realizar la desinfección de la habitación de forma correcta. Los sensores son necesarios para evitar la colisión del robot con los elementos de la habitación, o para el paro automático del sistema en caso de presencia humana. Poco a poco, están apareciendo nuevas soluciones que reducen el diámetro de estos y, así, consiguiendo que puedan acceder a todas las áreas del hospital. Cuanto menor sea el tamaño de la base, menos problemas encontrará para desplazarse por las diferentes disposiciones de las habitaciones del hospital.

Por supuesto, este tipo de dispositivos solo pueden ser utilizados en ausencia de personas o con una cobertura total de las mismas. Habría que valorar si las ventajas superan a las desventajas en el uso de este tipo de dispositivos, aunque, en casos como el actual donde las camas UCI son un bien tan sumamente preciado y cada minuto cuenta, consideramos que las ventajas superan a las desventajas de este tipo de dispositivos.

Para poder conocer la eficacia de la desinfección en las salas, se pueden utilizar tiras reactivas. Gracias a estas tiras reactivas se puede conocer la cantidad de radiación UVC recibida en un punto concreto y verificar, gracias a los estudios realizados sobre cuanta radiación tiene que recibir un determinado microorganismo para ser neutralizado, que la habitación queda desinfectada frente a diferentes microorganismos.

Cajas de desinfección UVC

Para la desinfección de diferentes pequeños objetos o mascarillas, se han desarrollado muchas cajas de desinfección mediante luz UVC. Ciertamente, estas cajas (siempre que estén debidamente certificadas por un órgano competente) pueden realizar la desinfección de estos pequeños objetos. El principal problema es que no hacen una desinfección de 360°. Hasta el día de hoy, solo tengo conocimiento de un dispositivo que sí puede realizar una desinfección de 360°. Este dispositivo (llamado ElectroClave[tm]) utiliza bandejas de cristal de cuarzo que permite que la luz UVC la atraviese sin perder su capacidad de desinfección, permitiendo una desinfección de 360° real.

Bibliografía

1. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their ... G Kampf. Department of Molecular and Medical Virology, Ruhr University Bochum, Universitätsstrasse 50, 44801 Bochum, Germany 2020. www.journalofhospitalinfection.com

2. Self-Disinfecting Copper Beds Sustain Terminal Cleaning and Disinfection (TC&D) Effects Throughout Patient Care. Schmidt MG1, Attaway HH2, Fairey SE2, Howard J3, Mohr D4, Craig S3. Appl. Environ Microbiol. 2019 Nov. 8.

3. Antimicrobial Silver in Medicinal and Consumer Applications: A Patent Review of the Past Decade (2007-2017) Wilson Sim et all.1 School of Chemistry & Molecular Biosciences, The University of Queensland, Australia Review, 2018.

4. Inactivación rápida de especies biológicas en el aire utilizando plasma no térmico a presión atmosférica, autor Yongdong Liang et all *Environ. Sci. Technol.* 2012, 46, 6, 3360-3368 4 de marzo de 2012 https://doi.org/10.1021/es203770q

5. Non-thermal plasma application in air sterilization, Conference Paper in IEEE International Conference on Plasma Science. January 2004 DOI: 10.1109/PLASMA. 2004. 1339779 Michael Gallagher, Drexel University.

Antonio Cobo (antonio.cobo@sespa.es)
Ingeniero industrial
Jefe de Servicio de Gestión y Seguridad de las Instalaciones, Ingeniería y Mantenimiento
SESPA Area Sanitaria V
Presidente del 38º Congreso AEIH Gijón 2021

Ingeniería en acción

Premios 38º Congreso AEIH Gijón 2021

El artículo presenta los trabajos premiados recibidos por el Comité Científico del Congreso AEIH Gijón 2021 respondiendo a su convocatoria y especialmente los premios Ingeniería en acción, con los resultados obtenidos en respuesta a la pandemia y a la emergencia climática.

Historia de un galardón

Desde los primeros momentos, la organización del 38º Congreso de Ingeniería Hospitalaria de Gijón y la AEIH, se habían planteado como objetivo del Congreso el poner en valor el tremendo esfuerzo de los servicios técnicos de los centros sanitarios en mejorar y dar respuesta a las necesidades de las infraestructuras sanitarias.

En un primer momento, allá por el año 2019, se esbozaron los premios "Ingeniería en Acción: Emergencia Climática", una vez aparecida la pandemia, hemos ampliado su diseño y alcance a los premios "Ingeniería en Acción: Respuesta a la Pandemia".

Así, en el caso de los premios "Respuesta a la Pandemia" el objetivo es premiar la labor de aquellos equipos de profesionales que han habilitado nuevos puestos, áreas o equipos de atención a pacientes COVID. Y de igual manera, para el caso de lo premios "Emergencia Climática", se pretende premiar a los equipos que han desarrollado, en su día a día, proyectos y programas de reducción del consumo energético.

Premio Ingeniería en Acción

En la categoría, "Respuesta a la Pandemia" se solicitaron datos del alcance del dispositivo sanitario en relación con la población atendida en cuanto al número de camas (con suministro de O_2) o camas UCI adicionales montadas o habilitadas, el número de puestos de atención sanitaria u hospitalización (con suministro de gases medicinales) montadas o habilitadas adicionalmente en el dispositivo sanitario y/o el número de equipos de ventilación asistida o respiradores adicionales dispuestos para atención de pacientes en el centro asistencial.

En la categoría "Respuesta Climática" se solicitaron datos relacionados con la energía consumida en los últimos años, área de actuación, reducciones ee consumo eléctrico y térmico.

Para participar en los premios se debía rellenar un formulario con los datos solicitados pudiendo optar al Premio cualquier equipo de profesionales de la ingeniería y la arquitectura perteneciente a una entidad categorizada como Centro asistencial, tanto de gestión pública como privada, que cumpliese los siguientes requisitos:

Respuesta a la Pandemia

– Haber acogido pacientes COVID en sus instalaciones adicionales.
– Haber realizado un esfuerzo significativo, susceptible de ser demostrado documentalmente en la correspondiente mesa, Ingeniería en acción: Respuesta a la Pandemia.

Emergencia Climática

– Haber reducido significativamente el consumo de energía primaria en el centro sanitario en relación con el consumo realizado en 2 periodos anuales diferentes anteriores.
– Haber realizado un esfuerzo significativo, susceptible de ser demostrado documentalmente en la correspondiente mesa, Ingeniería en acción: Emergencia Climática.

Candidaturas recibidas

Se recibieron 34 candidaturas de centros sanitarios con actuaciones de Respuesta a la Pandemia y 7 candidaturas de centros sanitarios con mejoras en sus consumos energéticos para los Premios de Emergencia Climática.

Así, el conjunto de las candidaturas recibidas para la categoría de Premios Respuesta a la Pandemia fueron capaces de poner a disposición de los profesionales sanitarios casi 8.000 camas adicionales para pacientes COVID (más de 3.000 de ellas en Hospitales de Campaña), incrementaron en cerca de 1.500 los boxes UCI, alcanzando en dichos 34 centros unos 2.200 puestos UCI, y crecieron en más de 5.000 puestos de atención con O_2, además de poner a disposición 1.500 ventiladores para atención de pacientes críticos, y todo ello puesto en marcha en escasos días e incluso horas.

En cuanto a las candidaturas a los Premios de Respuesta a la Emergencia Climática, en su conjunto, ahorraron más de 11.000.000 kWh al año, en consumos eléctricos y térmicos, con una mejora de costes superiores a 1.100.000 € anuales y una descarbonización de unas 1.800 toneladas de CO_2 por año.

La defensa de las candidaturas fue digna de todo elogio y constituyó una muestra de los mejores trabajos de la Ingeniería y la Arquitectura en su campo. Se desarrolló en la Sala Asturias del Palacio de Congresos, una sala atestada de profesionales .Una exposición permanente con todos los trabajos presentados en formato póster pudo ser visitada durante el Congreso.

Las presentaciones de los trabajosen sala y los pósters exhibidos, pueden ser vistos en la plataforma del Congreso en el enlace, https://congresodeingenieriahospitalaria.com/gijon2021/plataforma/

El Comité y la AEIH consideraron que todos los trabajos presentados, Fruto de todo ese esfuerzo, fueron dignos de ser premiados, sin importar el tamaño del centro ni los recursos disponibles para la solución o mejora aportada. Todos, en cada

Premios respuesta a la pandemia

CENTRO SANITARIO	CC.AA	Nº camas hospital campaña	Nº Nuevas Camas Hospitalización	Nº Nuevas camas UCI	Nº Nuevos puestos atención O_2	Nº Nuevos respiradores UCI
Hospital General de Segovia	Castilla y León		21	12	32	17
Área Gestión Sanitaria Sur Sevilla (AGSSS)	Andalucía			1	7	3
Hospital Enfermera Isabel ZENDAL	Madrid		1.016	46	1.016	87
Hospital San Agustin	Asturias		48	25		28
5 Edificios Hospitalarios Polivalentes	Cataluña		208	282	282	0
Hospital Universitario Perpetuo Socorro Albacete	Castilla la Mancha		210		250	15
Hospital Universitario de ELDA	Valencia		548	29	189	22
Hospital Clínica Universitario de Valladolid	Castilla y León		184	74	209	25
Nueva UCI Gregorio Marañon	Madrid			35		
Hospital Feria de Valladolid	Castilla y León	200	200	8	208	
Hospital Santos Reyes	Castilla y León	200	200		65	
Hospital Provisional H144	Asturias	144	145	1	145	
Área Sanitaria de A Coruña E CEE	Galicia	240	264	82	346	68
Hospital Universitario Cruces. OSI EEC	Euskadi		317		2	50
Hospital COVID-19 IFEMA	Madrid	1700	1.700	96	1.300	32
Complejo Hospitalario de Navarra	Navarra		145		30	49
Hospital Universitario de Jerez	Andalucía				0	
Hospital Universitario Ramon y Cajal	Madrid			54	54	
Hospital Universitario Galdakao-Usansolo	Euskadi		104	55	104	60
Hospital de Jove	Asturias		0	13	13	10
Pabellón VIC Salud	Cataluña	160	160			
Hospital Universitario de Cabueñes	Asturias		70	30	88	42
Hospital Universitario El Escorial	Madrid			2	9	6
Área de Urgencias Hospital Río Tinto	Andalucía		8		6	8
Ourense, Verin e O Barco de Valdeorras	Galicia		120			
Hospital de Campaña de Carranque	Andalucía	200	157			
Consorci Corporació Sanitaria Parc Taulí	Cataluña	202	202	160	362	60
Hospital Universitario de Araba - Sede Txagorritxu	Euskadi		200	56	200	25
Hospital 12 de Octubre	Madrid		916	54	132	37
Credine	Asturias		66		15	
Hospital Universitario de Basurto	Euskadi		190	35	12	54
Hospital Universitario Vall d'Hebron	Cataluña	132	194	236	257	142
Hospital Universitario Central de Asturias	Asturias		0	105	59	90
Punto Apoyo Servicio Urgencias de Cabueñes (PAUC)	Asturias					
TOTALES		**3178**	**7.593**	**1491**	**5392**	**930**

Premios respuesta a la emergencia climática

CENTRO SANITARIO	CC.AA	EDIFICIO Actuado	kWh Ahorro TOTAL	kWh Ahorro Eléctrico	kWh Ahorro Gas N	€ Ahorro TOTAL
Hospital Residencia Sant Camil y Hospital Sant Antoni Abat	Cataluña	Central térmica	**1.690.412**	483.043	1.207.369	**331.048**
Hospital Universitario de Cabueñes	Asturias	Central térmica	**730.000**	330.000	400.000	**58.220**
Hospital Manises	Valencia	Hospital de Manises	**3.883.368**	1.116.093	2.767.275	**251.388**
Hospital Univesitario Severo Ochoa	Madrid	Hospital y nave instalaciones	**4.146.443**	1.387.746	2.758.697	**242.276**
Complejo Hospitalario de Navarra	Navarra	Banco de Sangre y Tejidos	**82.429**	82.429		**10.000**
Hospital IMQ Zorrotzaurrre	Pais Vasco	Central térmica	**301.896**	358.835	216.094	**19.886**
Edificios Periféricos Area Sanitaria V	Asturias	22 centros de salud	**481.000**	296.000	195.000	**205.300**
TOTALES			**11.315.548**	**4.054.146**	**7.544.435**	**1.118.118**

una de las categorías, han sido merecedores cada uno, del correspondiente galardón, dado su complejidad y su capacidad de respuesta, levantándose acta de dicha decisión. Incluso, en la totalidad de los casos, los trabajos han sido defendidos repletos de emoción, sobrepasando el nivel del compromiso profesional del Congreso. La entrega de los galardones, diseño exclusivo de Santamarina Diseñadores, realizado ex profeso para este evento,tuvo lugar en el acto de clausura.

Sirva este artículo, como homenaje y aplauso a todos los compañeros y compañeras que han puesto de manifiesto las brillantes capacidades de la Ingeniería y la Arquitectura para apoyar y mejorar la respuesta al COVID y contribuir a la descarbonización de la sociedad a la que prestamos nuestros servicios.

Premios a Comunicaciones libres

Además de las 41 comunicaciones candidatas a los premios "Ingeniería en acción", en la sala Gijón se presentaron otras 55 comunicaciones libres, un récord más de participación. El Comité Científico del Congreso, en una muy difícil decisión ante la gran calidad de los trabajos recibidos, decidió premiar a tres de las comunicaciones libres presentadas; premios que se entregaron en el curso de la cena de clausura.

Primer premio: "Centro de Control Bloque Quirúrgico Hospital General Universitario Gregorio Marañón" del SERMAS, cuyos autores fueron Joaquín Rodríguez-Barbero Rodrigo (Subdirector Área Ingeniería HGUGM), Manuel Pérez Vallina (Subdirector Sistemas de la información HGUGM) y Raúl López Martínez (Jefe de Servicio Sistemas de la Información HGUGM).

Segundo premio: "Gestión de activos en edificios hospitalarios con metodología BIM. caso de estudio: Hospital Universitario de Jaén" del Servicio de Salud Andaluz cuyos autores fueron Francisco Javier Montiel Santiago (Servicio Andaluz de Salud/Universidad de Jaén), Manuel Jesús Hermoso Orzáez (Universidad de Jaén) y Julio Terrados Cepeda (Universidad de Jaén).

Tercer premio: "Resistencia de las instalaciones de gases medicinales ante las nuevas circunstancias actuales y futuras" de la Organización Sanitaria Integrada Araba de Vitoria-Gasteiz, Servicio Vasco de Salud y cuyos autores fueron Javier Díaz de Cerio (Jefe de Mantenimiento del Área de Salud OSI Araba) y Eider Abasolo Osinaga.

Leído en IFHE Digest 2021

La International Federation of Hospital Engineering, agrupa asociaciones profesionales de ingeniería y arquitectura hospitalaria a nivel mundial. Actualmente forman parte de la federación 30 asociaciones nacionales que reunen a cerca de 13.000 miembros activos. Sus estatutos son muy similares a los de nuestra Asociación Española AEIH, que forma parte con el nº 13. Presentamos en esta página, con un resumen en español, algunos artículos que publica en su Anuario IFHE Digest 2021, indicando la página de la edición en inglés a cuya versión digital puede accederse haciendo click en IFHE Digest desde el portal de IFHE www.ifhe.info.

17 *Covid 19 and beyond: the Italian experience*

Daniela Pedrini – Technical Director University Hospital Bologna.

Aprendiendo de la dramática experiencia de Italia con la pandemia del Covid 19, la autora trata en este artículo diversos aspectos del papel que han tenido los ingenieros hospitalarios que en paralelo con los profesionales médicos y de enfermería han respondido a la rápida y cambiante evolución de los requerimientos asistenciales. Analiza y describe los campos de acción donde los servicios técnicos han sido fundamentales para la preparación de espacios y adaptación de instalaciones para atender a los contagiados y proteger de la infección a otros pacientes y personal en general. Destaca la modularidad y flexibilidad de las soluciones aplicadas.

21 *Impact of the pandemic on healthcare*

Emma Bolton – Leeds Area director – Community Ventures Ltd. UK.

La pandemia del Covid 19 ha impactado de forma sensible en el modo de utilización de los edificios sanitarios tanto para la asistencia a los pacientes como para la protección en general contra infecciones cruzadas. El artículo explora si las medidas adoptadas en la crisis deben tener continuidad en el futuro y en el desarrollo de proyectos flexibles y modulares. Analiza aspectos como el incremento en medidas de higiene, mayor utilización de la atención médica on line, segregación de áreas para prevenir contagios, medidas para distancias de seguridad, protocolo para las visitas etc.

37 *How biomed technicians make hospitals safer*

Michael Brown – Biomedical Technician – Christchurch – NZ.

Michael, es uno de los 31 técnicos del servicio de electromedicina del mayor hospital público de Nueva Zelanda del Sur, y en este artículo detalla los aspectos más relevantes de su función que califica de crucial para garantizar la seguridad en el uso de equipamiento electromédico. Su intervención no solamente consiste en el mantenimiento y la reparación de un equipo, sino que empieza en el asesoramiento para la compra de equipos nuevos, su puesta en marcha y educación del personal en su manejo, la revisión periódica de parámetros de uso, anticipación de fallos, etc.

44 *Meeting Covid 19 with complementary units*

Estudio Cella de Arquitectura – Argentina.

Los autores exponen, desde su punto de vista, los conceptos y criterios que se debieran tener en cuenta en los casos de ampliaciones temporales de la capacidad de los hospitales en situaciones de emergencia, mediante la construcción rápida de unidades complementarias y modulares. Enfoca tres cuestiones: qué áreas debieran ser ampliadas, qué tecnología debiera implementarse y dónde estas unidades debieran localizarse. Se presentan propuestas de diseño y modelos constructivos para áreas que a juicio de los autores son acreedoras a disponer de estas ampliaciones de emergencia, Admisiones y Unidades de Cuidados Intensivos.

53 *What the future holds for water safety*

Daniel Pitcher – Managing Director – Water Hygiene Center – UK.

El autor considera el desarrollo de controles sistemáticos de la calidad del agua en los edificios sanitarios. Desde la identificación hace ya 43 años de la bacteria Legionella, cuyo control en los hospitales es hoy en día un problema resuelto, se han identificado otros patógenos presentes en el agua, entre los cuales la Pseudomona aeruginosa, que ha impulsado un creciente y riguroso control y monitorización de la calidad del agua con ayuda de modernas tecnologías propias de la era digital en que vivimos.

57 *Indoor environment's role in hospital health*

Eleonora Cioni – Chief executive – Asclepio Consultoria. Brazil.

El artículo repasa el papel que juega la calidad y confort del entorno del paciente en su salud y recuperación. Por otra parte considera que la pandemia del Covid 19 ofrece una oportunidad para subir el nivel de esta calidad ambiental. Los conceptos evaluados incluyen no solamente la calidad del aire (filtración, temperatura, humedad), iluminación, acústica y condiciones de confort en general, sino también el agua, los materiales y la energía, enfocado todo ello en su impacto en la salud del usuario. La autora recomienda tener estos conceptos de diseño en cuenta y aplicarlos en proyectos post Covid, junto a los ya comúnmente aceptados de versatilidad y flexibilidad.

63 *Hospital modules for treating Covid 19 cases*

Mariana Irigoyen, Luciano Monza. Arquisalud – Argentina.

Los autores describen su Proyecto para el Desarrollo de unidades modulares hospitalarias para el tratamiento de pacientes afectados por el Covid 19. El objetivo de su propuesta es mantener una alta calidad arquitectónica y funcional, al tiempo que se aplique un sistema de construcción modular que permita una muy rápida construcción y puesta en marcha. El artículo presenta planos y diseños de estas unidades modulares adaptadas a usos diversos, en los que se consideran criterios de diseño que tienen en cuenta las condiciones de confort y bienestar de los usuarios, orientación, luz natural, ventilación, patios de luz, etc.

69 *Clean and green: the all-electric hospital*

Hywyb Jones – Senior electrical engineer. Arup. UK.

Existe una tendencia a nivel global hacia la electrificación de los tradicionales sistemas de obtención de energía térmica en los edificios con el objetivo genérico de reducir las emisiones de CO2 y optimizar los costes de operación. En este artículo la consultora inglesa Arup presenta el estado actual de la cuestión en un estudio sobre los costes y beneficios medioambientales obtenidos al reemplazar calderas con gas como combustible en edificios hospitalarios por una variedad de sistemas que usan la electricidad para los mismos fines que las calderas tradicionales. Aparte la contribución de placas solares, el estudio considera alternativas de calefacción por techo radiante, calderas eléctricas, bombas de calor, etc y tiene en cuenta los costes implicados de inversión, mantenimiento y operación, costes que varían según los países.

73 *High quality modular transportable ICUs*

Santiago Viale – Arquitecto – Córdoba – Argentina.

El diseño de unidades modulares de rápida construcción ha sido una estrategia que se ha repetido globalmente para conseguir una ampliación de espacios hospitalarios para hacer frente a las situaciones de emergencia creadas por la pandemia del Covid 19. En este caso los arquitectos argentinos Viale presentan en este artículo su diseño de módulos transportables específicos para cuidados intensivos. Los módulos son prefabricados y cumplen todos los requisitos y reglamentos de las autoridades sanitarias argentinas. Consisten en 16 salas dispuestas a ambos lados de un pasillo central donde se ubican los controles y servicios complementarios. El Sistema está diseñado para que cada puesto pueda ser configurado con presión positiva o negativa para un óptimo control de contaminaciones cruzadas.

77 *Emergency healthcare architecture in Brazil*

Fabio Bitencourt – Arquitecto – ABDEH. Brazil.

ABDEH, Asociación Brasileña para el Desarrollo de los Edificios Hospitalarios, integrada en la Federación IFHE, presenta en este artículo un resumen de nuevos conceptos de diseño de edificios hospitalarios en respuesta a la emergencia sanitaria provocada por la pandemia del Covid 19. En la mayoría de áreas sanitarias se crearon comités de crisis compuestos por profesionales de la gestión, de la asistencia sanitaria, y de técnicos de arquitectura y de ingeniería. Las primeras intervenciones fueron dirigidas al aislamiento de los cuidados para personas infectadas por Covid, sea en espacios exteriores sea mediante un estricto control de flujos y ambientes en el interior controlando ventilaciones y contaminaciones cruzadas. Al respecto se presentan varios ejemplos de construcciones sanitarias Covid en Brasil.

Directorio de Miembros de la IFHE, International Federation of Hospital Engineering

A01 GRAN BRETAÑA - IHEEM - www.iheem.org.uk
A02 ITALIA - FENATO - www.usppi.info
A03 FRANCIA - IHF - www.ihf.fr
A05 PORTUGAL - APEH - www.iol.pt
A06 HOLANDA - NVTG - www.nvtg.nl
A08 NUEVA ZELANDA - www.nziheem.org.nz
A09 AUSTRALIA - IHEA - www.ihea.org.au
A10 SUDÁFRICA - SAFHE - www.safhe.co.za
A12 BÉLGICA - VTDV - www.vtdv.be
A13 ESPAÑA - AEIH - www.aeih.org
A14 SUIZA - IHS - www.ihs.ch
A15 DINAMARCA - FSTA - www.fsta.dk
A16 ISRAEL - IAHE
A17 ALEMANIA WGKT - www.wgkt.de
A18 CANADÁ - CHES - www.ches.org
A20 JAPÓN - HEAJ - www.heaj.org
A22 INDONESIA - HATIMI
A24 ALEMANIA - FKT - www.fkt.de
A25 ARGENTINA - AADAIH - www.aadaih.com.ar
A28 NORUEGA - FSTL - www.fstl.org
A32 URUGUAY - SUAIH - www.suay.com.uy
A33 UGANDA - UNAMHE - www.unamhe.org
A35 BRASIL - ABDEH - www.abdeh.org.br
A38 FINLANDIA - AFHE - www.ssty.fi
A39 KENYA - AMEK
A40 AUSTRIA - OVKT - www.ovkt.at
A41 INDIA - IHE - www.iheindia.org
A42 KOREA - KIHA - www.ikiha.org
A43 MALASIA - BEAM - www.beam.org.my
A44 ITALIA - SIASIS - www.siais.it
A45 CHINA - HASRB - www.vip.sina.org
A46 COSTA RICA - ACOAIH
A47 CHILE - AARQHOS - www.hospitalaria.cl
A48 CUBA - CCAINH
A49 USA - HCI - www.aol.org
A50 COLOMBIA - ACAIH

El conocimiento debe mejorar y crecer continuamente o se desvanece (Peter Drucker)

La Biblioteca Virtual de la AEIH en www.aeih.org

Contiene en la sección de Enlaces y archivos de interés:

ARTÍCULOS TÉCNICOS, clasificados por temas, básicamente los publicados en los Anuarios AEIH. Accediendo a Biblioteca Virtual por artículos aparecen todos los publicados, listados en orden cronológico decreciente. Al lado se encuentra "filtrar búsqueda" por temas. Seleccionando un TEMA se muestran solamente los artículos relacionados con él. Haciendo click sobre el artículo interesado se accede a un corto resumen de su contenido, con información sobre autor/es y fuente . Clickando en "descargar" aparecerá el artículo completo en pdf.

Pueden consultarse los últimos **ANUARIOS AEIH** publicados, con todas sus páginas en formato pdf.

Asimismo puede accederse en la página de inicio al **Histórico de Congresos** con la información general, programa y presentaciones de los últimos celebrados.

Publicación de Ingeniería Sanitaria en www.aeih.org

Se ha concebido como un periódico on line, accesible desde la web de la AEIH. Se edita mensualmente por Sanitaria 2000 con la colaboración de la Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria (AEIH), que por medio de su Junta Directiva orienta las informaciones que atañen a su ámbito institucional.

La Publicación aborda noticias relacionadas con la actividad de la ingeniería y la arquitectura en el sector sanitario a nivel nacional y que el equipo redactor ha considerado de interés para los lectores.

Cursos de formación on line sobre ingeniería y arquitectura hospitalaria

Organizados por Hospitecnia, están confeccionados por ingenieros y arquitectos independientes y la mayoría están certificados por el Instituto de Formación Continua de la Universidad de Barcelona (IL3-UB). Son cursos de capacitación especializada dirigidos a técnicos de consultorías, empresas instaladoras, y a personal de infraestructuras, servicios generales y mantenimiento de hospitales. **Hospitecnia ofrece un descuento del 20% a los miembros de la AEIH**. Encontrará toda la información en https://hospitecnia.com/hospitecnia/formacion/

La apertura de períodos de matriculación será comunicada oportunamente por e-mail a los miembros de la AEIH.

Curso de Instalaciones en centros sanitarios (50 horas - 2 créditos ETCS)

Objetivo: dar a conocer los principales requisitos de diseño y funcionamiento de las instalaciones técnicas en centros sanitarios y hospitalarios.

Curso Quirófanos y otras salas blancas hospitalarias (75 horas - 3 créditos ETCS)

Objetivo: garantizar el correcto diseño y funcionamiento de las principales salas blancas hospitalarias.

Curso Introducción a la gestión de equipamiento médico (75 horas - 3 créditos ETCS)

Objetivo: dar a conocer las nociones básicas de los procedimientos asociados al equipamiento de un centro sanitario.

Curso Diseño arquitectónico del Bloque Quirúrgico y la UCI (50 horas - 2 créditos ETCS)

Objetivo: fomentar una mayor cultura arquitectónica y dar a conocer tendencias de diseño de los Bloques Quirúrgicos y las UCIS.

Curso Maternidad hospitalaria (50 horas - 2 créditos ETCS)

Objetivo: reflexión profunda y amplia sobre las maternidades y su diseño bajo el enfoque de la innovación y humanización.

Curso Tratamiento de agua en hospitales y centros sanitarios (12 horas)

Objetivo: reconocer las problemáticas acerca del agua en un centro hospitalario, aprender los distintos sistemas para tratarla, y conocer las especificaciones y las calidades necesarias en los distintos usos, circuitos y servicios médicos.

Curso Instalaciones eléctricas para edificios sanitarios (60 horas)

Objetivo: servir de guía para el diseño de sistemas eléctricos con alta seguridad de funcionamiento en infraestructuras sanitarias.

Curso Prevención de la Legionella y control de la calidad del agua (40 horas)

Objetivo: recopilar los aspectos más relevantes relacionados con la calidad del agua y la prevención de la Legionella.

Curso Cámaras Hiperbáricas para uso sanitario (25 horas)

Objetivo: dar a conocer los aspectos técnicos fundamentales relacionados con la ingeniería de las cámaras hiperbáricas para uso sanitario.

Resumen de noticias relevantes en 2021 de la Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria

31 de Marzo de 2021 – La Comunidad de Madrid concede la Cruz de la "Orden del Dos de Mayo" a la AEIH

Decreto 25/2021, de 31 de marzo, de la Presidenta de la Comunidad de Madrid, por el que se concede la Cruz de la "Orden del Dos de Mayo" a la Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria.

Desde el inicio y durante las sucesivas olas de la pandemia que ha creado un excepcional estado de emergencia en la Sanidad, se ha puesto de relieve la importancia de lo que hasta entonces había sido una labor callada de los profesionales de la ingeniería y arquitectura en estrecha colaboración con los profesionales de la sanidad, en hospitales y centros de salud.

Su intenso trabajo y especial dedicación en tiempos de pandemia, creando espacios e instalaciones en una constante lucha contra la Covid, ha sido reconocido en todo el ámbito nacional.

La Comunidad de Madrid ha dado un paso más y ha distinguido con la Cruz de la "Orden del Dos de Mayo" a la AEIH, en atención a los méritos y circunstancias que concurren en nuestra Asociación, como entidad que agrupa gran número de estos profesionales, por toda su labor en tiempos de pandemia, y en particular por su asistencia técnica en el proyecto y ejecución de obra del Hospital Enfermera Isabel Zendal.

24 de Junio de 2021 – Convenio marco entre la Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria y la Real Academia de Ingeniería

En Madrid a 24 de Junio de 2021, la Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria (AEIH) y la Real Academia de Ingeniería (RAI) han firmado un convenio marco para la colaboración entre ambas instituciones.

De una parte D. Pedro Manuel López Redondo, actuando en nombre y representación de la AEIH en su calidad de Presidente y de otra D. Antonio Colino Martínez, actuando en nombre y representación de la RAI, en su calidad de Presidente, han sido los encargados de rubricar este acuerdo.

Los ámbitos prioritarios en los que las partes prevén centrar su colaboración serán:

• La organización y realización conjunta de seminarios, jornadas, sesiones técnicas, dirigidas a la formación, información y divulgación de la ingeniería y de las materias objeto de este protocolo.
• Diseñar y organizar de forma conjunta acciones que aporten valor a ambas instituciones y sirvan para estrechar lazos de colaboración.
• Cualesquiera otras que se estime de interés entre ambas partes.

Para la ejecución de dicho proyecto las partes se comprometen a diseñar y llevar a efecto un Programa de Actuaciones Específicas anexo al Acuerdo Marco. Sus términos se concretarán en el seno de una Comisión de Seguimiento.

10 de Septiembre de 2021 – Renovación de cargos en la Junta Directiva de la Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria

El 5 de Abril de 2021, la Junta Directiva de la AEIH comunicó a todos sus miembros que el Presidente D. Luis Mosquera Madera, había presentado su renuncia al cargo, debido a sus nuevos proyectos personales y profesionales.

En su carta de dimisión D. Luis Mosquera manifiesta que se ha incorporado a una empresa privada líder en el sector industrial y sanitario y que ante esta situación, en pro del buen gobierno de la AEIH, ha creído que lo más conveniente era su renuncia como Presidente en forma que no se pueda producir conflicto de intereses. Asimismo manifiesta su agradecimiento a todos los que le han ayudado durante su desempeño y han contribuido al crecimiento y prestigio de la AEIH, en especial al Secretario general D. Javier Guijarro Hueso.

Desde el 3 de mayo y hasta que se oficialice su relevo, todas las funciones de presidencia han recaído sobre el vicepresidente D. Pedro Manuel López Redondo. Convocadas estatuariamente elecciones para renovación de vicepresidente y vocal, habiéndose presentado 5 candidatos: el resultado de las votaciones ha sido ampliamente favorable a D. Pedro M. López Redondo y a D. Luis González Sterling, por lo que mantienen su puesto en la Junta Directiva de la AEIH.

La Asamblea General durante el Congreso de Gijón ha confirmado a D. Pedro M. López Redondo como Presidente.

VIII Encuentro Global de Ingeniería Hospitalaria

El 21 de octubre 2020, arranca el VIII Encuentro Global de Ingeniería Hospitalaria que, por primera vez en su historia, se realiza de forma mixta, tanto desde el plató de Redacción Médica y Sanitaria 2000, entidades encargadas de organizar esta cita, como a través de plataformas digitales. El evento, auspiciado por la Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria (AEIH) y patrocinado por Carburos Médica, está concebido para abordar temas de una actualidad protagonizada por la pandemia provocada por el Covid-19.

En el acto inaugural han intervenido en su presentación:

Luis Mosquera Madera. Presidente de la Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria (AEIH).

José Mª Pino García. Presidente de Sanitaria 2000.

Javier Godoy Pallarés. Director de Carburos Médica.

La crisis Covid, una oportunidad para poner en valor al ingeniero de hospitales

Luis Mosquera ha tomado la palabra en primer lugar, poniendo en valor el gran trabajo de los profesionales sanitarios y en particular de los ingenieros hospitalarios que con imaginación y esfuerzo han generado espacios y dado servicio donde ha sido necesario para combatir la pandemia del Covid 19. Los hospitales son muy complejos y precisan de muchos actores en trabajo coordinado y los que acostumbran a estar en segundo plano, han sido actores muy importantes en esta pandemia. Luis Mosquera expone cómo la palabra "elasticidad" se ha vuelto de uso común entre nosotros pero que es un término que siempre ha estado relacionado con la Sanidad y su capacidad de adaptación. Un concepto de diseño que en esta crisis se ha venido aplicando a las reformas y a los nuevos espacios asistenciales, y en estas fechas en particular al nuevo hospital Isabel Zendal. Se ha referido también al gran papel que ha tenido en esta crisis la Industria en su respuesta a los requerimientos de emergencia, como por ejemplo en el caso de los gases médicos donde se ha triplicado en muchos casos la demanda de oxígeno en los momentos más duros de la crisis, lo cual ha permitido demostrar el diseño eficaz y eficiente de estas instalaciones.

Javier Godoy ha destacado también la labor en esta crisis de los profesionales de la medicina y la enfermería, reivindicando asimismo la necesidad de dar a conocer el trabajo del resto de profesiones y en particular del ingeniero, porque la gente de la calle lo desconoce. José Mª Pino ha redundado en estos conceptos y ha destacado cómo estos encuentros han servido para dar a conocer experiencias y extender conocimientos de un amplio colectivo que forma la estructura de la Sanidad.

PRIMERA MESA DE DEBATE 21 de Octubre 2020

Medicalización de Residencias de Tercera Edad

Rosario Azcutia Gómez. Directora de Continuidad Asistencial, Hospital 12 de Octubre.

Javier Godoy Pallarés. Director de Carburos Médica.

Pilar Ramos González. Vicepresidenta del Círculo Empresarial de Atención a las Pesonas y Presidenta de la Asociación Madrileña de Atención a la Dependencia.

Modera: Cristina Alcalá López. Jefa de Sección de Nacional de Redacción Médica.

Cuando la Covid acabe, que nadie se olvide de los mayores en las Residencias.

Las Residencias de Tercera Edad han sido, en la crisis Covid, trágicas prota-

Primera mesa de debate.

gonistas por el elevado número de contagios y defunciones que han afectado a los ancianos residentes en estos centros sociosanitarios, agitando la opinión pública sobre si el modelo actual es el más adecuado a la función que se espera de ellos. Si bien por su concepto de centros de bienestar social donde priva el concepto residencial, no se contempla su medicalización, porque no son hospitales, la situación vivida en esta crisis en las residencias españolas nos ha mostrado deficiencias del modelo actual. Conviene pues definir qué significa "medicalizar" para que estos centros atiendan mejor a sus residentes.

SEGUNDA MESA DE DEBATE 26 de Noviembre 2020

La Covid-19 y la transformación de los hospitales

José Cesáreo Martín Pérez. Jefe de Servicio de Ingeniería del Hospital Universitario de Salamanca.

Daniel Romera Benito. Jefe de Mantenimiento del Hospital Fundación Jiménez Díaz de Madrid.

Antonio Sanz Villaverde. Gerente del Área Sanitaria Integrada de Guadalajara.

Luis Fernando Talavera Martín. Director de Ingeniería del Hospital Universitario de Gran Canaria Dr. Negrín.

Modera: Cristina Alcalá López, Jefa de Sección de Nacional de Redacción Médica.

España tendrá hospitales post Covid más elásticos, ágiles y polivalentes.

Esta mesa, se ha realizado de forma mixta, con dos participantes que han intervenido desde el plató y otros dos que han tomado parte de forma telemática.

La Pandemia Covid-19 ha generado un sensible incremento de ocupación de camas hospitalarias y de UCI que ha obligado a los hospitales a adaptarse ante la creciente demanda sin precedentes, creando y equipando espacios con imaginación y a gran velocidad para atenderla. En algunos casos se han integrado espacios propios del hospital o anexos y en otros se han creado estructuras nuevas de gran rapidez de ejecución.

Nunca antes los hospitales y las organizaciones sanitarias habían tenido que aplicar cambios y reformas a este ritmo, aprendiendo a separar lo prioritario de lo secundario En muchos casos, estos cambios han supuesto un rediseño de los servicios, con implicaciones tanto para el personal como para los pacientes. Aunque el principal catalizador del cambio ha sido la necesidad urgente de controlar la enfermedad y su propagación, cabe destacar que algunos de estos cambios venían siendo, durante mucho tiempo, prioridades para los sistemas sanitarios.

Los invitados a esta mesa de debate han relatado sus experiencias vividas en sus hospitales. Uno de los aspectos en que han incidido ha sido en el problema creado por la demanda de oxígeno, cuyo consumo ha llegado a triplicar el ordinario, por lo que se han introducido reformas y ampliaciones en las instalaciones que han permitido satisfacer esta demanda. La ampliación de camas de UCI ha sido otro campo de batalla, así como la organización de los servicios de Urgencias. En general los hospitales han asimilado la necesidad de transformación cara a futuras crisis , reservando y diseñando espacios con criterios de flexibilidad y polivalencia y al propio tiempo ampliando la capacidad de las instalaciones técnicas.

Segunda mesa de debate.

TERCERA MESA DE DEBATE 26 de Noviembre 2020

La eficiencia energética, palanca de mejora de las infraestructuras sanitarias

Francisco Arévalo García. Dirección Gerencia de la Agencia Andaluza de Energía.

Miguel Ángel Gil Amigot. Responsable del Depto. de Eficiencia Energética de GEE.

Andrés Manuel Zarzuelo Sánchez. Ingeniero, Hospital Universitario de Valladolid.

Modera: Javier Reneses Yepes. Di-

Tercera mesa de debate.

rector de Gestión, Hospital U. Severo Ochoa, Madrid.

Los hospitales post-Covid podrán invertir en eficiencia energética y ser más verdes.

Esta mesa de debate ha puesto de relieve la oportunidad estratégica que suponen los Fondos Europeos de Recuperación post Covid y ha repasado cómo se podrían utilizar en proyectos de mejora de eficiencia energética en los hospitales que al propio tiempo redunden en mayor confort de los usuarios y los trabajadores.

Los hospitales españoles, algunos con hasta 35 años de antigüedad, carecen y necesitan de intervenciones en profundidad en las instalaciones de los edificios para mejorar esa eficiencia energética.

Para ello, se ha resaltado, es necesario que haya una voluntad política, así como unas herramientas técnicas y financiación de proyectos seleccionados en planes de inversión de calidad en un escenario para, por medio de la eficiencia energética, conseguir un beneficio a través de la reducción de los consumos y la implantación de energías renovables.

Dentro de estos planes de inversión en economía verde, los hospitales deben convertirse en un sector prioritario y estratégico. Para ello, es necesario que España traslade todos aquellos acuerdos internacionales que hacen alusión a la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Para optimizar la aplicación de dichos fondos europeos, se ha señalado como necesaria la colaboración público-privada así como la creación de un protocolo de medida y verificación de los ahorros.

El potencial de ahorro energético es muy amplio y desde siempre hemos asistido a proyectos y propuestas a cargo de la ingeniería hospitalaria que, han introducido, en forma continuada y a medida de las posibilidades, mejores de eficiencia energética.

En ocasiones las propuestas se han podido aplicar sin necesidad de inversiones de capital, como el ejemplo que se ha explicado y que ya fue objeto de un artículo en el último Anuario, en el que se obtienen muy buenos resultados simplemente ajustando los volúmenes de ventilación de los quirófanos en tiempos de no ocupación, una experiencia extrapolable cuyos detalles pueden consultarse en el último Anuario AEIH 2020.

CUARTA MESA DE DEBATE 26 de Noviembre 2020

La industria tecnológica sanitaria ante futuras pandemias

Paloma Arriola Bolado. Jefe de Área de Innovación de la Dirección General del Proceso Integrado de Salud del SERMAS.

Javier Godoy Pallarés. Director de Carburos Médica.

Galo Gutiérrez Monsonís. Director General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.

Carlos Ibares Sanz. Director de Cardiva.

Modera: Cristina Alcalá López. Jefe de Sección de Nacional de Redacción Médica.

Soberanía nacional de la Industria en Tecnología Sanitaria ante futuras pandemias.

En esta mesa se ha abordado la preparación de la industria tecnológica española ante posibles pandemias que puedan desarrollarse en el futuro y el éxito de la colaboración público-privada en esta crisis del Covid-19.

Si echamos la vista atrás veremos la ruptura que vivió el mercado en la primera ola del coronavirus. Hubo problemas de suministro y hubo que hacer un esfuerzo enorme. Muchas empresas asumieron el reto de aportar los productos tecnológicos que más se necesitaban en el momento, demostrándose la importancia de mantener la producción de tecnología sanitaria en España, uno de los aprendizajes que ha dejado la pandemia de Covid-19: ir a una soberanía industrial con una Industria flexible y capacitada, con fórmulas para no depender de otros mercados donde el concepto precio pierde relevancia en condiciones extraordinarias.

Hemos exportado, y ahora hay que repatriar, tenemos que hacer un esfuerzo para que la Industria genere aquí empleo y riqueza.

Hay que estar preparados para la posibilidad de futuras pandemias. La industria tiene que ser flexible y estar capacitada para responder. La posibilidad que tiene Europa de competir con China es en la innovación, porque adaptarse no es solo producir a coste competitivo. Debemos definir unos criterios para que no sólo sea el precio el que marque el mercado. De esa manera podremos contribuir a la necesidad de contar con una soberanía nacional de la industria que nos permita estar preparados ante futuras crisis.

En cuanto a la importancia de la colaboración público-privada se ha insistido en potenciar esa colaboración

Cuarta mesa de debate.

en la industria tecnológica sanitaria . El conocimiento existe, tecnología hay, excelencia de sobras, lo único que tenemos que hacer es apoyarlas; para tener la capacidad suficiente y estar preparados ante cualquier crisis.

QUINTA MESA DE DEBATE 21 de Diciembre 2020

El nuevo Hospital Isabel Zendal de Madrid

Alejo Joaquín Miranda de Larra Arnaiz. Director General de Infraestructuras Sanitarias del SERMAS.

Javier Godoy Pallarés. Director de Carburos Médica.

Luis Mosquera Madera. Presidente de la Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria.

Modera: Martín Herrero Fernández. Vocal de la Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria.

El Hospital Isabel Zendal, un ejemplo de Seguridad, Versatilidad y Flexibilidad.

Esta mesa expone y comenta las características y los objetivos sanitarios del nuevo Hospital Isabel Zendal, diseñado durante la crisis del Covid 19 pensando no solamente en el día a día sino también en el futuro de similares emergencias sanitarias.

El Hospital Isabel Zendal es una infraestructura de soporte a toda la red del Sermas, un hospital que va a servir de apoyo a todos los hospitales, pretende realizar una importantísima labor que responde a la necesidad de las 1.000 camas que hubo en Ifema. A pesar de todos los esfuerzos que se hicieron en los hospitales, hizo falta poner en marcha estas camas en Ifema. Poner en marcha estas camas en el Isabel Zendal aporta una mayor capacidad a nuestro sistema hospitalario.

El planteamiento del Zendal no es el de un hospital general ni un hospital monográfico.

Seguridad, Versatilidad y Flexibilidad, son los valores que definen su diseño tanto de los espacios como de las instalaciones de ingeniería sobredimensionadas para atender cualquier demanda extraordinaria. Estas estrategias han sido fundamentales y marcan la diferencia.

Por ejemplo el centro logístico que hay construido podría ser un posible centro nacional para la distribución de las vacunas de Covid-19.

También puede ser un centro de vacunación masiva o un centro de cribaje y de pruebas especiales.

En cuanto a la Seguridad, se ha señalado cómo el ejemplo del hospital de Ifema ha servido para la construcción de este nuevo hospital y que el Isabel Zendal es uno de los hospitales con más medidas de seguridad del mundo.

También se ha querido responder a la cuestión planteada sobre por qué no dotar a otros hospitales de mejores medios en lugar de construir el Hospital Isabel Zendal.

El director de Infraestructuras Sanitarias del Sermas ha explicado que hay inversiones de modernización y de mejora en todos los hospitales públicos de la Comunidad de Madrid. El Zendal no le quita nada a los otros hospitales.

Quinta mesa de debate.

38º Seminario de Ingeniería Hospitalaria

Congreso Nacional AEIH – 9th European Congress IFHE-EU

Gijón, 27-29 de octubre de 2021

Mensaje del Presidente

Ha sido un honor, para mi y para todos los miembros de los comités, haber podido recibiros presencialmente en este 38º Congreso de Ingeniería Hospitalaria / 9th IFHE-EU Congress, daros la bienvenida, y agradeceros el haber llegado hasta Asturias para daros este "Respiro". Asimismo, agradecer la extraordinaria participación de comunicantes, hospitales, empresas y profesionales... Habéis superado todas las expectativas marcando récords.

Quiero asimismo trasmitir un agradecimiento especial a las autoridades sanitarias, Consejería de Salud del Gobierno del Principado de Asturias,y Servicio de Salud del Principado de Asturias, por su apoyo en todo momento y su alto nivel de representación en los actos del Congreso.

También queremos dar la bienvenida virtual a nuestros colegas europeos miembros de IFHE-EU, la federación que une a las asociaciones nacionales de ingeniería hospitalaria de Europa, a la que AEIH pertenece desde su creación. Ha sido un honor acoger y compartir su congreso en Gijón. Agradecemos su apoyo y su presencia, tanto on line como presencial, una nueva oportunidad para poner en común en esta Europa.

Gijón y Asturias han acogido este congreso con unas inmejorables instalaciones. El Palacio de Congresos Feria de Muestras de Gijón es diferente, ese es el adjetivo que mejor lo define, por los espacios ajardinados que lo rodean, por la luz que define sus espacios, por su flexibilidad, por su compromiso con la sostenibilidad (certificado con la ISO 14.000), por su ubicación: a un paso de la bahía de San Lorenzo rodeado de hoteles y por su versatilidad. El Palacio de Congresos de Gijón cuenta con pabellones de distintos tamaños con personalidad arquitectónica propia, que se abren a las calles de un amplio espacio sembrado de zonas ajardinadas.

En una amplia nave del recinto ferial una nutrida representación de la industria del sector sanitario, después de esta pandemia en la que han dado la talla con su máxima actividad y su gran capacidad de respuesta, ha participado en este evento con sus stands, sus propuestas y sus novedades para compartirlo con todos los profesionales de la ingeniería y la arquitectura sanitaria.

El contenido científico ha sido especialmente trabajado por el comité, y en él han tenido cabida innovaciones de todo tipo en los campos de la ingeniería, la arquitectura, la tecnología y la organización. Se han tratado en las mesas de debate temas como la Impresión 3D, el Big Data, la innovación, la humanización, la gestión y los equipamientos, recorriendo las últimas novedades, mientras que otras sobre ventilación, gases medicinales, equipamiento electromédico y nuevos proyectos arquitectónicos han mostrado todas las adaptaciones que el COVID está incluyendo en nuestro trabajo.

Además, hemos tenido la oportunidad de homenajear a los equipos de profesionales que han sacado lo mejor de sí mismos para poner en marcha extraordinarias y rápidas soluciones e infraestructuras, para que nuestros compañeros sanitarios pudiesen hacer frente a la pandemia, en los Premios "Ingeniería en Acción: Respuesta a la Pandemia". Y también aplaudir a los equipos que han conseguido disminuir los consumos energéticos y descarbonizar un poco más nuestras infraestructuras sanitarias en los Premios "Ingeniería en Acción: Emergencia Climática".

Autoridades, colegas, estamos en una nueva época para nuestra profesión: *"El futuro de la medicina está en la fusión con la ingeniería..."*, la traducción del valiosísimo conocimiento médico y de la valiosísima gestión de los cuidados a la tecnología y a las infraestructuras, se realiza a través de la ingeniería y arquitectura sanitaria. Cuanta más haya en nuestras instituciones sanitarias, más sostenibilidad, más gestión y más economía para el funcionamiento del conjunto del sistema sanitario, en definitiva, *más y mejor sanidad".*

El camino ha sido difícil y tortuoso, pero hemos llegado al destino; una pandemia y una serie derivada de medidas de protección de la salud nos han separado de los planes iniciales. Pero al fin ha sido un placer poder recibir a tantos profesionales de la ingeniería y de la arquitectura, gestores, responsables y empresas y dar a todos la bienvenida y "habernos visto" en Gijón".

Antonio Cobo Álvarez
Jefe de Servicio de Gestión y Seguridad Instalaciones, Ingeniería y Mantenimiento SESPA Area V
Presidente del 38º Congreso AEIH Gijón

Gijón 2021, ha batido récords históricos en todos los órdenes de un Congreso. Instalaciones, servicios y organización a un alto nivel acogieron a los asistentes al tiempo que una plataforma de streaming con traducción simultánea permitió su seguimiento on line. El programa científico contó, como nunca, con la participación de un nutrido grupo de profesionales de la ingeniería y arquitectura sanitaria en un intenso programa de debates, ponencias y comunicaciones.

El Congreso en cifras

El contenido científico fue ordenado por el Comité Científico en 14 mesas de debate con participación de 44 ponentes . Asimismo se contó con la participación de 55 comunicaciones libres y de 41 comunicaciones que concurrieron a los premios "Ingeniería en acción".

El Palacio de Congresos acogió la numerosa asistencia presencial de 1100 congresistas inscritos, 475 delegados comerciales y 100 visitantes invitados.

Un amplio espacio ferial de 3.000 m2 acogió la exposición comercial que contó con 74 stands y 23 paneles murales.

La estructura organizativa estuvo a cargo de Eurocongres que aportó el servicio de azafatas en recepción y asistencia en información, secretaría técnica, salas de debate y comunicaciones. Asimismo el servicio de informática en salas y secretaría de audiovisuales.

También estuvo a su cargo la plataforma de streaming para el seguimiento on line de las principales actividades del congreso a la que tuvieron acceso, mediante contraseña, los congresistas inscritos y especialmente , con traducción simultánea, los compañeros europeos de IFHE Europa que no pudieron asistir presencialmente.

En este mismo enlace, https://congresodeingenieriahospitalaria.com/gijon2021/plataforma/ se ha actualizado la documentación recibida de todo el contenido científico del congreso, que será también accesible a todos aquellos que no tuvieran contraseña asignada, previa solicitud a la Secretaría de la AEIH.

Medidas de seguridad

Se tomaron todas las medidas de seguridad contra el Covid según normas vigentes a nivel nacional y autonómico, básicamente consistentes en:

- Toma de temperatura.
- Presentación del Certificado de vacunación o PCR.
- Un puesto de antígenos a disposición del congresista.
- Uso general de la mascarilla.
- Mamparas protectoras en puntos de atención.
- Aforos controlados y control de ventilación.
- Medidas especiales de higiene y desinfección en salas y transporte público.

El Programa Científico

La Sala de Actos y el Anfiteatro acogieron las mesas de debate definidas por un argumento específico que relacionaba el contenido de las intervenciones.

Se contó con las aportaciones de 45 profesionales, expertos en su campo, que expusieron, en las respectivas ponencias, temas actuales de la Ingeniería, Arquitectura y Gestión hospitalaria, temas de tecnología médico-hospitalaria, digitalización, big data, entorno del paciente, seguridad, gestión..., en los que en gran proporción pudo verse la influencia de la pandemia.

En estas salas funcionó el equipo de grabación y transmisión on line con traducción simultánea.

La mesa de debate en la que se presentó la *Guía de gestión y mantenimiento de instalaciones hospitalarias*, resaltó la vital importancia de la gestión del mantenimiento.

Las comunicaciones libres sobre temas diversos de ingeniería y arquitectura hospitalaria que presentaban las experiencias de los ponentes en hospitales y centros de todas partes de España, se dieron en su mayoría la Sala Gijón. En total fueron 55 presentaciones en 8 densas sesiones. Un número tan elevado obligó a ceñir el tiempo de presentación de cada una a solamente 10 minutos.

Ingeniería en acción

En la sala Asturias se presentaron en cuatro sesiones las 41 comunicaciones que concurrieron a la convocatoria de los premios "Ingeniería en acción, Respuesta a la pandemia y Emergencia climática".

Asimismo se habilitó el hall-exposición para exponer sendos posters preparados para mostrar el contenido resumido de la presentación y las cifras de los resultados obtenidos. Más información detallada sobre este tema puede consultarse en la sección de artículos de este Anuario bajo el título Ingeniería en acción, Premios 38º Congreso AEIH Gijón 2021.

Tal como se justifica en el mencionado artículo, el Comité Científico y la AEIH acordaron otorgar el trofeo representativo del premio a todos y cada uno los trabajos presentados.

Clausura

El acto de entrega de estos premios a los titulares de los trabajos premiados tuvo lugar en el acto de clausura del Congreso.

En él se hizo de nuevo patente el apoyo institucional de las autoridades sanitarias al Congreso ,que si en el acto de inauguración contó con D. Pablo Ignacio Fernández, Consejero de Salud del Principado de Asturias para presidirlo, en los actos de clausura y entrega de premios contó con una alta representación del Servicio de Salud del Principado de Asturias SESPA, Dª Concepción Saavedra, Directora Gerente , Dª Alejandra Fueyo, Directora de Atención y Evaluación Sanitaria, y Dª Elena Garzo, Directora Económico-financiera y de Infraestructuras, que acompañaron en estos actos a D. Pedro M. López Redondo, Presidente de la AEIH, D. Antonio Cobo, Presidente del Comité Organizador del Congreso y Dª María Simón Presidenta del Comité Científico.

Finalmente, dentro del programa social, tuvo lugar la cena de clausura en la Universidad Laboral, con asistencia de 742 comensales, en el curso de la cual se entregaron los premios a las tres mejores comunicaciones libres presentadas, (ver detalle en la sección de artículos).

D. Pedro M López Redondo, Presidente de la AEIH, anunció en este acto la sede de Valencia para acoger el próximo congreso 2022.

Como acto final, D. Javier Guijarro, Secretario General de la AEIH, después de leer un poema de Campoamor, hizo entrega a D. Luis Mosquera, expresidente de la AEIH, de una placa conmemorativa, agradeciéndole los servicios prestados durante su mandato.

En el curso del Congreso tuvieron lugar dos asambleas de especial significado por el nombramiento de D. Pedro M. López Redondo como nuevo presidente de la AEIH y de la federación IFHE Europe.

ASAMBLEA GENERAL ORDINARIA 2021 DE LA ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE INGENIERÍA HOSPITALARIA

Constituida y reunida en Gijón, el día 25 de Octubre de 2021 a las 14:00 horas dentro de la Sede del XXXVIII Seminario de Ingeniería Hospitalaria, Congreso Nacional. Después del cumplimiento de los trámites normales y reglamentarios de los puntos del orden del día , tuvo lugar el acto de constitución de la Junta Directiva en base a las votaciones habidas en la convocatoria de elecciones para cubrir los cargos del vicepresidente D. Pedro M. López Redondo y del vocal D. Luis González Sterling cuya titularidad vencía este año.

El secretario expone el resultado del escrutinio realizado el 10/09/2021 en el que las votaciones fueron ampliamente favorables a los dos titulares que en consecuencia mantienen su puesto en la Junta Directiva.

Cabe señalar la circunstancia de que D. Luis Mosquera Madera, que ha ostentado la presidencia durante 15 años, había presentado su dimisión, comunicada el 5 de Abril por la Junta Directiva a todos los asociados. En su carta de dimisión manifestó que se había incorporado a una empresa privada líder en el sector industrial y sanitario y que ante esta situación, en pro del buen gobierno de la Asociación, creía que lo más conveniente era su renuncia como Presidente en forma que no se pudiera producir conflicto de intereses. Asimismo manifestó su agradecimiento a todos los que le habían ayudado durante su desempeño y habían contribuido al crecimiento y prestigio de la AEIH, en especial al Secretario General D. F. Javier Guijarro Hueso.

Desde el 3 de mayo todas las funciones de presidencia habían recaído oficiosamente en el vicepresidente D. Pedro Manuel López Redondo.

La Asamblea aprueba, por mayoría de los socios asistentes, ratificarle en la Presidencia de la nueva Junta Directiva, nombrar para el cargo de vicepresidente a D. Luís Fernando Talavera Martín, así como confirmar en el puesto de Secretario General a D. Javier Guijarro Hueso, quedando la nueva Junta Directiva de la AEIH constituida:

Presidente: D. Pedro Manuel López Redondo.
Vicepresidente: D. Luís Fernando Talavera Martín.
Secretario General: D. Francisco Javier Guijarro Hueso.
Vocal 1º: D. Luis González Sterling.
Vocal 2ª: D. Álvaro Guijarro Rubio.
Vocal 3º: D. Agustín Ortega García.
Vocal 4º: D. José Luis López Gonzalez.
Vocal 5º: D. Luís Fernando Talavera Martín.

9th EUROPEAN CONGRESS – IFHE-EU COUNCIL MEETING

IFHE-EU es una organización no gubernamental, que agrupa a las asociaciones nacionales de ingeniería hospitalaria de Europa. En este momento IFHE-EU está formada por asociaciones de doce países: Bélgica, Alemania, Finlandia, Francia, Reino Unido, Holanda, Austria, Noruega, Italia, Dinamarca, Suiza y España. El objetivo de IFHE Europa es compartir conocimientos con una visión general de los desafíos a los que se enfrentan las políticas y prácticas sanitarias europeas. IFHE-EU organiza un congreso europeo bianual. La sede de su 9º congreso 2021 ha sido Gijón en paralelo con el congreso de la AEIH. Dadas las circunstancias de pandemia, aún no totalmente superadas, se decidió que su participación y seguimiento fuera mayoritariamente mediante una plataforma virtual con traducción simultánea al inglés.

La Asamblea con participación de representantes de las asociaciones miembro se celebró on line el 29/10 y en su curso tuvo lugar el cambio de presidencia, tal como lo prevén sus estatutos, siendo nombrado para el cargo el presidente de la asociación que acoge su congreso. Pedro M. López Redondo tomó el relevo de manos del hasta entonces presidente Pete Sellars de la asociación inglesa.

En su discurso de aceptación, agradeció en primer lugar la confianza depositada en su persona por el Consejo, presentándose con su trayectoria profesional en los cargos que ha asumido de responsabilidad técnica y gestora en hospitales. Destacamos a continuación algunos conceptos resumidos de sus palabras que definen su estilo de presidencia para los próximos dos años.

Liderar una organización multinacional compleja no es una tarea fácil, pero la tecnología hospitalaria, en su más amplio sentido, está basada en la CIENCIA y ésa es la mejor escuela de colaboración y la fuerza que nos une sin distinción ni barreras de fronteras o idiomas. Proponemos implantar un Plan Estratégico a medio plazo, que no dependa del mandato de una presidencia, y que surja de la contribución de ideas aportadas por todos los miembros del Consejo. Debemos empezar por actualizar la Misión, Visión y Valores en nuestra federación.

Una definición de Misión podría ser la de desarrollar una estructura que una a ingenieros y arquitectos hospitalarios facilitando su interacción y un fructífero intercambio de conocimientos. En cuanto a la Visión ,podría definirse como la de una organización cuyas opiniones, informes y documentos técnicos sean reconocidos a nivel mundial como referencia en el ámbito de la tecnología hospitalaria. Además, es importante cultivar unos valores que nos unan en nuestro quehacer diario, valores importantes como transparencia, servicio a la sociedad, respeto al medio ambiente, etc...

Finalmente insistiré en la importancia de mantener una línea abierta de comunicación entre el Comité Ejecutivo y los miembros para conseguir una colaboración activa en el desarrollo de los temas presentados a debate en esta Asamblea.

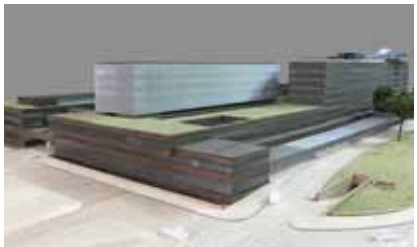
Resumen de las noticias relevantes del sector hospitalario publicadas en 2020 y 2021 en los boletines de hospitecnia

SEPTIEMBRE 2020 – El Clínic y el BSC utilizarán IA para predecir la evolución de pacientes de COVID-19

El Hospital Clínic de Barcelona y el Barcelona Supercomputing Center-Centro Nacional de Supercomputacion (BSC) trabajan juntos para crear un modelo basado en inteligencia artificial (IA) que ayude a los médicos a predecir la evolución de pacientes de COVID-19 y a los responsables de centros a planificar su organización interna en el caso de una nueva oleada de casos. El proyecto forma parte del Plan de Impulso a las Tecnologías del Lenguaje de la Secretaría del Estado de Digitalización e Inteligencia Artificial y está abierto a la colaboración de más hospitales.

Para desarrollar la herramienta utilizarán como base la información contenido de los informes clínicos de 3.051 episodios de COVID-19 que el hospital atención durante la fase aguda de la pandemia y los que puedan surgir en el futuro.

SEPTIEMBRE 2020 – El nuevo Hospital General de Albacete contará con una inversión total de 140 millones de euros



El presupuesto total de las obras de ampliación, reforma y mantenimiento del nuevo Hospital General Universitario de Albacete alcanzará los 140 millones de euros de inversión.

Esta nueva inversión se añade a los más de 102 millones de euros del contrato de las obras del Hospital General, el equipamiento tecnológico y el mantenimiento, hasta alcanzar los 140 millones de euros.

Los recursos personales, materiales y físicos de Albacete han sido escasos en los momentos más duros de la pandemia por lo que esta inversión se convierte en un soplo de aire fresco no solo para los pacientes sino también para los profesionales.

SEPTIEMBRE 2020 – La Conselleria ha adjudicado las obras del centro integral de Salud Rois de Corella

La Conselleria de Sanitat Universal i Salut Pública de Valencia ha adjudicado las obras de construcción del nuevo centro integral de Salud Rois de Corella.

La construcción del nuevo espacio sanitario contempla un nuevo centro de salud integrado, el nuevo centro de salud pública, aparcamiento de 150 plazas en los bajos de los edificios para uso del personal sanitario y espacio libre ajardinado como parque de salud y de reserva para futuras ampliaciones asistenciales. Las necesidades de espacio de los dos edificios rondan los 8.800 m^2.

El Centro de Salud Integrado atenderá a parte de la población que actualmente es atendida en el centro de Salud Gandia-Beniopa, así como la de los consultorios auxiliares de Beniopa y Benipeixcar, así como en la Unidad de Salud Mental del hospital Francesc de Borja.

OCTUBRE 2020 – La quinta edición del XPatient Barcelona Congress apunta a un cambio cultural del modelo asistencial

La quinta edición del congreso XPatient Barcelona Congress ha apuntado a un cambio cultural en el modelo asistencial que abarque al conjunto del ecosistema sanitario para el empoderamiento del paciente y del cuidador y para la mejora efectiva de su experiencia, en un contexto marcado por la Covid-19.

Organizado por el centro tecnológico Eurecat, el Hospital Clínic de Barcelona y la Fundació TIC Salut Social, con el impulso de la comunidad de práctica XPA Barcelona (Experiencia del Paciente), el congreso XPatient Barcelona Congress ha reunido esta semana a pacientes, cuidadores, tecnólogos, profesionales sanitarios, gestores y empresas.

OCTUBRE 2020 – El Gobierno de Zaragoza ha aprobado los pliegos de licitación de un Hospital privado y del área de los depósitos

El Gobierno de Zaragoza ha aprobado los pliegos de licitación de dos de los

proyectos urbanísticos más destacados de este curso, como son el hospital privado en la zona de Gómez Laguna y el área entorno a los depósitos del Parque Pignatelli.

Por un lado, el Gobierno de la ciudad ha aprobado los pliegos de la parcela municipal destinada a la construcción de un centro hospitalario privado en la zona de la avenida de Gómez Laguna. El presupuesto base de licitación será de un mínimo de 15.120.000 euros. El precio definitivo del contrato será el que resulte de la mayor de las ofertas económicas que formulen os licitadores, que en ningún caso podrá ser inferior al tipo de licitación.

OCTUBRE 2020 – El Gobierno de Canarias incluirá el plan director del nuevo Hospital Universitario

El presidente del Gobierno de Canarias, el director del Servicio Canario de Salud (SCS) y el alcalde de La Laguna tuvieron la primera reunión sobre el proyecto para un nuevo Hospital Universitario de Canarias (HUC).

Este plan director pondrá sobre la mesa la situación del hospital, y la posibilidad de la creación de una nueva infraestructura para el Hospital Universitario de Canarias que solventará los problemas que lleva teniendo las islas desde hace muchos años.

En cuanto a dónde se ubicaría esta nueva infraestructura, hay varias posibilidades sobre la mesa, por lo que se han solicitado varios informes a los técnicos del Gobierno de Canarias para que hagan un estudio de los terrenos.

OCTUBRE 2020 – El COIIM publica una guía para afrontar los retos del hospital del futuro en su transición al Smart Hospital

El Colegio Oficial de Ingenieros de Madrid (COIIM) presentó el libro blanco del Smart Hospital, que analiza cómo la aplicación de tecnologías como el IoT, la analítica avanzada y la inteligencia artificial pueden facilitar el desarrollo y la implantación de soluciones en los hospitales del futuro para optimizar los resultados en la salud de los pacientes, mejorar su experiencia a lo largo de todo el proceso y facilitar la sostenibilidad de los hospitales y el sistema sanitario en su conjunto.

El libro es fruto del trabajo del Think Tank Smart Hospital en el que han participado más de 20 expertos del sector sanitario. Entre ellos la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria del Colegio con la colaboración de la Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria (AEIH) y que cuenta con el apoyo de Air Liquide Healthcare, la consultora Antares y la Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias. Este libro es el resultado de las cuatro sesiones celebradas durante el último año en forma de análisis de la situación actual y propuesta de soluciones para la transición al hospital del futuro.

NOVIEMBRE 2020 – El Gregorio Marañón inaugura una innovadora UCI flexible

El Hospital General Universitario Gregorio Marañón estrena una nueva Unidad de Cuidados Intensivos, una nueva dotación para la sanidad pública madrileña en la que se han invertido 1.678.000 euros con el objetivo de reformar la atención especializada en enfermos críticos. Esta es una unidad pionera por su carácter flexible, ya que cuenta con una serie de instalaciones y equipamiento que permiten pasar de 23 camas a 35, de forma inmediata, y así dar respuesta a demandas asistenciales derivadas de crisis sanitarias o emergencias.

El nuevo equipamiento sanitario está dotado con las tecnologías más avanzadas en cuidados intensivos y tiene la capacidad de que los mismos espacios puedan transformarse.

NOVIEMBRE 2020 – El Ayuntamiento de Tolosa estudia emplazamientos para la construcción del hospital público

La construcción del hospital público en la comarca de Tolosaldea ya ha comenzado a dar pasos para que el nuevo hospital se ubique en Tolosa. Tanto es así que el Gobierno Municipal lleva desde agosto estudiando diferentes emplazamientos para el nuevo hospital. Dada la importancia y seriedad del tema, y teniendo en cuenta que este proyecto es prioritario para el Gobierno Municipal, se ha solicitado a un estudio de arquitectos el análisis de todas las posibles ubicaciones para el hospital a fin de conocer todas las opciones existentes.

El análisis solicitado se llevará a cabo en dos fases. En una primera fase se analizarán y compararán 12 emplazamientos: 4 tramos de Santa Lucía, dos de Apatta, San Blas, polígono industrial de Usabal, Olarrain, Iurramendi, San Esteban y Montezkue.

DICIEMBRE 2020 – Salut construirá un nuevo hospital de proximidad al Vallès Occidental

El departamento de Salut de la Generalitat de Catalunya ha anunciado la construcción de un nuevo hospital de proximidad al Vallès Occidental, que dará respuesta a las necesidades actuales y futuras a causa del envejecimiento de la

población del territorio, así como el acompañamiento de un número cada vez mayor de enfermos crónicos.

El centro se proyectó como un hospital innovador con trabajo multidisciplinar y con atención integral que, además, acercará a los ciudadanos los dispositivos adecuados de seguimiento domiciliario. La nueva infraestructura dotará de gabinetes de alta resolución en atención ambulatoria especializada y de pruebas diagnósticas de proximidad, así como la cirugía ambulatoria.

ENERO 2021 – Investigadores de la UPV desarrollan un nuevo sistema de refrigeración para el transporte de vacunas

Investigadores de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) han desarrollado un nuevo sistema autónomo ultrafrío que permite el transporte de vacunas contra la Covid-19. El sistema es capaz de alcanzar hasta los 200 grados centígrados bajo cero, utilizando exclusivamente aire ambiente como fluido refrigerante.

Desarrollado por expertos del Instituto CMT-Motores Térmicos, el CAU es escalable para todo tipo de cámaras, desde las de las furgonetas de reparto de material médico-farmacéutico, hasta neveras industriales, grandes contenedores de mercancías o en centros logísticos de almacenamiento y distribución.

ENERO 2021 – Salut presenta el proyecto ejecutivo del nuevo Hospital Joan XXIII

Salut ha presentado el proyecto ejecutivo del nuevo Hospital Universitario Joan XXIII de Tarragona con una inversión récord de cerca de 170 M €. El proyecto "Entre plazas" fue el proyecto realizado por los despachos de arquitectura Sanabria&Planas Gallego Arquitectos, CBD Arquitectura SLP y Mario Corea Arquitectura SLP.

El nuevo hospital reforzará su papel como centro de referencia de alta complejidad. El nuevo centro no solo supondrá de más espacios, sino que también de nueva tecnología, nuevas formas de trabajar y un incremento del personal sanitario.

La fase de licitación de las obras comenzará el segundo trimestre de este año y a finales de este mismo comenzarán los trabajos previos que deben permitir hacer la licitación de la parte de obra más grande. La ejecución del proyecto está prevista que finalice en 2025 y justo después se comenzará a equipar el nuevo complejo de forma progresiva.

FEBRERO 2021 – El nuevo Hospital Quirónsalud Zaragoza contará con la última tecnología

Tecnología innovadora, calidad asistencial, digitalización e investigación son las premisas de excelencia del futuro Hospital Quirónsalud Zaragoza que será una realidad en el año 2023. El nuevo complejo hospitalario tendrá un coste de 16,2 millones de euros.

El nuevo hospital ofrecerá una completa e innovadora cartera de servicios para garantizar una atención integral y que la experiencia del paciente sea personalizada, humanizada y emocional. Las futuras instalaciones contarán con más de 250 camas, consultas externas y equipos de última generación como un quirófano híbrido, quirófanos integrados, Resonancia Magnética 3 Teslas, PET-CT y SPECT-CT o un acelerador lineal, entre otros muchos equipamientos punteros. Además, será el primer hospital privado aragonés con UCI pediátrica y neonatal.

FEBRERO 2021 – Renovación y ampliación de la UCI del Hospital Ramón y Cajal

La Comunidad de Madrid ha renovado la UCI del Hospital Universitario Ramón y Cajal con el objetivo de dotarla con tecnología más avanzada. El centro cuenta ahora con 24 nuevos puestos de cuidados críticos que se suman a las 20 camas en la Unidad de Críticos Quirúrgicos, 13 en la Unidad Coronaria, 8 en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos y las 14 de la antigua UCI que por la situación de la pandemia se van a mantener. Un total de 79 camas entre cuidados críticos e intermedios en este hospital público de la ciudad de Madrid. El diseño de la nueva UCI supone un incremento de más del 70% de las camas, que servirá para ofrecer una atención de la máxima calidad a los pacientes más graves.

El presupuesto de ejecución ha alcanzado los 4,1 millones de euros y los trabajos se han llevado a cabo durante siete meses. La construcción de esta nueva unidad de 2.100 m² ha supuesto una mejora para el diseño, el cual está concebido para facilitar la atención al paciente, sus familiares y a los profesionales sanitarios.

FEBRERO 2021 – Los primeros diseños del tercer hospital de Málaga

El tercer hospital de Málaga, proyecto de la Junta de Andalucía, tendrá a su disposición alrededor de 400 millones de euros para la construcción del edificio. Tras los trabajos de doce equipos de arquitectos que concursan para hacerse con el contrato de redacción del anteproyecto, podemos avistar cómo será el diseño del futuro hospital.

Teniendo en cuenta la valoración otorgada por la mesa de contratación de las propuestas cabe destacar el equipo de Aidhos-Lamela-Sener-ARCS, que ha obtenido 47 de los 48 puntos totales de esta parte del concurso. Su diseño parte de un basamento de cinco plantas en algunas zonas, encima de la cual se levantarían cuatro torres de hospitalización en paralelo.

El segundo equipo que ha obtenido la nota más elevada es Sanabria & Planas-Gallego Arquitectos, con 35 puntos. En este caso han propuesta un basamento inicial de tres plantas que ocupa toda la parcela, sobre este se eleva un gran volumen de siete plantas de altura, perforado por tres patios longitudinales.

ABRIL 2021 – Aprobado el proyecto definitivo para la reforma integral del Hospital La Paz

El consejo de Gobierno de la Comunidad de Madrid ha aprobado el proyecto definitivo para la reforma integral del complejo Hospitalario Universitario La Paz.

Las primeras actuaciones del proyecto comenzarán en marzo de 2022 y comprenderán tres fases: el Hospital General, el Materno-Infantil y, por último, el edificio de servicios complementarios, así como la Torre de Maternidad. Finalmente, el proyecto de reforma dotará de un 72% más de superficie a las actuales instalaciones.

El proyecto del Hospital La Paz se enmarca en el plan de modernización de infraestructuras hospitalarias de la sanidad pública que se está llevando a cabo desde la Comunidad de Madrid.

ABRIL 2021 – El nuevo CHUAC contará con una inversión total de 431 millones de euros

La Xunta de Galicia ha avanzado en la ejecución de las obras de la Fase 0 del nuevo hospital público de A Coruña, el 'Nuevo CHUAC', con los trabajos centrados en el cuarto piso, con el fin de compatibilizar su ejecución con el normal funcionamiento hospitalario.

Las obras de mejora, que cuentan con una inversión autonómica de 13 millones de euros, incluyen la creación de un área de hospitales de día y de una nueva planta de hospitalización, así como la ampliación del número de camas para cuidados intensivos.

Los trabajos se centran en el cuarto piso, donde se situarán los Hospitales de Día de Oncología, Alergología, Hematología, Polivalente y la Oficina de coordinación de trasplantes, allí donde andes se encontraban las Urgencias.

Para las siguientes fases del nuevo hospital público de A Coruña, Nuevo CHUAC se contará con una inversión total de 431 millones de euros.

JUNIO 2021 – Se inicia la segunda fase de ampliación y reforma del Hospital del Mar de Barcelona

La segunda fase de ampliación y reforma del Hospital del Mar de Barcelona se ha realizado a partir de un proceso de cocreación entre los pacientes, familiares, profesionales del hospital y arquitectos con el objetivo de crear un modelo de hospital centrado en la experiencia de las personas. El proceso de cocreación ha permitido tener una mayor sensibilidad para el diseño de los nuevos espacios gracias a la participación.

El proyecto ha sido desarrollado por Pinearq y Brullet de Luna. El nuevo edificio contará con 30.000 m² de superficie y 180 camas de hospitalización, además de 4 quirófanos, uno de ellos híbrido. El edificio albergará un área materno-infantil con habitaciones individuales, terraza ajardinada, aplicación de la farmacia, el traslado de instituto oftalmológico, nueva área de endoscopia y consultas.

JUNIO 2021 – Vithas construirá un nuevo hospital en Barcelona

Vithas construirá un nuevo hospital en Barcelona, situado en el Baix Llobregat. El hospital contará con una superficie de unos 40.000 m² y con una financiación de 60 millones de euros. La apertura del hospital está prevista a lo largo de 2023, dado que el terreno donde se construirá ya dispone del planeamiento urbanístico aprobado, lo que puede facilitar la obtención de las correspondientes licencias y empezar las obras a finales de 2021.

El hospital contará con servicios médico-quirúrgicos, tecnología sanitaria de vanguardia y un concepto arquitectónico innovador y sostenible. Como los demás centros Vithas, contará con los innovadores sistemas de información y experiencia digital del paciente que la compañía está implementando. Incorporará, también, actividades de docencia e investigación, así como el fomento de actividades de orientación social y divulgativa.

AFGM

Asociación de Fabricantes de Gases Medicinales