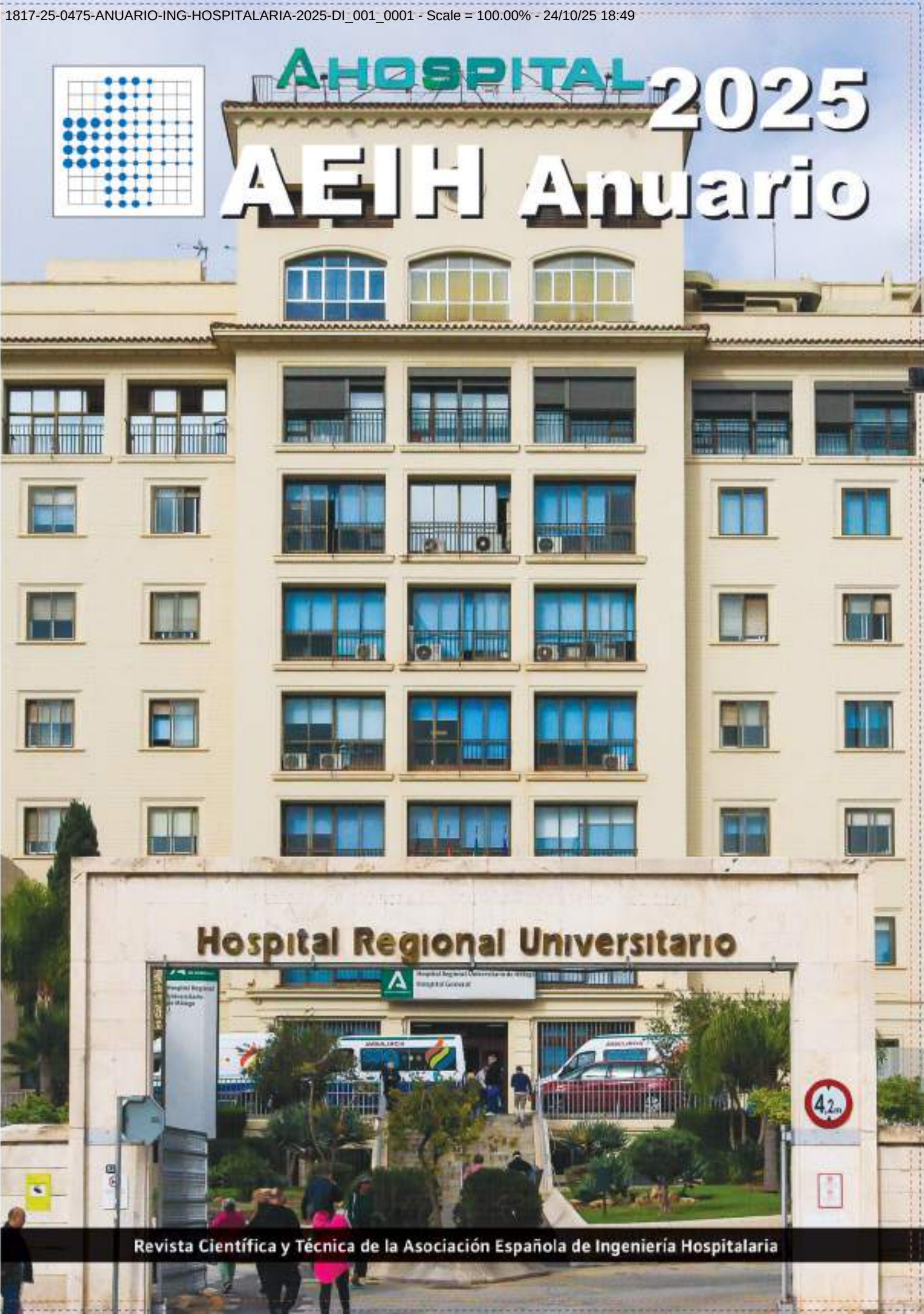
1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_001_0001 - Scale = 100.00% - 24/10/25 18:49

A.HOSPITAL 2025

AEIH Anuario



Revista Científica y Técnica de la Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_002_0003 - Scale

Sumario

Portada – Hospital Regional Universitario – Málaga

04 La Asociación Española de ingeniería Hospitalaria

05 Editorial: El futuro es nuestro, ha llegado

INGENIERÍA HOY – Artículos técnicos

06 El nuevo Gregorio Marañón
Luis González Sterling – Argola Arquitectos
Se concibe como un hospital organizado en polos de actividad centrados en el paciente Un Hospital de alta resiliencia, flexible, funcional, en constante transformación.

10 Un proyecto singular – Hospital Sierra Norte
Beatriz Blanco Burguillo et al. – Dirección General de Infraestructuras Sanitarias - SERMAS
Un proyecto singular para recuperación funcional, representativo en cuanto a niveles de sostenibilidad y cero emisiones, así como por su alto grado de humanización.

13 Plan de Transición Ecológica del Servicio Murciano de salud
Antonio Temás Borja – Hospital Clínico U. Virgen de la Arrixaca
El Plan contempla la apuesta por las energías renovables, como la aerotermia o la biomasa, la mejora de la eficiencia energética de las instalaciones y la reducción de insumos.

17 Clinical Command Center
Xavier Escayola Elías et al. – Hospital Sant Joan de Déu
Centro neurálgico del hospital en el que se pueden centralizar y visualizar datos técnicos esenciales aportando la visión holística de los procesos.

20 Instalaciones de Oxígeno en Centros Sanitarios
Esther Tomás Martínez et al. – Hospital Vall d'Hebrón
Criterios técnicos y de fiabilidad del O2 medicinal uno de los recursos terapéuticos más críticos para los hospitales, constituyendo un soporte vital en la primera línea de atención.

22 Teoría de Entornos Enriquecidos
Marta Parra Casado et al – Viral Arquitectura
En arquitectura hospitalaria, esta teoría propone diseñar espacios que contribuyan al bienestar y recuperación de los pacientes mediante la estimulación sensorial y cognitiva.

25 Cómo crear entornos inteligentes domotizando espacios del paciente crítico
Manuel Sanz Rodríguez – Hospital Clínic
Un entorno inteligente es un espacio con objetos domotizados que incluyen tecnologías invisibles para los usuarios, y que generan respuestas inteligentes cuando sea necesario.

28 Plan de contingencia para minimizar riesgos de infección en obras de reforma en hospitales en funcionamiento
Elisabet Izquierdo Asensio et al. – Hospital del Mar
El artículo presenta el caso del Hospital del Mar con las medidas tomadas para evitar infecciones derivadas de la polución generada por las obras de reforma ejecutadas.

31 El ingeniero Interno residente
Francisco J. Requera Gil – Hospital U. de Jerez
La figura del ingeniero interno residente surge como una respuesta a la necesidad de formación en el lugar de trabajo, para adquirir competencias específicas.

34 Red multigigabit WIFI7 de alto rendimiento en entorno hospitalario
Joan Marcer et al. – Getronics
El Hospital de Barcelona juntamente con Getronics presenta el proyecto de implantación de una red multigigabit a nivel de acceso y el despliegue de la nueva tecnología WIFI 7.

36 Ingeniería del factor humano en el proceso de evaluación y compra de tecnología hospitalaria
Laura Herrero Irigüen – Fundación Marqués de Valdecilla
Este proyecto innovador introduce un estudio de usabilidad en el proceso de evaluación y compra de tecnología sanitaria considerando cómo los profesionales interaccionan.

39 La contribución de la ingeniería hospitalaria para la generación de valor
Mª Teresa Talavera Gallego et al. – H. U. Virgen del Rocío
La infraestructura hospitalaria y sus instalaciones deben ser mejoradas para adecuarse a los requerimientos de nuevo equipamiento tecnológico, en el marco del Plan INVEAT.

41 El Hospital Dr. Peset de Valencia primer hospital inteligente de España
Javier Bou Vaya – Hospital Dr. Peset
Basada en el estándar europeo FIWARE, la plataforma permite una monitorización en tiempo real y es capaz de predecir y detectar fallos para poder implementar mejoras.

44 Humanización de la Ingeniería y Arquitectura sanitaria
Jesús Martín Lázaro – Hospital Infantil U. Niño Jesús
El diseño de espacios que fomenten la empatía y el bienestar puede hacer una gran diferencia en la recuperación de los pacientes y en la satisfacción de los profesionales de la salud.

48 La tecnología RFID en el sector hospitalario
Xavier Pardell Peña – Experto en Tecnología Médica
RFID (Radio Frequency Identification) ha emergido en el ámbito hospitalario. Permite la identificación y seguimiento de objetos y personas mediante ondas de radio.

51 AEIH Formación

52 PUNTO DE ENCUENTRO:
52 – Mensaje del Presidente. 42° Congreso de Málaga 2025.
53 – 42° Congreso Nacional de Ingeniería en el sector de la Sanidad – Málaga 2025.

55 NOTICIAS DE ACTUALIDAD

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_002_0004 - Scale

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
José Luis López González

Vicepresidente
Luis Fernando Talavera Martín

Secretario General
F. Javier Guijarro Hueso

Vocales
Luis González Sterling
Antonio Fernández Abasolo
Jon Berasategui Oideña
Jesús Martín Lázaro

Comisión Técnica
Francesc Castella Giménez
Martín Herrero Fernández

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_002_0005 - Scale

El futuro es nuestro, ha llegado

El nacimiento de la AEIH en 1992 a través de la fusión de tres asociaciones de Ingeniería Hospitalaria, coincide aproximadamente en el tiempo con nuevos desarrollos y responsabilidades del *Ingeniero de Hospital*. Han pasado, desde entonces, tres décadas (casi cuatro) y podemos definir el desarrollo de la Ingeniería Hospitalaria mirando el contenido de nuestros Anuarios y Seminarios de cada década (el primero de la nueva AEIH en Zaragoza). Encontraremos artículos y ponencias con referencia a instalaciones de clima, eléctricas, panel de aislamiento, gases medicinales, bioingeniería, legionela, aspergillus...; en suma fueron años en los que empezó la verdadera modernización de los Sistemas Sanitarios y la Ingeniería; el Ingeniero Técnico comenzó a aprender tecnologías más avanzadas y empezó a conocer como diseñar y construir o transformar, para integrar tecnologías médicas y de gestión. Fueron años duros de aprendizaje y formación pero... el ingeniero todavía no alcanzó la notoriedad necesaria en el Sistema Sanitario. El papel preponderante del ingeniero en el Efecto 2000 (Seminario Vigo 1999), todavía no tuvo la luz necesaria para que en la Sociedad no se nos preguntara: ¿qué hace un ingeniero en el Hospital? Lo cierto es que, nosotros éramos conscientes de que sobre las espaldas de la Ingeniería Hospitalaria (contemplada como un todo junto a la Arquitectura y Obras) descansaban la planificación, diseño y adecuación de los espacios hospitalarios, de las instalaciones, eficiencia energética, flujos, etc., pensando siempre en la optimización de los recursos en términos de Eficiencia así como en términos de Seguridad pacientes y personal) y de Calidad de los servicios sanitarios.

No es hasta el COVID-19, cuando por falta de equipamiento adecuado para el diagnóstico o soporte vital la vida se iba ante un médico muy bien formado pero que necesitaba equipamiento, que se materializa la pregunta: ¿Quién hace, mantiene, diseña, aplica... etc., ese equipamiento?, ¿quién optimiza la distribución y aplicación de esos recursos técnicos...?, ¿quién maneja el software y recursos empleados para...? Las grandes obras, dotaciones de equipamiento, innovación tecnológica con distintos fundamentos científicos y técnicos, provocó que nuestro conocimiento, multidisciplinar y con mayores exigencias de especialización, llegaran a ser reconocidos tanto dentro como fuera del Sistema Sanitario. La transversalidad de la Ingeniería ya es un hecho y llegamos al 2020 con alto grado de reconocimiento.

Abordamos ya en el centro de la cuarta década, año 2025, los planteamientos y situación de la Ingeniería Hospitalaria. En este y últimos anuarios, sin abandonar los clásicos temas sobre gestión y explotación de las instalaciones, se habla más de Humanización, Digitalización, análisis de los procesos (Lean), planes de sostenibilidad ecológica, etc., y de futuro. A los retos ya existentes, adaptación al cambio climático y eficiencia energética, añadimos la sostenibilidad y la transformación digital.

En palabras de nuestro presidente, Dr. Ingeniero José Luis López, "...*el futuro viene marcado por la innovación tecnológica, integración de nuevas tecnologías, eficiencia operativa. La IA mejora la precisión y velocidad de los diagnósticos, prevé recursos necesarios...*"

KAIZEN metodología Lean, innovación e integración tecnológica a través de BIM, impresión 3D, avances en Bioingeniería, Robótica y la propia Inteligencia Artificial que nos va a permitir simular procesos tanto industriales como médicos y quirúrgicos a través de *gemelos digitales* que además de optimizar los diagnósticos y tratamientos mejoran la predicción del comportamiento y resultados. También ayudan a la formación de los profesionales, médicos, ingenieros y resto. Seguro que de estos temas hablaremos largo y tendido en el futuro próximo que ya es presente.

Integrados y reconocidos en el Sistema, con necesidades multidisciplinares en un futuro cercano, el *"Reconocimiento"* pasará por ser una realidad legal y económica: la Comisión de Función Pública del Senado solicitará al Gobierno que los graduados en Ingeniería Técnica y Arquitectura Técnica sean del grupo A1. Para las necesidades de formación de nuestros graduados se abrirá, ya está abierto, un debate sobre como satisfacerlas. Unos piensan en el Ingeniero Interno Residente, IIR, con seis o siete especialidades. Otros hablan de que obtenido el grado son los Master en Ingeniería Clínica o Gestión de la Ingeniería y Arquitectura lo que nos dé el *"barniz"*. Otros plantean la necesidad de prácticas una vez graduado y la experiencia nos irá situando. Todos aportan sus razonamientos. No debemos olvidar, al menos dos cosas: *"Queremos ser Gestores de Recursos y lo que se haga lo debe ser en todas y cada una de las Comunidades Autónomas"*. Por otro lado no confundamos al graduado en Ingeniería con los Técnicos Superiores formados en las Escuelas e Institutos de Formación Profesional.

El debate esta abierto, el futuro esta aquí.

Martín Herrero Fernández
AEIH Comisión Técnica

EDITA
ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE INGENIERÍA HOSPITALARIA

DIRECTOR
F. Javier Guijarro Hueso

COORDINACIÓN
Francesc Castella Giménez
Martín Herrero Fernández

COMITÉ ASESOR
José Luis López González
Luis Fernando Talavera Martín
Luis González Sterling
Antonio Fernández Abasolo

MAQUETACIÓN E IMPRESIÓN
Pacprint

DEPÓSITO LEGAL
M-15540-1993

ISSN: 2445-1045

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_002_0006 - Scale

Luis González Sterling (lgs@argolaarquitectos.com)
Arquitecto
Fundador y Director
ARGOLA Arquitectos SLP

El nuevo Gregorio Marañón

La metamorfosis de un coloso

Se concibe como un hospital organizado en polos de actividad centrados en el paciente Un Hospital de alta resiliencia, flexible, funcional en constante transformación. La propuesta se basa en un proceso de sustitución de edificios con una afección mínima que garantiza el mantenimiento de la actividad asistencial del centro hospitalario.

Antecedentes

El Hospital Gregorio Marañón es uno de los cinco Hospitales más prestigiosos del ámbito nacional y de los primeros 20 del mundo, según todos los rankings de calidad. Sin embargo, la estructura física de los edificios no concuerda con esta calidad y supone una grave rémora para su desarrollo y su futuro.

Es un hospital con una larga historia que se remonta hasta 1585 cuando Felipe II traslada la capitalidad a Madrid. Ha pasado por múltiples estadios y denominaciones, pero siempre la función sanitaria de esta manzana predominaría hasta nuestros días.

El Hospital ocupa una manzana del Barrio de Retiro de Madrid de grandes dimensiones, equivalente a seis de las del entorno, que contiene 17 edificios, a los que hay que añadir el Materno Infantil construido en la parcela contigua y dos más: el Instituto Oftálmico y el de Rehabilitación en situaciones más distantes. Los edificios se construyen durante diferentes épocas, pero predominantemente durante la última mitad del siglo XX. El edificio principal, el IPMQ, se inauguró en 1964 y posteriormente se han edificado un gran número de edificios respondiendo a la organización en institutos del centro. Cada edificio responde a una tipología, morfología y estética distintas sin coherencia alguna.

Un plan ambicioso para un hospital moderno

El proceso de renovación comenzó en 2017 con dos proyectos clave: el nuevo Bloque Quirúrgico, diseñado por Argola Arquitectos, y el Hospital Oncológico de Terapias Avanzadas, a cargo de Aidhos. Ambos edificios ya están operativos y han servido como punta de lanza para la transformación integral que se avecina.

En diciembre de 2022, la Gerencia del Hospital saca un nuevo concurso para el servicio de redacción, de Plan Funcional, Plan Especial, anteproyecto de toda la actuación en la parcela, y Proyecto Básico y de Ejecución de la primera fase del proyecto.

La UTE formada por Argola Arquitectos y Typsa resulta adjudicataria. Tras un complejo procedimiento jurídico de desestimación del expediente y sucesivos recursos, el contrato se firma el 7 de febrero de 2024.

El análisis urbanístico y funcional ha sido exhaustivo. Se han estudiado:

- Las condiciones urbanísticas y de accesibilidad de la parcela.
- La situación arquitectónica de cada uno de los 17 edificios.
- Las relaciones funcionales entre unidades médicas y servicios generales.
- Las particularidades climáticas del entorno para optimizar la eficiencia energética.

De los edificios existentes, solo permanecerán los que aún garantizan un buen rendimiento estructural y funcional: el edificio Administrativo, el de Anatomía

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_002_0007 - Scale

Patológica y la iglesia de San Vicente Ferrer, además de las recientes incorporaciones del nuevo Centro Quirúrgico y el Hospital Oncológico.

Las problemáticas

El conjunto presenta innumerables problemáticas funcionales y urbanísticas entre las que podemos destacar que la manzana no presenta ninguna permeabilidad interior ni conexiones entre edificios, de forma que para ir de un edificio a otro los pacientes necesitan salir a la calle y dar la vuelta a la manzana.

Interiormente se producen circulaciones de suministros, servicios, pacientes y personal con el problema que supone el tráfico rodado y peatonal conviviendo por áreas y viales estrechos y disfuncionales sin diferenciación alguna.

Los accesos desde las calles perimetrales provocan continuos atascos de tráfico. Los edificios presentan un grado de obsolescencia muy elevado y preocupante con informes reiterados de inestabilidad estructural e incumplimiento normativo.

La elaboración del Programa

Todo proceso de sustitución de un hospital parte de la premisa inicial de que es imprescindible mantener la actividad asistencial. Éste se elabora a partir de un estudio pormenorizado de las necesidades futuras del hospital y consecuentemente de un programa médico asistencial.

Este concurso se presentaba de una forma distinta y novedosa; planteaba la redacción del Programa medico-arquitectónico, el Anteproyecto global y el Plan Especial de Urbanismo dentro del mismo concurso del proyecto de la Fase 1, lo que suponía una colaboración desde el inicio de profesionales de otros ámbitos, consultores médicos y urbanistas, que aseguraran el resultado final.

Este procedimiento presenta algunas ventajas e inconvenientes.

Partamos de las ventajas: sin duda que desde la colaboración entre consultores médicos, arquitectos e ingenieros se elabora un proyecto mas acorde a las necesidades reales del hospital, que cumple expectativas, y que sobre todo asegura su viabilidad cumpliendo la principal premisa del mantenimiento de la actividad asistencial.

Así se ha realizado un procedimiento de participación muy intenso del Hospital con la implicación de todo el personal, mediante más de 200 reuniones en las que, bajo el liderazgo de la Dirección del Hospital y la activa colaboración de todo el equipo redactor, se ha llegado a conclusiones fundamentales que identifican necesidades con las posibilidades reales del desarrollo del proyecto, garantizando así el buen éxito del Proceso.

En paralelo se elabora un Plan Especial de urbanismo para que las capacidades urbanísticas del solar coincidan con las necesidades del Hospital. Se elabora después de la redacción y aprobación de un Anteproyecto que incluye todas las áreas necesarias a término del proceso, es decir, contempla el Estado Final previsto del hospital Gregorio Marañón.

Este desarrollo también presenta algún inconveniente; la dimensión de los edificios a diseñar durante el proceso y que llevará a la consecución final del nuevo hospital, se desconoce al inicio del mismo y con ello el coste del proyecto y la obra. Esto exigiría un pliego del concurso suficientemente abierto para poder contemplar estas premisas al final de cada fase del proyecto.

El Proceso de Sustitución de Edificios

La propuesta presentada por la UTE se basa en un *Proceso de Sustitución* de edificios que, con una afección mínima que garantiza el mantenimiento de la actividad asistencial del centro hospitalario, culminará en el Nuevo Hospital Gregorio Marañón en un plazo estimado de 8 años y mediante tres fases sucesivas de construcción. Esta premisa se considera esencial en la Renovación, Sustitución o Ampliación y Reforma de un Hospital en funcionamiento, y mas aún en éste que representa una pieza fundamental en el sistema sanitario del país.

La propuesta, que se ordena mediante bandas paralelas a la calle Ibiza, concentra la edificación en altura, con un máximo de 12 plantas, en el área central de la manzana y se distancia de dicha calle mediante un retranqueo de 50 metros de zonas verdes que permite diferenciar y articular los accesos, creando una imagen nueva para el Hospital.

El tráfico rodado se restringe en el interior de la parcela mediante la creación de un muelle de carga subterráneo que, mediante galerías exclusivas y transporte robotizado, resuelve todo el acceso de mercancías y suministros, solventando así uno de los grandes problemas del Hospital.

Un Proceso bien estudiado debe partir de un Programa Medico, Funcional y un Plan de Espacios definido y acordado al menos con un horizonte de 20 años para que, sobre él y previo el análisis exhaustivo de los edificios existentes que contemple desde su capacidad y adecuación estructural hasta sus posibilidades de transformación, se pueda establecer las premisas del ejercicio.

En este caso ya existía este análisis y estaba decidido que únicamente se conservarían cinco de los dieciocho edificios existentes en la actualidad La iglesia Parroquial, el Nuevo Centro Quirúrgico y el Nuevo Edificio de Oncología y Terapias Avanzadas, recientemente construidos, además de los construidos con anterioridad a estos últimos, que son Anatomía Patológica y el de Administración que re-

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_002_0008 - Scale

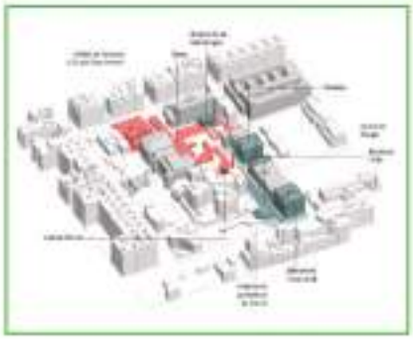
cientemente se ha reformado para alojar los Análisis Clínicos.

La oferta presentada incluía dos fases de construcción, con dos subfases cada una. Durante el desarrollo de todo el plan y el proyecto, que ha llevado en total un año, se decidió que sería preferible realizarlo en tres fases dado que permitía un inicio más rápido del proceso de construcción, introduciendo un nuevo factor al cronograma que es el tiempo de tramitación administrativa y de concurso de obra de cada expediente, lo que ha posibilitado que la construcción de esta fase se pueda iniciar ya en el año en curso, 2025. Cada una de estas fases conlleva el traslado y posterior derribo de los edificios que se vacían.

Existe una fase previa realizada por el Hospital este año 2025: el derribo del edificio de Almacenes y el del edificio de Sindicatos que se ha trasladado a unos módulos prefabricados detrás del parquin.

La Fase 0

Incluye la construcción de cinco áreas o edificios, todos ellos en la banda más trasera hacia Dr. Castelo. Se construirán, empezando a enumerar desde la esquina de Dr. Esquerdo:



1) El edificio Traslacional que contiene la Medicina y Cirugía Experimental y otros servicios de menores dimensiones que es preciso evacuar de varias localizaciones para realizar las siguientes fases sucesivas.

2) Muelle de carga que hundido, pero descubierto, se habilita para poder suministrar al IPMQ durante la construcción de la Fase 1 y para cuyo acceso es preciso realizar una obra en los accesos de la cocina actual.

3) Las nuevas centrales de energía que sustituirán a las existentes en el centro de la parcela permitiendo así satisfacer las necesidades durante el proceso y permitir construir el muelle de carga inicial

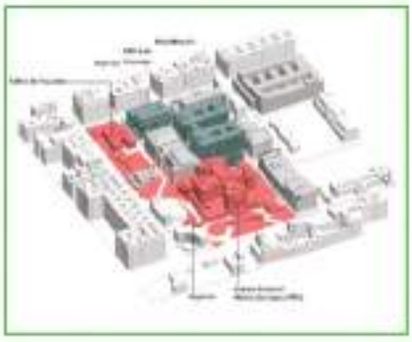
4) La nueva Farmacia que agrupa todas las actividades no solo de distribución y almacenamiento de fármacos sino su elaboración, y que distribuirá al nuevo conjunto mediante una galería subterránea robotizada.

5) La ampliación de Radioterapia que contendrá no solo un nuevo edificio para alojar sus áreas administrativas y de radio protección sino el Bunker en el sótano que contendrá el acelerador lineal que se traslada por estar bajo la huella del edificio y que se construirá en fase 1 y otro mas para tratamientos con radiofármacos

Esta compleja fase cuya duración se prevé en 18 meses facilitará la evacuación de los edificios que deberán ser derribados en la siguiente Fase 1.

La Fase 1

Se iniciará mediante el derribo de los edificios de Medicina y Cirugía Experimental, la Farmacia y el ala trasera situada entre ellos, que permitirá la construcción total de la Fase 1. Los tres edificios de 11 plantas sustituirán a todos los servicios y áreas del actual IPMQ.

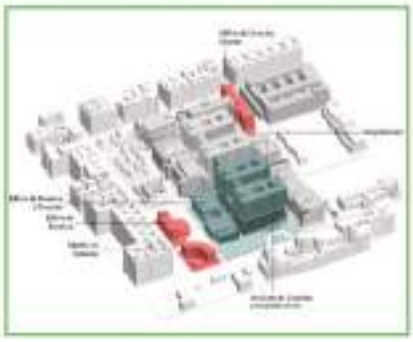


Estos edificios configurados con un patio central y unidos entre si se componen de una base y torre; la base contendrá servicios centrales de diagnóstico y tratamiento y las torres las hospitalizaciones con una planta técnica intermedia en nivel 4 que alojará todas las instalaciones, en el caso de las 2 y 3. El edificio 1 es el de psiquiatría que tendrá sus instalaciones en cubierta.

Las Hospitalizaciones en seis plantas se han diseñado con un esquema de doble corredor con 15 habitaciones individuales a cada lado pero con posibilidad de uso doble que alojarán todas las camas del IPMQ y el control central y unidas al sur por un pasillo interno de camas, personal y suministros mediante carros robotizados. Se prevé una duración de 36 meses de obra.

La Fase 2

Esta fase se iniciará con el derribo del IPMQ que se habrá desalojado previamente y que permitirá construir otros dos edificios, 4 y 5, similares a los de Fase 1 pero que en plantas de pódium contendrán Consultas y Hospitales de Día y en las torres, Hospitalizaciones iguales a las de la Fase 1 permitiendo así que todas las habitaciones sean de uso individual.



En el frente, hacia la calle Ibiza y alineado con el Centro Quirúrgico, se construirá simultáneamente el edificio que configura la fachada y contendrá la Docencia, la Dirección y la cafetería junto con otros usos de servicios que completarán el Hospital.

Se derribarán posteriormente los edificios que se desalojarán de estos usos,

Estado final.

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_002_0009 - Scale

Consultas, Docencia y Dirección, configurando así el retranqueo a la calle Ibiza traducido en una superficie de 50 metros de jardín pudiendo contener aparcamientos subterráneos y solucionando todos los accesos rodados al Hospital desde Dr. Esquerdo e Ibiza. Esta fase está prevista ser construida en un periodo de 36 meses igual que la Fase 1.

Las siete claves de la actuación

La integración de la trama urbana, la resolución de las circulaciones internas y de los accesos a la parcela y las conexiones entre edificios.

La nueva imagen que supone la uniformidad del conjunto diseñado y el frente a la calle Ibiza con el jardín constituyendo un conjunto ordenado de edificios que se escalonan hacia el centro la parcela y que mantienen la escala del entorno.

La funcionalidad. Una adecuada relación entre áreas y edificios y la segregación de circulaciones que ordenan el conjunto y facilitan la orientación y su comprensión.

La sostenibilidad. La incorporación de estrategias pasivas de diseño y activas en los requisitos y criterios de sostenibilidad de las instalaciones, así como las consideraciones del uso de materiales en función de su huella de carbono y energías limpias, garantizan el necesario compromiso con el cambio climático y la protección de la biodiversidad.

La humanización. El diseño de los espacios interiores centrados en la escala, la iluminación natural mediante el diseño de patios, así como la incorporación de la naturaleza en los espacios exteriores, el tratamiento del calor y la accesibilidad universal son factores esenciales en la humanización de un edificio hospitalario.

La viabilidad. El proceso diseñado permite mantener la actividad del Hospital con sus requerimientos actuales durante todo el periodo de construcción mediante las fases diseñadas.

El plazo. Las tres fases del proceso diseñado permiten que la completa sustitución de los edificios del complejo se lleve a cabo en un plazo horizonte de 8 a 10 años. En este caso, dado que un periodo excesivamente largo supone un sufrimiento excesivo tanto para personal como pacientes y dependiendo de la agilidad de las evacuaciones y la disponibilidad de crédito necesaria, es un plazo muy razonable.

En conclusión, el Gregorio Marañón se enfrenta al reto de reinventarse sin perder su esencia. La oportunidad es histórica y permitirá proyectar un hospital moderno, eficiente y comprometido con el futuro de la asistencia sanitaria.

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_002_0010 - Scale

Beatriz Blanco Burguillo (bblanco@salud.madrid.org)
Jefe de Área de Ingeniería
Dirección General de Infraestructuras Sanitarias
SERMAS (Servicio Madrileño de Salud)
Constantino Gago Fernández
Responsable de instalaciones de edificación
SENER

Un proyecto singular: nuevo hospital Sierra Norte

El nuevo hospital Sierra Norte, será un hospital destinado a cuidados y recuperación funcional El objetivo que se buscó con este nuevo hospital, enclavado en la sierra norte de Madrid, era que fuera un proyecto singular y representativo en cuanto a niveles de sostenibilidad y cero emisiones, así como alto grado de humanización por el tipo de paciente al que estaba destinado, cuya estancia en hospitalización es más larga de lo habitual.

Introducción

El nuevo hospital se enmarca dentro del plan estratégico de ampliación y modernización de la red de infraestructuras sanitarias de la Comunidad de Madrid.

Tendrá una capacidad de noventa camas distribuidas en habitaciones dobles e individuales y se especializará en cuidados de media y larga estancia, recuperación funcional y rehabilitación. Además de las áreas de hospitalización, contará con unidades específicas de fisioterapia, terapias ocupacionales, así como espacios de atención psicosocial y zonas comunes diseñadas para fomentar la recuperación y el bienestar integral de los pacientes.

La localización del hospital ha sido cuidadosamente elegida por su entorno natural y tranquilidad, factores que contribuyen positivamente al proceso de recuperación de los pacientes. Asimismo, el edificio ha sido diseñado para convertirse en un referente nacional en sostenibilidad, eficiencia energética y compromiso ambiental. Este centro hospitalario no solo responde a las necesidades asistenciales de la población, sino que ha sido concebido como un edificio de consumo energético casi nulo (nZEB), libre de combustibles fósiles, con tecnologías avanzadas de gestión y con un diseño centrado en minimizar su impacto ambiental durante todo su ciclo de vida. Todo ello contribuirá de forma significativa a la reducción de su huella de carbono, tanto en la fase de operación como a lo largo de su vida útil, alineándose con los compromisos de descarbonización del sector sanitario.

Edificio cero emisiones: sin combustibles fósiles

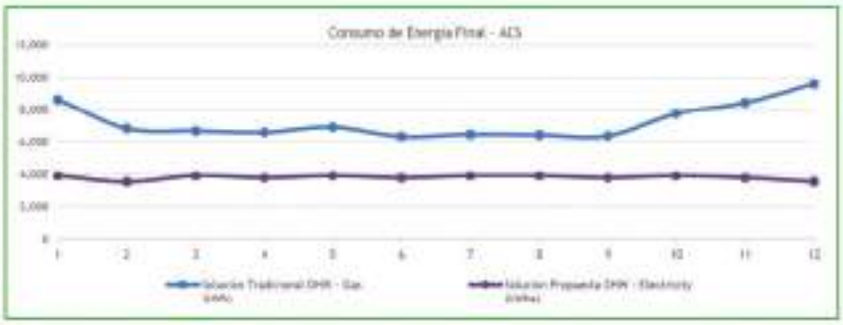
Uno de los grandes hitos del proyecto es la eliminación total del uso de combustibles fósiles para las instalaciones térmicas. A diferencia de los sistemas tradicionales basados en calderas de gas, el Hospital Sierra Norte apuesta por una solución 100% eléctrica con energías renovables. Esta decisión permite:

- Reducir en un 73% el consumo de energía final en calefacción. Como se aprecia en el siguiente gráfico, la solución adoptada, basada en electricidad y tecnologías limpias, supone una reducción drástica del consumo energético respecto a las soluciones convencionales:

- Disminuir en un 48% el consumo energético para agua caliente sanitaria (ACS). La siguiente ilustración refleja la mejora lograda en términos de energía final consumida frente a soluciones híbridas convencionales basadas en el empleo de paneles solares térmicos y calderas.

- Rebajar la huella de carbono en un 71% en calefacción y en un 31% en ACS,

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_002_0011 - Scale



en comparación con soluciones convencionales.

Esta estrategia convierte al hospital en un edificio alineado con los objetivos de descarbonización y transición energética, disminuyendo el impacto ambiental generado.

Producción térmica renovable basada en aerotermia

La solución energética se apoya en tecnología de la aerotermia, altamente eficiente incluso en climas fríos. El sistema combina:

- Una enfriadora con recuperación de calor aire-agua.

- Dos bombas de calor preparadas para funcionar con bajas temperaturas exteriores.

- Una bomba de calor de alta temperatura con ciclo de propano (R-290), un refrigerante de bajo impacto climático.

El sistema permite la generación de agua caliente hasta 70ºC, y su diseño contempla temperaturas exteriores mínimas de hasta -12,7°C, lo que garantiza la cobertura energética en cualquier condición climática, garantizando la resiliencia energética del edificio incluso en condiciones adversas.

Para garantizar la sostenibilidad plena desde todos los puntos de vista, los equipos propuestos emplearán refrigerantes como R 454B (466) y R-290 (3) con un potencial de calentamiento global (GWP) mínimo.

Producción fotovoltaica: autonomía energética estacional

El Hospital Sierra Norte cuenta con una instalación solar fotovoltaica que combina:

- Paneles en cubierta para aprovechar toda la superficie disponible.

- Vidrios solares integrados en las fachadas y marquesinas (BIPV).

En conjunto, el sistema permite una producción de energía renovable estimada en 299.426 kWh/año. Este volumen permite cubrir el 100% de la demanda energética de climatización e iluminación durante al menos 3 meses al año, con los siguientes beneficios:

- Ahorro económico total en 20 años superior a 1.198.000 euros.

- Reducción de más de 1.980 toneladas de CO_2 emitidas durante la vida útil del edificio.

Así mismo, el sistema es capaz de generar de media el 70% de la energía demandada anualmente para los suministros generales del edificio (climatización, iluminación y servicios auxiliares).

Sistema de gestión inteligente y monitorización energética

Para lograr el engranaje de todo lo anterior, el edificio integra un sistema de gestión técnica centralizada (BMS), que permite:

- Monitorizar en tiempo real consumos, generación energética y parámetros ambientales realizando acciones correctivas automatizadas.

- Detectar desviaciones o anomalías de forma temprana.

- Sugerir y automatizar medidas de mejora energética.

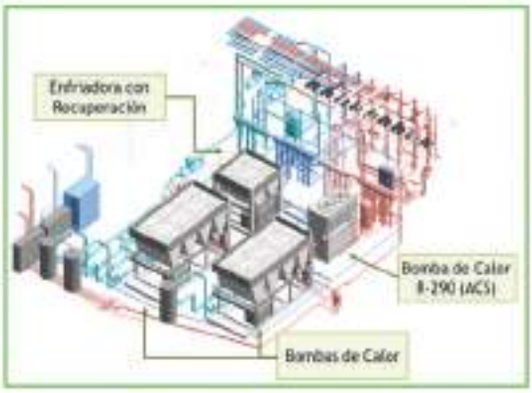
Este sistema está diseñado para evolucionar a futuro con módulos de gestión basados en inteligencia artificial que aprenderán del comportamiento del edificio y propondrán acciones automatizadas.

Estas tecnologías no solo optimizan el uso de recursos, sino que también contribuyen a alcanzar los estándares exigidos para obtener una certificación ambiental de alto nivel.

Certificación VERDE: compromiso con la sostenibilidad integral

El hospital no solo cumple los estándares, sino que va más allá en diseño circular, eficiencia energética y reducción de huella ambiental.

El Hospital Sierra Norte ha sido diseñado para alcanzar, como mínimo, el nivel de *3 hojas* en la certificación VERDE del



1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_002_0012 - Scale

Green Building Council España (GBCe), un estándar que evalúa el impacto ambiental y la eficiencia de los edificios desde una perspectiva holística.

Para ello, se han adoptado numerosas medidas que abarcan tanto el diseño arquitectónico como la selección de materiales, las instalaciones, y el control de calidad ambiental. Entre ellas destacan:

• Uso de materiales sostenibles, con contenidos reciclados post y pre-consumo en porcentajes que oscilan entre el 40% y el 100% del total de elementos cerámicos, áridos, pétreos y hormigones.

• Empleo de maderas certificadas con cadena de custodia, incluso en elementos auxiliares como encofrados y embalajes.

• Elección prioritaria de materiales de proximidad, con al menos el 40% de los componentes producidos a menos de 200 km de la obra.

• Diseño del edificio como banco de materiales, facilitando la recuperación de sistemas constructivos al final de su ciclo de vida.

• Incorporación de ecoetiquetado tipo I y declaraciones ambientales de producto (DAP) en hasta el 100% de ciertos materiales.

• Medidas para mejorar la calidad ambiental interior, como el uso de pinturas y barnices sin emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV).

• Inclusión de materiales fotocatalíticos en suelos exteriores e interiores, que mejoran la calidad del aire.

• Uso de caucho reciclado como revestimiento en zonas clave, reduciendo residuos y mejorando el confort acústico.

Además, se ha previsto la ejecución de ensayos y controles específicos para la certificación: blower door test, mediciones de humedad, control acústico y energético, y documentación de gestión ambiental.

Estrategias avanzadas de sostenibilidad y justificación de la inversión

A la hora del diseño del edificio, desde el anteproyecto se llevó a cabo un enfoque integral sostenible, realizándose un estudio comparativo previo que evaluó diferentes soluciones arquitectónicas desde el punto de vista energético antes de definir el diseño final.

Se optaron por soluciones tecnológicas y constructivas que supusieron un ligero incremento de la inversión, pero que quedan justificadas por su retorno ambiental, energético y económico, previéndose un ahorro acumulado en costes de operación de más de 1,5 millones de €, de los cuales 0,35 millones de € corresponden a climatización y 1,15 millones de € a la instalación fotovoltaica.

Algunas de estas decisiones estratégicas incluyen:

• La implementación de tecnologías térmicas avanzadas con retorno de inversión:

– Bombas de calor con caudal variable, con un incremento del 90% de inversión, pero con TIR del 14%.

– Enfriadora con recuperación de calor, con un incremento del 30% de coste, pero con un TIR del 5%.

• Elección de la solución energética más eficiente (bombas de calor R-290), que, si bien supone un sobrecoste del 25,8% frente a soluciones tradicionales, permite:

– Reducir las emisiones en 121.052 $kgCO_2$/año.

– Ahorrar 11.337 €/año en costes de operación.

• Sobredimensionamiento de la producción fotovoltaica, que ha pasado de los 125 kWp mínimos exigidos, a una instalación de 332,3 kWp incluyendo vidrios solares integrados. Esto permite que el hospital funcione como edificio de energía casi nula (nZEB) durante largos periodos del año.

• Alta industrialización del sistema constructivo, especialmente en las áreas de hospitalización, con elementos prefabricados como los aseos, cabeceros y armarios.

• Mayor eficiencia en instalaciones eléctricas, con la instalación de luminarias regulables y control por sensores de presencia y luminosidad, así como un diseño de la instalación con reducción de caídas de tensión hasta el 5% (frente al 6,5% normativo), disminuyendo pérdidas energéticas.

Esta combinación de medidas refleja una visión integral de sostenibilidad donde cada decisión está orientada a minimizar la huella ecológica del hospital durante su construcción y operación.

El enfoque adoptado genera un ahorro económico significativo a lo largo del ciclo de vida del edificio, como se muestra en la siguiente ilustración donde se refleja la evolución proyectada de los costes de operación de las producciones térmicas del edificio frente a una solución tradicional.

Conclusión

El Hospital Sierra Norte no solo destaca por su función asistencial, sino por ser una infraestructura que lidera el cambio hacia un modelo sanitario bajo en carbono. Gracias a la combinación de energías renovables, eficiencia tecnológica, diseño bioclimático y monitorización avanzada, este centro se sitúa a la vanguardia de la sostenibilidad hospitalaria en España, con una inversión consciente que prioriza la eficiencia, la durabilidad, la salud ambiental y el cumplimiento de objetivos climáticos.

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_002_0013 - Scale

Dr. Antonio Tomás Borja (antonio.tomas@carm.es)
Ingeniero de Organización Industrial
Subdirector de Gestión y Asuntos Generales

Óscar Antonio Martínez Guillamón
David Saura López
Rafael Chicano García
Javier Hernández Gallego

Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca
Servicio Murciano de Salud / Consejería de Salud

Transición del Servicio Murciano de Salud hacia la Sostenibilidad

Rumbo 2030

La apuesta por las energías renovables, tales como la Aerotermia o la Biomasa, la mejora de la eficiencia energética de las instalaciones mediante cambios en el paradigma de las mismas mediante modelos descentralizados de producción, así como la reducción de insumos, son algunas de las labores más representativas en el avance del Plan Integral de Transición Ecológica del SMS que han supuesto una apertura a la innovación y el replanteo de las tecnologías disponibles para un uso compatible con la actividad.

1. Introducción

El Servicio Murciano de Salud (SMS) ha sido siempre consciente del impacto de la prestación de su servicio en la sociedad y en el medioambiente. En este sentido está comprometido con el cumplimiento de objetivos medioambientales gradualmente más ambiciosos, manteniéndose activo en la mejora constante de la eficiencia energética y asumiendo con responsabilidad el uso de recursos.

Para cumplir con el desafío de transición ecológica y transformación digital del Sector Salud, el SMS está desarrollando actuaciones encaminadas a velar por la neutralidad climática, la resiliencia energética y la circularidad en las interacciones con el entorno y el contexto ambiental que le afecta, siguiendo la ruta del Plan Integral de Transición Ecológica (PITECO), elaborado por y para la entidad en 2021 y con un horizonte fijado en 2030.

El plan se sustenta sobre un conjunto de más de 150 medidas para los 11 hospitales del SMS agrupadas en 6 líneas, con una inversión aproximada de 52 Millones de euros:

- Línea 1: Transición a la autosuficiencia y la energía renovable: 11%.
- Línea 2: Rehabilitación, renovación y resiliencia energética de la infraestructura: 57%.
- Línea 3: Transición digital: Tecnologías de control y monitorización de energía, agua y residuos: 17%.
- Línea 4: Fomento a la movilidad baja en carbono: 6%.
- Línea 5: Circularidad: Reducción de insumos y excedentes: 9%.
- Línea 6: Recursos de apoyo y herramientas innovadoras para la sostenibilidad.

En el marco del desarrollo del PITECO, las actuaciones destinadas a fomentar el uso de energías renovables, la eficiencia energética y, por tanto, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, han tomado mayor relevancia, impulsadas por la financiación a través del Programa de la Región de Murcia FEDER 2021-2027.

2. Objetivos

Como cometido principal, el PITECO se orienta a conseguir los objetivos planteados en los planes y estrategias europeos y nacionales en relación con energía, clima, digitalización, movilidad y economía circular. Así como el objetivo transferido del Programa FEDER, por el que la financiación de las actuaciones en los edificios se destina a la mejora en su clasificación energética en al menos una categoría energética, que debe quedar documentada mediante el certificado energético.

Cabe destacar, que la principal medida para la mejora de la clasificación energética de los edificios ha sido la instalación de energía solar fotovoltaica, con los siguientes proyectos:

Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca, 1585,9 kWp.
Hospital General Universitario Santa Lucía, 892,7 kWp.
Hospital General Universitario Santa María del Rosell, 458,9 kWp.
Hospital Rafael Méndez de Lorca, 349,6 kWp.
Hospital Comarcal del Noroeste, 313 kWp.
Hospital Virgen del Castillo, 170 kWp.
Hospital General Universitario Morales Meseguer, 630 kWp.
Hospital Universitario Reina Sofía de Murcia, 879 kWp.
Hospital General Universitario Los Arcos del Mar Menor, 700 kWp.
Hospital de la Vega Lorenzo Guirao, 255 kWp
Hospital Psiquiátrico Ramón Alberca, 75 kWp.

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_002_0014 - Scale

Producción fotovoltaica.

Se estima reducir el 25% de emisiones, mediante el uso de energías renovables, y lograr un ahorro de la energía consumida del 30%. Todo ello supone una reducción esperada del 38% de las emisiones del SMS.

Una medida que pretende ser un salto tecnológico y una de las herramientas más significativas para el análisis y mejora energética, será el Centro de Innovación e Inteligencia Energética del SMS (CIIESMS), que supone una adopción de las nuevas tecnologías, vinculando herramientas de Inteligencia Artificial a nuestros sistemas de gestión de los edificios.

Otra medida singular en el ámbito de la economía circular: se están implementando criterios de compra orientados a la minimización del peso de los materiales mediante fichas estandarizadas de información de los artículos, y fórmulas matemáticas que evalúan de forma objetiva el artículo en función del peso unitario, incluyendo el embalaje. El compromiso del PITECO en cuanto al tratamiento de los insumos, centra su esfuerzo en la reducción de 87.600 Kg/año y el tratamiento in situ de 499.513 Kg de residuos.

Cabe mencionar, que son también objeto de tratamiento especial en PITECO los recursos hídricos, especialmente sensibles en nuestra región, actuaciones que permitirán reducción de 39.944 m^3 agua/año, lo cual supone el 9% del consumo.

3. Proyectos

Como se ha indicado, aunque PITECO abarca todo aquello relacionado con la transición ecológica de forma que su estrategia se mantenga alineada con los compromisos nacionales y europeos. Cabe destacar los siguientes proyectos:

3.1. Proyecto de reforma de la instalación de producción de agua caliente sanitaria (ACS) plantas Hospitalización Edificio Hospital General (HG) del Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arixaca (HCUVA).

Supone la instalación de una nueva red de tuberías de ACS y agua fría de consumo humano (AFCH), sustituyendo la actual producción de calor mediante calderas por una producción basada en Aerotermia, y la implementación de un

Instalación de aerotermia.

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_002_0015 - Scale

sistema de monitorización y biosensorización del agua.

La nueva instalación se ejecuta conforme al Real Decreto 487/2022, de 21 de junio, por el que se establecen los requisitos sanitarios para la prevención y el control de la legionelosis, mediante la biosensorización y monitorización de la calidad del agua que trasiega por el edificio para realizar un análisis inteligente de la naturaleza y propiedades del agua, permitiendo así el desarrollo de una gestión predictiva del crecimiento de Legionela y la eficacia de los tratamientos de desinfección, así como su impacto en componentes y redes.

3.1.1. Instalación de Aerotermia:

El HCUVA actualmente dispone de una instalación centralizada de producción de calor mediante calderas de Gas Natural. La instalación de Aerotermia, en primera instancia se plantea para el Hospital General, el cual representa casi el 40% de la demanda de ACS de todo el sistema.

De la demanda energética del sistema de generación de calor actual se obtuvieron los datos de consumo energético destinado a la producción de ACS del Hospital General, con un consumo de 3.200.000 kWh/año. Con estas hipótesis se obtiene que el coste de la producción energética utilizando Gas Natural para la producción del ACS ascendería a 128.000 €/año, con unas emisiones de 650 TonCO2/año.

El proyecto se basa en el cambio del sistema de calderas por un sistema Q-TON bomba de calor para ACS hasta 90°C con refrigerante ecológico , capaz de alcanzar rendimientos medios estacionales superiores al 4,8. Apoyo de un sistema de bomba de calor en el circuito de retorno para el mantenimiento de la temperatura por encima de 60°C, con el objeto de no mermar el rendimiento de los equipos principales.

Este sistema reduce el consumo energético a 600.000 kWh/año, las emisiones a 15 TonCO2/año y el coste de producción a 100.000€. Calculamos que la inversión supone un periodo de retorno de aproximadamente 10 años.

3.1.2. Instalación de red tuberías:

Se trata de una red antigua con graves deficiencias que redundan en un problema importante de eficiencia energética, debido a las pérdidas en las conducciones.

La nueva instalación se ejecuta en polipropileno copolímero random de estructura cristalina modificada beta nucleada y reforzado en su capa interna con fibra de vidrio según norma UNE EN ISO 12241, aislado con coquilla de espuma elastomérica tipo Armaflex AF según la IT 1.2.4.2.1.

El circuito hidráulico se diseña a caudal constante. Para asegurar el correcto equilibrado hidráulico de los circuitos de producción se instalan válvulas de equilibrado de caudal.

3.1.3. Sistema de Monitorización y Biosensorización:

El sistema se compone de sensores inteligentes (transductores) integrados en las redes de tuberías y/o depósitos, comunicando datos en tiempo real para el análisis inteligente en plataforma específica.

La detección temprana de los factores implicados en la proliferación y diseminación de la bacteria *Legionella* en las instalaciones hídricas, como son los parámetros físicos (temperatura, presión, caudal, etc.), químicos (nivel de biocida, nivel Redox, etc.) y biológicos (como es el crecimiento del biofilm), desde las fases iniciales de la puesta en marcha de la instalación, ofrece la posibilidad de tener los parámetros del funcionamiento de la instalación en todo momento y unos factores predictivos del comportamiento; por tanto, de las necesidades reales de la instalación sobre actuaciones correctivas y ajuste del nivel de dichos parámetros, lo que implicará ajustes reales de biocidas, niveles de temperatura, etc., que suponen un ahorro económico.

La tecnología realiza un análisis inteligente y predictivo del riesgo de desarrollo de Legionella en tiempo real, convirtiéndose en el sistema IoT idóneo para integrar el Plan de Protección Contra Legionella y el Plan Sanitario del Agua.

3.2. Instalación de una caldera de Biomasa en el HCUVA:

La finalidad es cubrir la demanda base de calor (ACS y calefacción) del HCUVA, con combustible de origen no fósil, considerados como fuentes de energía renovables o de bajas emisiones. Con esta medida conseguimos:

- Reducir la dependencia de los combustibles fósiles, fomentando la autosuficiencia energética.
- Diversificar e incrementar el aporte de las energías renovables en el SMS.
- Cumplir con los objetivos de reducción de emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI).

El objetivo principal de la actuación es reducir la huella de carbono asociada a procesos de combustión directa en el HCUVA,

Caldera biomasa.

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_002_0016 - Scale

Sistema alimentación silo de caldera biomasa.

cubriendo el 30% de la demanda energética necesaria para la producción de ACS y calefacción.

La caldera se nutrirá de las astillas generadas con los trabajos de silvicultura, en este caso procedentes de los pinos carrascos que se talan en la zona de Sierra Espuña (Murcia) durante la limpieza de espacios forestales, una apuesta por la economía circular .El generador aportará anualmente 2.803.200 kWh, con una potencia máxima de 400 kW.

Se estima que la introducción del sistema va a permitir la reducción de emisiones de CO2 asociadas a la utilización de combustibles fósiles en una cantidad equivalente a 700 Ton CO2/año. Esta estimación otorgaría a la medida capacidad para reducir hasta en un 30% las emisiones directas del HCUVA asociadas a la combustión de gas natural para calefacción y ACS

3.3. Proyecto de descentralización del sistema de producción de agua fría para refrigeración en el HGURS:

Supone el cambio de un sistema de producción centralizada de agua fría para climatización, compuesto por 4 enfriadoras de 1238 kW frigoríficos, a otro con enfriadoras distribuidas por los distintos edificios para dar un servicio más ajustado.

El nuevo sistema de producción queda conformado por los siguientes equipos:

- En edificio hospital derecha, 6 Ud. de 90 kWf, total 540 kWf.
- En edificio hospital Izquierda, 8 Ud. de 90 kWf, total 720 kWf.
- En edificio Urgencias, 2 Ud. de 527 kWf, total 1054 kWf.
- En edificio Consultas, 2 Ud. de 527 kWf total 1054 kWf.
- En edificio CAD, 1 Ud. de 168 kWf.

El ajuste a la demanda supone una reducción de la capacidad de producción de 4.952 kWf a 3.368 kWf, lo cual conlleva una menor potencia eléctrica demandada. A esto se suma la mejora en el rendimiento de los equipos nuevos, ya que los antiguos tienen un COP de 3,01 y los nuevos un ESSER de 4,71.Con esta medida, el consumo eléctrico de los grupos de presión asociados del primario y del secundario pasan de 1.768 kWe a 1.294 kWe.

Y en cuanto a las pérdidas por distribución evitadas, evaluadas mediante los registros existentes en el sistema, se observa una pérdida de temperatura del agua de 2'5°C a 3,2°C entre el bombeo del secundario y el bombeo en los edificios de urgencias, consultas, hospitalización derecha y hospitalización izquierda, lo cual suma interés a la medida.

El ahorro estimado de emisiones es de 420 Toneladas de CO2.

4. Conclusiones

Para los objetivos generales del PITECO, las actuaciones presentadas suponen un avance significativo, que sumado al resto de medidas espera lograr la consecución de estos en el horizonte 2030.

La mejora de la certificación energética de nuestros edificios hace patente el impacto positivo de las medidas y su adecuada vinculación al fomento de la transición planteada por el SMS.

Tanto el enfoque de este plan, como sus medidas, están aprovechando el impulso fomentado por las estrategias nacionales y europeas en materia de transición ecológica, lo que denota su correcto encuadre en el escenario actual.

A todo esto, se suma el carácter singular que aportan actuaciones tales como las que se exponen en este documento, con las que además de contribuir a los objetivos, se realiza una aportación al carácter ejemplarizante de unas instituciones e infraestructuras tan relevantes.

El SMS se encuentra en el rumbo marcado por la transición ecológica, donde la apuesta por las energías renovables, tales como la aerotermia o la biomasa, la mejora de la eficiencia energética de las instalaciones mediante cambios en el paradigma las mismas con modelos descentralizados de producción, así como la reducción de insumos mediante criterios de contratación ecológica, además de contribuir al avance en los objetivos, han supuesto una apertura a la innovación y el replanteo de las tecnologías disponibles para un uso compatible con la actividad. Todas ellas suponen una aportación de especial mención por sus implicaciones a distinto nivel.

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_002_0017 - Scale

Xavier Escayola Elías (xavier.escayola@sjd.es)
Jefe de la Unidad de Bioingeniería y Electromedicina
Judit Barnils Ribé
Bioingeniera de proyectos
Dirección de Infraestructuras, Bioingeniería y Servicios
Hospital Sant Joan de Deu – Barcelona

Clinical Command Center

Un cambio de filosofía en la atención asistencial, la gestión del hospital y la experiencia del paciente. El Clinical Command Center es un centro de control ubicado en el centro neurálgico del hospital en el que se pueden visualizar datos técnicoasistenciales aportando la visión holística de los procesos y estado del hospital, con capacidad de dar una respuesta global para mejorar y optimizar su actividad diaria y capacidad predictiva.

Introducción y contexto social

En 2019, el Hospital Sant Joan de Déu Barcelona emprende el proyecto Córtex, un proyecto piloto basado en un centro de comando en el que se centralizaban los datos recogidos diariamente por el hospital. El objetivo principal era obtener indicadores en tiempo real para tomar decisiones proactivas que mejorasen la gestión y conocimiento del estado del hospital, y reaccionar rápidamente a las necesidades de los pacientes. Con la llegada del COVID-19 en 2020, los procesos de transformación digital se aceleraron, y el proyecto se focalizó en monitorizar la situación epidemiológica y la evolución de la pandemia.

La transformación digital del entorno sanitario empezó a coger impulso, y la necesidad de recopilar y almacenar datos de calidad se convirtió en una prioridad. Se definió una estrategia para el gobierno y democratización de estos datos, permitiendo su monitorización, centralización, estructuración, procesamiento y visualización para obtener información de valor añadido.

La transformación hacia organizaciones basadas en la gestión inteligente de los datos implica mucho más que instalar herramientas adecuadas. Se basa en poner los datos y su análisis en el centro de la estrategia de la organización, creando un nuevo paradigma en el que el análisis de los datos generados sea la base para la toma de decisiones. La capacidad de análisis, uso y gestión de grandes volúmenes de datos es esencial para permitir tanto a los proveedores de salud como a la administración sanitaria tener una visión holística y en tiempo real de la salud y bienestar de los pacientes.

El reto más importante es la capacidad y estrategia de gobierno del gran volumen de datos disponible, para su democratización y explotación en pro de mejores tomas de decisión y el alcance de estándares de calidad más exigentes. Tras introducir el concepto de Hospital Líquido en 2009 y participar en varios proyectos de transformación digital, se inauguró el Clinical Command Center a finales de 2023, diseñado como un espacio de acompañamiento a la organización, con una doble mirada clínica y de gestión de flujos, centrado en evolucionar el modelo asistencial hacia uno predictivo y preventivo.

Objetivos y metas

El Clinical Command Center es liderado por un equipo multidisciplinar que aporta una versión holística y transversal del estado del hospital y los pacientes tanto dentro como fuera del centro, en tiempo real. Sus objetivos principales son:

- Monitorización en tiempo real del estado de los pacientes en todos los servicios y áreas.
- Visualización centralizada y ordenada de los datos recibidos en tiempo real para la toma de decisiones.
- Seguimiento de síntomas estratégicos como el dolor.
- Gestión ágil y coordinada en situaciones extraordinarias.
- Monitorización del estado y geolocalización de dispositivos IoMT y las infraestructuras del hospital.
- Capacidad de adaptación rápida a los cambios continuos.
- Optimización de los procesos y operaciones, mejorando la calidad en la asistencia del paciente.
- Control y monitorización de los recursos disponibles para una mayor eficiencia en su gestión.

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_002_0018 - Scale

Fig. 1. Piloto Córtex: Command Center (izquierda), Contact Center (centro) y eCare (derecha).

- Colaboración con otros centros a través de la monitorización de pacientes en el domicilio.

El alcance de la monitorización en un Command Center

Tradicionalmente, la monitorización en Sanidad ha estado vinculada a las constantes vitales de los pacientes. Sin embargo, la aparición del mundo de los datos y la inteligencia artificial ha abierto el concepto de la monitorización a un nuevo paradigma. Actualmente, la monitorización abarca todo el flujo de datos desde que son recogidos por el monitor o dispositivo médico, hasta que son procesados y visualizados para proporcionar información de valor añadido.

La combinación de una buena infraestructura basada en la monitorización multiparamétrica de los pacientes, un sistema informacional robusto y de calidad, y sistemas de entrenamiento de la información, permite un sinfín de posibilidades más allá de la lectura del dato crudo. Algunas de estas posibilidades son: transmitir los datos a centrales de monitorización, procesar y entrenar los datos con algoritmos de inteligencia artificial, y monitorizar los datos de forma holística, transversal y centralizada en espacios como el Clinical Command Center.

Adicionalmente, una buena infraestructura de red y comunicaciones permite la monitorización de los pacientes dentro del hospital y en sus domicilios. La telemedicina aporta beneficios tanto al paciente como al hospital, mejorando la experiencia del paciente y ayudando a una recuperación temprana, y permitiendo al hospital reducir su congestión.

Clinical Command Center: piloto vs proyecto

El proyecto Córtex pretendía evolucionar el modelo de atención mediante herramientas innovadoras, originándose como un proyecto piloto estratégico de transformación digital para la gestión inteligente de la información generada por el hospital, el paciente y su entorno.

Este espacio se dividió en tres grandes bloques:

– Command Center basado en la eficiencia a través del seguimiento de flujos y la predicción,

– ContactCenter basado en la experiencia del paciente a través de la personalización y multicanalidad, y

– eCare basado en la efectividad a través de la gestión y monitorización inteligente de los datos clínicos.

A finales de 2023, tras 4 años de uso y análisis del piloto Córtex, se inauguró el Clinical Command Center, diseñado a partir de los conocimientos adquiridos, las mejoras detectadas, y unas infraestructuras tecnológicas innovadoras. Esta nueva área se erige como una fusión entre los conceptos Command Center y eCare, con una clara mirada asistencial.

Su actividad se centra en: la visualización y seguimiento de los flujos de las diferentes áreas asistenciales (operativa y gestión); la monitorización y visualización de variables clínicas e información de valor añadido producto de algoritmos de inteligencia artificial (clínica); y la geolocalización de los pacientes y gestión de instalaciones, comunicaciones y equipos (infraestructuras).

Para lograr los diferentes objetivos y retos que nos propone este proyecto, es imperativo la creación de un equipo multidisciplinar. Concretamente, en el Clinical Command Center trabajan a diario, ingenieros (bioingenieros, bioinformáticos, ingenieros industriales), data scientists, facultativos, enfermeros, administrativos y economistas, entre otros, además de los diferentes profesionales de todas las áreas del hospital que proponen nuevos proyectos, tanto a nivel asistencial como no asistencial.

La implementación de proyectos como el Clinical Command Center que abogan por la integración de la tecnología avanzada en la gestión hospitalaria, ofrecen múltiples beneficios y mejoran tanto la eficiencia operativa como la calidad asistencial y la experiencia del paciente.

Unos espacios sinérgicos a la filosofía del proyecto

El diseño de los espacios es crucial para la sinergia con el modelo de gestión, la operativa y el equipo que liderará el proyecto. Así pues, también sufrieron una transformación entre el piloto Córtex de 2020 y el proyecto Clinical Command Center de finales de 2023, en cuyo diseño se fusionaron los conceptos de Command Center y eCare, formando un espacio único y diáfano, mejorando la escalabilidad y la comunicación entre los equipos.

A medida que se trabajaba con los datos, era necesario un mayor número de entornos de visualización y un equipo con una mayor tipología de roles y habilidades. Así pues, la zona del videowall también experimentó un aumento en espacio, equipo de personas y número de equipos. Ahora, el equipo multidisciplinar

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_003_0019 - Scale

Fig. 2. Plano del piloto Córtex (izquierda); plano del proyecto Clinical Command Center (derecha).

está compuesto por técnicos, gestores de paciente, médicos y enfermeras, que toman decisiones y coordinan la actividad del hospital a través de la información ofrecida por el videowall, en constante contacto con bioingenieros, bioinformáticos y data scientists.

El videowall del Clinical Command Center está compuesto por diferentes dashboards divididos en monitorización de las infraestructuras, indicadores de flujo y estado en tiempo real de las unidades asistenciales, monitorización clínica del estado de los pacientes y geolocalización de éstos cuando son tratados en sus domicilios.

La gestión y control del dato debe estar tratada a través de una red segura, transparente y robusta. La combinación de diferentes plataformas permite visualizar y actuar sobre diferentes aspectos: control de las infraestructuras y mantenimiento del edificio, estado de los servicios de datos y telefonía, eficiencia energética, sistemas de paciente-enfermera, sistemas audiovisuales, climatización, optimización de rutas de equipos asistenciales, control de la seguridad del dato, y geolocalización del parque IoT/IoMT del hospital. El uso de herramientas de monitorización de dispositivos IoMT en el Clinical Command Center mejora la operativa diaria, permitiendo una anticipación a la incidencia por parte del personal técnico y una sinergia constante con el equipo de coordinación asistencial.

El gobierno y control de toda esta información a través de la parte técnica del equipo multidisciplinar del Clinical Command Center, permite al hospital ser más eficiente en multitud de aspectos diferentes desde la detección y resolución proactiva de todo tipo de incidencias, la optimización de la gestión de los recursos técnicos así como su comunicación o la mejora de la eficiencia energética, hasta la gestión responsable del parque de dispositivos médicos, lo que a la larga impacta en una eficiencia económica global.

Conclusiones: el futuro es hoy...

La implantación de un Clinical Command Center aporta beneficios culturales, operativos, financieros, asistenciales, de capacidad, y hacia los pacientes en cuanto a calidad de atención asistencial. La transformación digital y el avance del mundo del dato y la inteligencia artificial, junto con la experiencia y resultados obtenidos, dejan patente la importancia de este tipo de iniciativas para optimizar los procesos intrínsecos de un hospital y ofrecer una mejor experiencia de paciente.

Las sinergias y colaboraciones multidisciplinares abren la puerta a nuevos modelos de atención asistencial híbrida y a la creación de modelos predictivos que permitan una mayor anticipación y seguridad al paciente. Los resultados obtenidos durante el primer año y los beneficios demostrados en la gestión operativa y asistencial han desencadenado un interés exponencial por parte de las diferentes unidades y especialidades asistenciales en aterrizar otras iniciativas para mejorar los servicios y crear sinergias transversales.

El uso de la monitorización junto con la gestión de los datos y la inteligencia artificial ha llegado para quedarse, aportando un valor añadido nunca antes visto y llevando a la sanidad y el cuidado del paciente al siguiente nivel.

Fig. 3. Clinical Command Center. Videowall (izquierda), zonas técnicas de trabajo multidisciplinar (centro) y sala de reuniones (derecha).

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_003_0020 - Scale

Esther Tomás Martínez
Ingeniera Industrial
Directora de Infraestructuras y Tecnología Médica
Hospital Vall d'Hebron (Barcelona)
Sarah Bearice Heili
Jefa Asociada del Servicio de Neumología y de la UCIR
Fundación Jiménez Díaz (Madrid)
Jose Luis Poveda
Gerente
Hospital La Fe (Valencia)

Instalaciones de Oxígeno en Centros Sanitarios:

Criterios técnicos y de fiabilidad

El oxígeno se ha consolidado como uno de los recursos terapéuticos más críticos en el ámbito hospitalario. Su uso es esencial en el tratamiento de pacientes agudos y, en muchos casos, representa un soporte vital de primera línea. Su suministro, distribución y administración segura constituyen un reto multidisciplinar que involucra a profesionales del ámbito clínico, técnico y farmacéutico.

Pureza del oxígeno

En este momento observamos en el mercado una coexistencia del oxígeno medicinal al 99,5% y el oxígeno al 93%. Expertos en los campos de la medicina, ingeniería y farmacia hospitalaria revisamos la normativa aplicable, las diferencias entre el oxígeno medicinal (≥99,5%) y el oxígeno 93% generado in situ y planteamos los aspectos técnicos y regulatorios a considerar, de forma a asegurar el cumplimiento de los requisitos médicos y técnicos, normas de seguridad y farmacovigilancia.

Según la Ley 29/2006 de garantías y uso racional de medicamentos y productos sanitarios, el *oxígeno medicinal* debe contar con la autorización de comercialización expedida por la AEMPS, una fabricación conforme a las Normas de Correcta Fabricación (NCF), y un análisis regulado por la Farmacopea Europea (Monografía 0417). El resultado de todo ello es un fármaco (medicamento) con una pureza mínima del 99,5% y que se fabrica bajo la supervisión de un Director Técnico Farmacéutico con licencia de fabricación.

El *oxígeno 93%* producido *in situ* tiene una pureza variable entre 90% y 96%, siendo los componentes restantes nitrógeno y argón. A diferencia del oxígeno medicinal, no es considerado un medicamento, no cuenta con autorización de comercialización, no está sometido a control farmacéutico reglado y no permite asegurar trazabilidad ni estabilidad del producto. Es por ello que para este tipo de instalaciones y según la monografía número 2455 de la Real Farmacopea Española, la responsabilidad del control y la gestión de la calidad, seguridad y eficacia recae sobre el Jefe de Farmacia del centro.

Oxigenoterapia

La oxigenoterapia constituye una intervención esencial en el tratamiento de la hipoxemia. El oxígeno medicinal es un recurso terapéutico vital utilizado para tratar patologías como insuficiencia respiratoria, EPOC o síndrome de distrés respiratorio agudo. Su uso debe ser seguro, controlado y clínicamente eficaz.

Mediante una correcta gestión y administración eficiente, la oxigenoterapia es esencial para mejorar los resultados clínicos de los pacientes y los costes asociados, por ejemplo, de hospitalización y complicaciones. La única fuente que garantiza una concentración estable y pureza elevada es el *oxígeno medicamento 99,5%*. Este criterio no es únicamente válido para la UCI, sino que es extensible a cualquier área del centro, incluyendo hospitalización. De no tener esta garantía se pueden provocar recaídas y reingresos, aumentando la carga asistencial y los costes hospitalarios.

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_003_0021 - Scale

Instalaciones de distribución

El correcto dimensionamiento de las instalaciones y equipos de suministro de oxígeno a los hospitales debe cubrir las necesidades totales de un hospital, ya sea en situaciones normales como en situaciones excepcionales, como los picos estacionales o situaciones de emergencia. La pandemia de COVID-19 puso de manifiesto, de forma contundente, la importancia de contar con sistemas de suministro de oxígeno resilientes y bien dimensionados, capaces de sostener la continuidad asistencial pase lo que pase.

Los sistemas actuales de distribución de gases medicinales en hospitales están sujetos a estricta regulación, diseño técnico riguroso y planificación estratégica para garantizar su disponibilidad, calidad y seguridad. Para ello, estos sistemas deben cumplir con estrictas normativas nacionales e internacionales, como la ISO 7396-1:2016 y la UNE 179010:2021, que establecen criterios de diseño, instalación, rendimiento y verificación. Además, es imprescindible que el proveedor de oxígeno elabore un plan de contingencia que contemple distintos escenarios de emergencia y proponga medidas específicas para cada uno.

Generación *onsite*

Actualmente, una alternativa tecnológica cada vez más presente es la *generación de oxígeno onsite*, basada en sistemas de adsorción por cambio de presión PSA (Pressure Swing Adsorption). Este método permite producir oxígeno medicinal en el propio centro mediante la separación del oxígeno y el nitrógeno del aire comprimido usando tamices moleculares. La producción se basa en el consumo promedio, por lo que la demanda extraordinaria puede superar la capacidad del sistema, y debe suplirse con equipos adicionales.

Una instalación de estas características puede tener caídas de presión o interrupciones en escenarios de emergencia. Por ello se requiere de un análisis de riesgos específico para cada centro, antes de implementar una solución, con el fin de garantizar el cumplimiento de los requisitos técnicos, clínicos y de seguridad. Por otro lado, la fiabilidad del sistema depende completamente del suministro eléctrico, lo que exige disponer de un plan de contingencia robusto, incluyendo grupos electrógenos redundantes y fuentes de reserva dimensionadas con capacidad suficiente que garantice la producción en el peor de los escenarios.

La ISO 7396-1:2016 *"Sistemas de canalización de gases medicinales"* determina que todas las instalaciones deben disponer de tres fuentes de suministro autónomas e independientes, asegurando el abastecimiento incluso en condiciones de consumo extremo.

Adicionalmente, la Norma Española UNE 179010:2021 *"Gestión de gases de uso medicinal en el ámbito sanitario"* establece una serie de directrices relativas a la instalación, calidad del oxígeno, comprobaciones de la instalación a realizar, compatibilidad con equipos médicos, dimensionamiento del equipo, control de impurezas, etc.

Un punto crucial de esta normativa es que la canalización del oxígeno al 93% debe ser independiente y contar con una fuente de reserva del mismo tipo, garantizando su segregación del oxígeno al 99,5%.

A nivel de una infraestructura hospitalaria existente, la instalación de una segunda línea de oxígeno para evitar el cruce de las distintas líneas de suministro supone tremendas dificultades operativas. En el caso de nuevas infraestructuras podría realizarse la instalación de dos líneas separadas, pero disponer de dos sistemas de suministro de gas con dos operativas distintas aumenta considerablemente los gastos de explotación del sistema.

En caso de cruce de líneas, la mezcla entre oxígeno 93% y oxígeno 99,5% no solo podría generar concentraciones no conformes con ninguna monografía, con riesgos clínicos y regulatorios, sino que también podría impedir una adecuada trazabilidad del producto, dificultando la gestión de alertas sanitarias y comprometiendo la farmacovigilancia, además de no existir una clara asignación de responsabilidades.

Este aspecto se ha reforzado a través de la nota informativa publicada por la *Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS)* en febrero de 2025 en la que recuerda las diferencias existentes entre el oxígeno considerado medicamento y el obtenido a través de equipos concentradores de uso hospitalario, destacando, entre otros, que la norma UNE 179010:2021 establece que no deben utilizarse circuitos comunes y proporcionando aclaraciones adicionales sobre las condiciones de uso *in situ*.

Fiabilidad de suministro

El diseño y gestión de las instalaciones de oxígeno medicinal son componentes estratégicos dentro de la infraestructura sanitaria. Asegurar la fiabilidad y continuidad del suministro no solo es una cuestión técnica, sino también un imperativo clínico y ético. La combinación de normativas estrictas, planificación, técnica adecuada y análisis de riesgos exhaustivo, permite garantizar que los centros sanitarios estén preparados para responder eficazmente, incluso en los contextos más exigentes, y garantizar la seguridad de los pacientes.

Los autores de este artículo, participantes en la mesa de debate sobre el tema en el Congreso AEIH 2024 de Sevilla, coincidimos bajo los tres puntos de vista médico, farmacéutico y técnico, en que el oxígeno medicinal debe seguir considerándose un *medicamento* con estándares estrictos de calidad y control.

Habiendo un *medicamento* indicado para un tratamiento, un médico o farmacéutico no debería plantearse otra alternativa. Si bien la generación onsite representa una alternativa viable en ciertas condiciones, su implementación debe realizarse bajo criterios de seguridad, regulación y diseño técnico riguroso. Además, coincidimos en que antes de elegir una fuente de oxígeno, es necesario tener en cuenta las necesidades futuras, incluyendo los picos estacionales de consumo y que se deben involucrar en la decisión todas las especialidades que se ven implicadas en esta gestión.

En suma, es imprescindible contar con un suministro de oxígeno que asegure el cumplimiento de los requisitos médicos y técnicos, normas de seguridad y farmacovigilancia, así como la necesidad de una colaboración estrecha entre los distintos profesionales para asegurar la mejor atención a los pacientes.

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_003_0022 - Scale

Marta Parra Casado (martaparra@virai.eu)
Juan Manuel Herranz Molina
Arquitectos
VIRAI Arquitectura

Teoría de Entornos Enriquecidos

Aplicación en la Arquitectura Hospitalaria

En el contexto de la arquitectura hospitalaria, la teoría de los entornos enriquecidos propone diseñar espacios que activamente contribuyan al bienestar y recuperación de los pacientes mediante la estimulación sensorial y cognitiva. Esta teoría se centra en cómo los aspectos físicos del entorno pueden influir positivamente en la salud y el bienestar de los usuarios.

Neurociencia y entorno: los cimientos científicos de un nuevo paradigma espacial

La relación entre entorno y salud cerebral dejó de ser una intuición para convertirse en evidencia científica a mediados del siglo XX.

En 1964, Mark Rosenzweig y su equipo de la Universidad de California demostraron que ratas expuestas a entornos enriquecidos –en jaulas con variedad sensorial, posibilidad de movimiento, juego, interacción social y exploración– desarrollaban cerebros con mayor peso cortical y complejidad sináptica, en comparación con aquellas que estaban en jaulas estándar (Rosenzweig et al., 1964). Esta plasticidad estructural indicaba que el cerebro adulto es capaz de adaptarse física y funcionalmente al entorno.

Décadas después, en 1998, Fred Gage y Peter Eriksson dieron un paso más al descubrir que el cerebro humano adulto puede generar nuevas neuronas en el hipocampo, una zona esencial para la memoria y las emociones. Su estudio, publicado en Nature Medicine, probó que la neurogénesis está activa durante toda la vida y se ve favorecida por entornos estimulantes (Eriksson et al., 1998).

El ejercicio físico, la estimulación cognitiva y la calidad del entorno físico se revelan así como factores clave para la regeneración cerebral.

Este conocimiento científico tiene profundas implicaciones para la arquitectura hospitalaria. Si el entorno puede modificar la estructura y función del cerebro, entonces diseñar hospitales enriquecedores significa intervenir directamente en la salud cerebral de las personas.

¿Qué es un entorno enriquecido?

En términos científicos, se define como un entorno físico y social que proporciona estímulos sensoriales, cognitivos, sociales y motores, variados y significativos. Estos estímulos deben ser novedosos, accesibles, interactivos y, sobre todo, adaptados a las capacidades y necesidades del individuo.

Desde la perspectiva arquitectónica, un entorno enriquecido no es simplemente un espacio "bonito" o decorado, es un sistema espacial cuidadosamente diseñado para activar las funciones cerebrales relacionadas con la percepción, la memoria, la emoción, la motivación y la conexión social. Su objetivo es mejorar el bienestar integral y fomentar procesos de recuperación, adaptación o desarrollo, tanto en situaciones de salud como de enfermedad.

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_003_0023 - Scale

No se trata, por tanto, de añadir elementos decorativos superficiales, sino de diseñar intencionadamente la complejidad espacial necesaria para activar el cerebro humano en sus múltiples dimensiones, potenciando procesos de recuperación profunda mediante espacios que activen positivamente la percepción, la interacción y el bienestar.

Como afirma el arquitecto británico Alan Dilani, fundador de la International Academy for Design and Health, "un entorno saludable es aquel que estimula los sentidos de forma positiva y reduce los factores estresantes".

En hospitales, donde las personas están especialmente vulnerables, estos principios son cruciales. Convertir el hospital en un espacio capaz de apoyar emocional y neurológicamente al paciente –y también al personal sanitario– es una de las tareas más urgentes de la arquitectura contemporánea.

¿Cómo evaluar un entorno enriquecido?

Indicadores y principios para una arquitectura que estimula. Un entorno puede considerarse enriquecido cuando cumple con varios de los siguientes principios operativos, adaptados desde la evidencia neurocientífica al diseño espacial:

1. Diversidad sensorial sin sobrecarga

Presencia de luz natural, sombras y variaciones lumínicas agradables.

Materiales y elementos naturales. Espacios exteriores. Biofilia

Ambientes acústicamente confortables, sin reverberaciones ni ruidos disruptivos.

Estímulos olfativos discretos (evitando olores hospitalarios o agresivos).

2. Movilidad significativa

Espacios que invitan al movimiento voluntario, como pasillos anchos, accesos al exterior, patios intermedios.

Accesibilidad para todas las personas en todas sus condiciones.

3. Interacción social facilitada

Zonas de encuentro informal, tanto para pacientes como para profesionales.

Mobiliario dispuesto para la conversación y el acompañamiento.

Espacios compartidos que invitan a la presencia del otro.

4. Orientación clara y estimulación cognitiva

Señalética comprensible y jerarquía espacial intuitiva.

Transiciones suaves entre áreas funcionales (sin ruptura sensorial).

Estímulos visuales significativos (arte, vistas, colores, referencias culturales).

5. Sentido de control y personalización

Opciones para regular luz, intimidad, acompañamiento, incluso en contextos clínicos.

Elección de postura (sentarse, tumbarse, moverse), temperatura o participación activa.

Casos aplicados: entornos que curan desde la arquitectura

Traducir la teoría de los entornos enriquecidos a proyectos reales exige sensibilidad, conocimiento técnico y una escucha activa hacia quienes habitan el hospital.

Virai Arquitectura lleva años desarrollando proyectos donde el diseño acompaña, estimula y cuida. A continuación, se presentan tres ejemplos que ilustran esta aproximación.

1. Hospital de Día Oncológico – Hospital Punta de Europa – Algeciras 2024 (Virai+Parra Müller).

El punto de partida era un espacio cerrado, con poca iluminación natural y una atmósfera despersonalizada. La intervención transformó radicalmente la experiencia del paciente:

La Luz natural, y las vistas al exterior dieron forma a la sala de tratamiento.

El diseño del mobiliario permite acompañamiento o aislamiento voluntario, según el estado emocional.

El uso de colores suaves y texturas amables evita el carácter institucional del entorno clínico.

El resultado fue un espacio que reduce la ansiedad, favorece el confort sensorial y dignifica el proceso terapéutico.

Hospital de día oncológico.

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_003_0024 - Scale

2. Centro de Personas Dependientes – Meliana – Valencia 2023 (Virai + Ahead BCN).

En este centro sociosanitario, el diseño se centró en crear una continuidad entre hogar y cuidado institucional. El proyecto incluye:

Un gran patio interior que genera todas las circulaciones, a modo de deambulatorio, con conexiones visuales al exterior.

Uso de madera natural, paja y corcho como elementos principales de la construcción, lo que genera un edificio altamente saludable desde sus propios materiales.

Espacios comunes abiertos que promueven la socialización, y permiten también la retirada tranquila.

Centro de personas dependientes.

3. Centro de Atención a Personas con ELA – Hospital Isabel Zendal Madrid 2025. (Virai).

Reutilizando un área de las naves del Hospital Isabel Zendal –originalmente concebido como infraestructura de emergencia durante la pandemia– se transformó un entorno casi industrial en un espacio humano, cálido y accesible, especialmente diseñado para personas con Esclerosis Lateral Amiotrófica.

El diseño parte de un proceso de co-creación con usuarios reales. Sus aportaciones –deseo de intimidad, encuentro, y conexión emocional– fueron clave para generar una intervención centrada en la dignidad y la calidad de vida. Entre las decisiones arquitectónicas destacadas se encuentran:

Romper la escala industrial creando un espacio central de relación, accesible y con identidad colectiva.

Incorporar vegetación natural y conexión con el exterior mediante unos patios que ordenan todos los espacios.

Uso de madera local, vegetación interior y luz circadiana para mejorar la percepción sensorial y emocional.

Incorporación de espacios exteriores accesibles, incluso para grandes sillas de ruedas.

Zonas diferenciadas que responden a las tres fases de la enfermedad, con posibilidad de acompañamiento, descanso o aislamiento voluntario.

Conclusión: El entorno como parte del tratamiento

Los hospitales son lugares donde se cuida, se acompaña y se genera salud. Cuando el diseño integra estímulos sensoriales, relaciones significativas y calidad ambiental, el entorno se convierte en un recurso activo para el bienestar físico y emocional. Cada decisión arquitectónica puede aportar salud. Diseñar hospitales como entornos enriquecidos es avanzar hacia una forma de cuidado más completa, más humana y más eficaz.

Hospital Isabel Zendal – Centro de atención ELA.

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_003_0025 - Scale

Manuel Sanz Rodríguez (masanz@clinic.cat)
Ingeniero Industrial
Jefe de Ingeniería Biomédica
Dirección de Infraestructuras e Ingeniería Biomédica
Hospital Clínic – Barcelona

Como crear entornos inteligentes domotizando espacios de paciente critico

El artículo expone, con la experiencia de los proyectos desarrollados en el Hospital Clínic de Barcelona, cómo la obtención y procesado de datos clínicos en áreas críticas puede contribuir a generar un ambiente inteligente (AmI) que facilite la atención del paciente por parte del cuidador.

Introducción

Un entorno inteligente es un espacio con objetos domotizados que incluyen tecnologías invisibles para los usuarios, y que les generan respuestas inteligentes cuando sea necesario. Cuando las personas interactúan con un entorno AmI, utilizan intuitivamente estas tecnologías de acuerdo con sus propias necesidades y ganan más conciencia de sus acciones mejorando su calidad de vida, comodidad y empoderamiento. Este entorno puede ser desde la parametrización de la iluminación ante eventos adversos como la gestión de alarmas y las consecuencias que se derivan de ellas.

Actualmente, los profesionales sanitarios están trabajando dentro de un sistema complejo adaptativo en el que el entorno clínico y el estado de salud del paciente varían dinámicamente. Esto genera un número creciente de eventos adversos y errores médicos, y como consecuencia los pacientes están más expuestos a daños durante su estancia hospitalaria. Actualmente se están creando nuevas herramientas de AmI para superar estos desafíos. Este criterio de diseño es especialmente importante aplicarlo en las Unidades de Cuidados Intensivos.

El entorno de AmI está dotado mayoritariamente de tecnologías provenientes de la internet de las cosas (IoT) que permiten una distribución adaptativa y dinámica de la información clínica en función del papel y de la ubicación de cada profesional, así como del estado de salud de los pacientes.

Nos centraremos en la reciente construcción de una Sala de Hospitalización y aislamiento para enfermedades infecciosas, en el Hospital Clínic de Barcelona, uno de los mayores hospitales públicos terciarios de referencia en España, donde trabajan más de 5.000 profesionales, dispone de 713 camas, 41 quirófanos, y 240 salas de consultas externas.

En esta sala domotizamos las habitaciones mediante un protocolo KNX. Los paneles de gestión instalados por habitación (tabletas de 10") están diseñados para integrar funciones industriales y aportar información clínica al cuidador, así como los protocolos de diseño para la escalabilidad de la solución al resto de espacios que se precise, alineándose a la estrategia general del Hospital para obtener datos de usabilidad por si en un futuro se plantea realizar analíticas.

Conectividad de dispositivos

La diversidad de dispositivos conectados a la red se representa en las siguientes figuras, cada uno de ellos está enlazado con las funciones específicas de la Unidad y que están programadas en Clinscreen (anteriormente llamado Infobox) tal como se ve en la figura 1 de interconectividad de servicios.

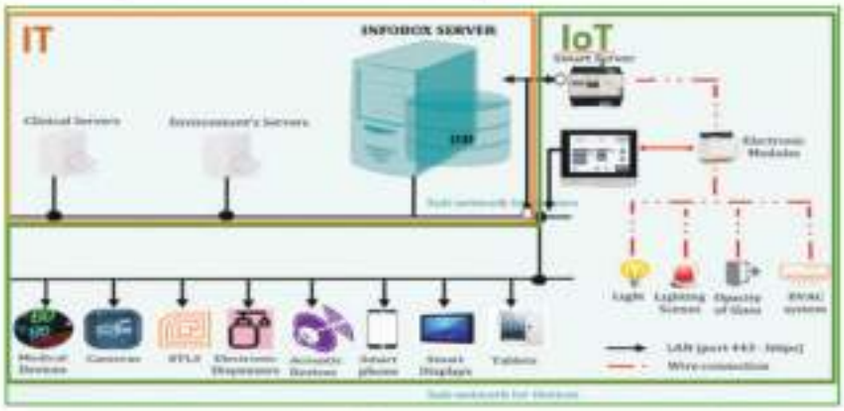


Figura 1: Propuesta de conectividad elementos IoT con la red corporativa.

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_003_0026 - Scale

Si entramos un poco más en detalle de los elementos (marcas y modelos) utilizados, vemos que cada pantalla de gestión se conecta por ethernet, dotando un sistema integrado de la domótica de la habitación con las variables clínicas de nuestro SAP (Figura 2).

Los dispositivos IoT conectados y gestionados por protocolo KNX son:

- Iluminación regulable (exploración, general, vigilancia, lectura, etc.) no RGB.

- Iluminación RGB regulable entrada habitación.

- Iluminación circadiana.

- Iluminación regulable al pasillo principal.

- Botonera mecánica en caso de fallo sistema doméstico para activar los elementos de emergencia que afecten al paciente (bypass a cada cuadro de control de cada habitación).

- Gestión de vidrios polarizables.

- Motorización de la la cortina de la ventana exterior.

- Pantalla táctil de 10" cableada Ethernet para gestionar la domótica KNX (recomendable pantalla industriales 24x7 sin Ipads).

- Servidor KNX para control e integración doméstica, con protocolo KNXnet/IP (2 unidades, una máster y una de backup por seguridad) con webservice donde se implementarán las escenas y actuaciones que se ejecutan des del servidor externo clinscreen.

- Altavoz IP (con micrófono integrado) para musicoterapia enviado desde clinscreen e interlocutar con el paciente.

- Cámara IP. Videovigilancia, transmisión de vídeo y grabación a Clinscreen.

- Puerta motorizada caja de entrada controlada des de Clinscreen.

- Lector RFID para gestionar la higiene de manos asistencial.

- Lector RFID de presencia en el interior de la habitación para detectar equipos (integrarlo al middleware Lama existente) y personal asistencial.

- Pantalla 50" con miniPC dentro de la habitación para mostrar parámetros clínicos / información general enviados desde clinscreen.

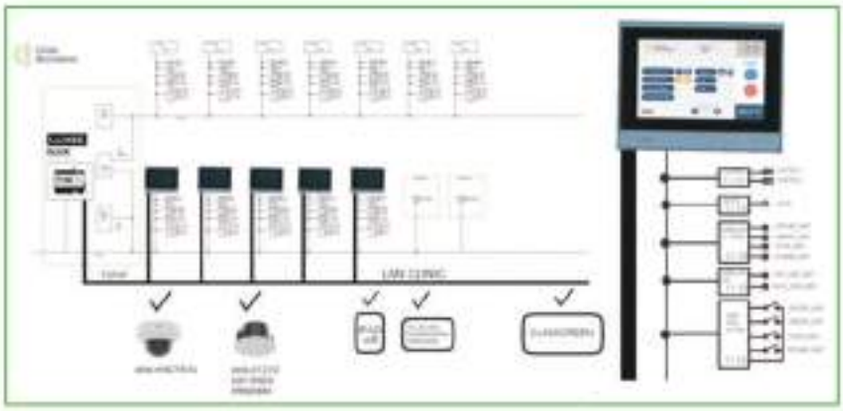


Figura 2: Elementos IoT conectados en una habitación de aislamiento.

En las figuras 3 y 4 se muestran la distribución física de cada dispositivo atendiendo al diseño de la habitación. Implementación en una sala existente de aislamiento.

Plataforma Clinscreen

Todos estos dispositivos conectados (médicos e industriales) envían y reciben información constantemente a servidor clinscreen que es el encargado de filtrar y gestionar la plataforma, sus funciones son muy diversas, pero básicamente tiene 3 vías de actuación: Multimedia, Información clínica y Ambiente.

En un contexto donde la eficiencia y la seguridad en los hospitales son más cruciales que nunca, Clinscreen es una plataforma digital que integra, automatiza y optimiza el funcionamiento de las Unidades de Hospitalización y Cuidados Inten-

Figuras 3 y 4: Dispositivos en la pared funcional del pasillo exterior y en alzado de la habitación.

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_003_0027 - Scale

sivos (UCIs). Es una solución nacida desde dentro del hospital.

Clinscreen fue concebido por profesionales sanitarios que conocen de primera mano los retos diarios en las unidades críticas. Su desarrollo responde a una necesidad urgente: centralizar la información clínica dispersa en múltiples dispositivos y sistemas, y convertirla en una herramienta útil, accesible y segura para el personal médico.

La plataforma permite conectar monitores, respiradores, bombas de infusión y otros dispositivos médicos, integrando sus datos en una única interfaz visual. Además, se enlaza con sistemas de videovigilancia, iluminación inteligente y control ambiental, permitiendo crear entornos personalizados para cada paciente.

Una de sus funciones más innovadoras es el sistema de alertas clínicas inteligentes, que detecta patrones de riesgo y avisa al personal antes de que se produzca una descompensación grave. Esto no solo mejora la seguridad del paciente, sino que reduce la carga de trabajo del personal sanitario.

Clinscreen también permite el acceso remoto a la información clínica, lo que facilita la supervisión de pacientes desde fuera de la habitación o incluso desde otras áreas del hospital. Esta capacidad ha demostrado ser especialmente útil en situaciones de alta presión asistencial, como durante la pandemia de COVID-19.

Figura 5: Captación de datos para crear indicadores y alertas que actúan sobre la domótica.

Figura 6: La gestión de información clínica individualiza el ambiente de la habitación.

Conclusiones

A modo de conclusión, se definen algunos criterios básicos a tener en cuenta en el inicio del diseño de este tipo de unidades:

- Los sistemas inmóticos en salas intensivas deben diseñarse desde el inicio del proyecto para reservas espacios físicos a las necesidades eléctricas.

- Diseño coordinado de la interfase gráfica entre ingenieros y equipo asistencial, priorizar funcionalidades clínicas y simplificar la gestión. Por ejemplo, en la Unidad de Aislamiento mostrar en la Tablet el estatus de aislamiento del paciente recogido en el HIS.

- Interacción bidireccional entre el modelo físico (KNX) y el virtualizado (CLINSCREEN / SAP).

- Crear un protocolo de la instalación escalable, con tecnología "neutra" que estandarice la solución para los futuros proyectos y el mantenimiento de los realizados.

- Dotar de redundancia al sistema e implementar siempre una solución mecánica para elementos importantes como por ejemplo la iluminación.

- Dotar los elementos electrónicos de SAI, los micro cortes pueden dejar el sistema inmótico "colgado".

- Definir un Plan de Contingencia en caso de error de la red o de la domótica.

- Monitorizar la conectividad de los equipos principales, envío de alertas en tiempo real para coordinar actuación.

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_003_0028 - Scale

Elisabet Izquierdo Asensio (eizquierdo@hmar.cat)
Directora de Servicios Generales CMPSB
Daniel Quiñones Celdran (dquinonesceldran@hmar.cat)
Gestor de Bioseguridad Ambiental CMPSB
Servicios Generales e Inraestructuras del CMPSB
Hospitaldel Mar – Barcelona

Plan de contingencia para la minimización de infecciones derivadas de obras de reforma de un hospital que mantiene el 100% de la actividad asistencial

Las obras de reforma y ampliaciones son frecuentes en los hospitales. El artículo presenta el caso del Hospital del Mar con las medidas tomadas para evitar infecciones derivadas de la polución generada por los trabajos de reforma, derribos y construcción, ejecutados en un hospital en funcionamiento.

Introducción

La aparición de brotes epidémicos nosocomiales asociados a obras y a la remodelación y/o ampliación de los centros hospitalarios es un hecho reconocido y demostrado en la literatura médica desde la década de los 90. El polvo, la tierra y el resto de los materiales generados en estas actividades vehiculan hongos y bacterias que pueden ser causa de infecciones nosocomiales, siendo las actividades de derribo y excavación las que más riesgo comportan.

Los microorganismos más frecuentemente implicados en estos brotes son los hongos filamentosos como Aspergillus spp, Fusarium spp o los pertenecientes a la orden de los Mucorales.

La planificación para controlar y prevenir estas infecciones es esencial y debe estar prevista en un *Plan de Contingencia* que ha de formar parte de los proyectos de obras.

El Hospital del Mar data de 1914 y contaba con una superficie construida de 45.000m² antes de empezar las diferentes fases de este proyecto de ampliación. Su estructura, que (parcialmente) se mantiene en la actualidad, es de tipo pabellonaria con ampliaciones de la capacidad de hospitalización realizadas durante el año 1970 y entre los años 1990 y 1992 con motivo de ser nombrado Hospital Olímpico. Actualmente es uno de los 4 centros principales que compone el Consorci Mar Parc de Salut de Barcelona (en adelante CMPSB).

En el año 2009 se inició el nuevo proyecto de ampliación del Hospital del Mar que comporta el derribo de un total de 15.000m² y la construcción de 96.000m² de obra nueva, dividida en 3 fases diferentes. Al finalizar la ampliación, el Hospital contará con un total de 139.000m² de superficie construida.

A continuación, detallamos el *Plan de contingencia* de la segunda fase del proyecto de ampliación del Hospital del Mar que se inició el 2022. Esta fase supuso un gran reto constructivo, pues el ámbito de actuación estaba totalmente centrado en el núcleo del hospital (a diferencia de la primera fase, que además no necesitó derribo previo) e implicó la demolición de una superficie asistencial de 5.500m², una excavación de más de 43.000m³ hasta unos 14m bajo cota de calle y 10m por debajo del nivel freático, y la posterior construcción de 30.000m² destinados a hospitalización, urgencias, UCI, 4 quirófanos integrados (2 de ellos híbridos, con una RNM y dos

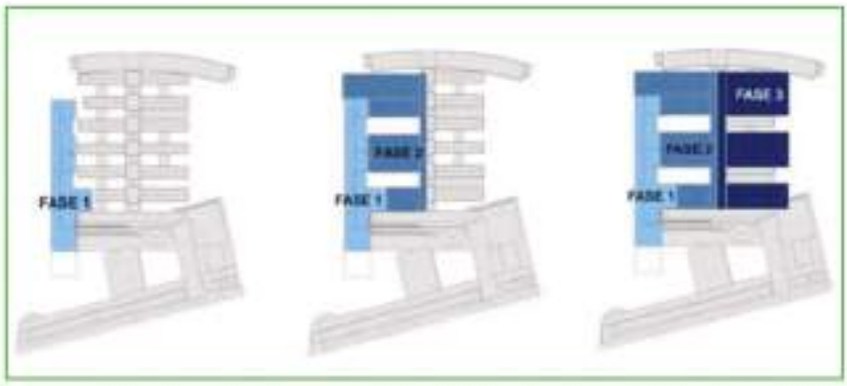


Figura 1: Fases del proyecto de ampliación.

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_003_0029 - Scale

angiógrafos), farmacia, laboratorios de anatomía patológica, hemodinámica, unidad del dolor, endoscopias y oftalmología.

Esta fase del proyecto de ampliación se realizó manteniendo el 100% de la actividad asistencial en todo el perímetro de la obra, incluso en aquellas unidades con pacientes considerados de alto riesgo para las infecciones asociadas a obras como la UCI, Hemodiálisis, Neonatos, Hospital de día de Onco-hemato o Hemodinámica.

El desarrollo y ejecución del *Plan de Contingencia* contó con la participación activa de profesionales de las diferentes áreas del Departamento de Servicios Generales e Infraestructuras del Hospital del Mar: *J. Calpe Perarnau, R. Bover González, J. Díez Arias, A. Granell Agustí, J. Marcos García, E. Peña Llure, G. Saravia Pinilla y M. M. Montero (Responsable Programa de Control de Infecciones)*, cuya contribución fue decisiva para el éxito del Plan.

Esta fase del proyecto de ampliación se realizó en 2 tiempos:

- Una primera obra destinada a la demolición de 5 de los 10 pabellones del hospital (Figuras 2 y 3) y la construcción del nuevo edificio.

- Una segunda obra destinada a la demolición del pabellón de Hemodiálisis y la construcción de la interconexión del bloque quirúrgico ubicado en el edificio antiguo con los nuevos quirófanos del edificio de ampliación.

Figura 2: Vista aérea desde la Ronda Litoral de los 10 pabellones del hospital. En color amarillo se marcan aquellos que fueron derruidos en esta segunda fase.

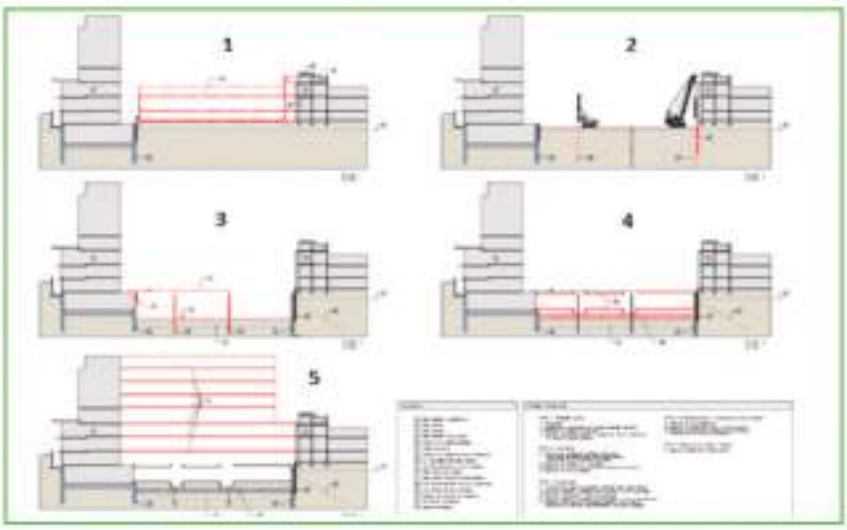


Figura 3: Esquema de las distintas fases de la obra: (1) Situación inicial, (2) Derribo de los pabellones, (3) Excavación, (4) Cimentación y (5) Construcción.

Objetivos

Los objetivos del *Plan de contingencia* se centraron en conseguir:

- Evitar la aparición de brotes de infecciones fúngicas nosocomiales derivados de la realización de las obras.

- Evitar el aumento en la incidencia de infecciones fúngicas nosocomiales respecto al estado basal (sin obras).

Metodología

El *Plan de Contingencia* fue totalmente desarrollado y consensuado entre el Programa de Control de Infecciones y el departamento Servicios Generales e Infraestructuras del CMPSB. En él se incluyeron:

Medidas físicas:

- Modificación de los conductos de entrada de aire externo del sistema de climatización para evitar la captación de aire de la zona de derribo y excavación.

- En la planta técnica dónde se localizan los aparatos de climatización, para evitar la entrada de polvo proveniente de la obra, se realizó la sectorización de las zonas cercanas al derribo y excavación.

- Revisión exhaustiva y sellado de cualquier agujero, tubería, conducto o perforación realizada o existente en las zonas asistenciales.

- Sectorizaciones con barreras rígidas cuando las zonas de intervención de obra y las zonas asistenciales, debido a su proximidad, tengan interferencias de trabajo de obra o de instalaciones.

- Habilitación de un circuito externo al Hospital para el acceso a las obras, siempre que sea posible.

- Control restringido del acceso de personal de obra a las zonas asistenciales y uso de ropa de protección, en caso de ser estrictamente necesario.

- Circuitos específicos para operarios, material y escombros que eviten las áreas asistenciales, y su definición por escrito. Velar por su cumplimiento.

- Aumento de la frecuencia de limpiezas en áreas adyacentes a la obra, de ma-

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_003_0030 - Scale

nera que la zona quede siempre limpia y ordenada al acabar la jornada.

• Instalación de elementos atrapa polvo (tipo alfombra multihoja) en las zonas de entrada y salida a obra.

• Prevención y anticipación durante las fases más críticas (derribo y excavación) de episodios de posibles vibraciones transmitidas desde la obra a las zonas asistenciales, para de detectar posibles riesgos en la actividad clínica y así programar con antelación horarios diferenciados, evitando así coincidencias y minimizando el impacto en la pérdida de actividad programada. En caso inevitable de solape, poder desprogramar y reprogramar actividad con la máxima antelación.

• Instrucción en cuanto a la apertura de ventanas a todas las unidades de hospitalización: Las ventanas de estas unidades deben mantenerse cerradas durante el horario de la obra para evitar la entrada de esporas fúngicas.

Medidas microbiológicas aplicadas durante toda la obra:

• Monitorización microbiológica de la calidad del aire en las zonas asistenciales cercanas a la obra buscando la aparición de flora fúngica. Como límites admitidos de esporas ambientales se aplican los valores de unidades formadoras de colonias por m3 (UFC/m3) del protocolo interno "Actuación ante situaciones de no Bioseguridad ambiental aérea en los hospitales del PSMar".

• Aumento de la frecuencia de muestreo usual: las analíticas ambientales quincenales y mensuales pasaron a ser semanales y quincenales.

• Aumento del número de muestras usual: en una situación basal (sin obras) se muestrean 47 puntos con 94 analíticas microbiológicas al mes, en fase de derribo y excavación se pasó a un total de 115 puntos con 232 analíticas al mes.

Gestor de Bioseguridad ambiental:

• Se consolidó la figura del gestor de Bioseguridad ambiental, creada por la dirección Servicios Generales e Infraestructuras y la dirección del Programa de Control de Infecciones del CMPSB, para llevar a cabo la implantación, seguimiento y control de todas las medidas del *Plan de contingencia* y de los controles ambientales realizados para así evaluar el riesgo y controlar la transmisión de agentes biológicos derivados de las obras, y realizar medidas correctoras en caso de ser necesario.

• Asimismo, esta figura también actúa de coordinador entre la parte asistencial y la parte de obra en la implantación de medidas preventivas necesarias.

Resultados

El análisis de la efectividad del Plan de contingencia se realizó en base a muestras ambientales de aire y muestras clínicas tomadas de pacientes, de forma que:

• Se analizaron los resultados de las analíticas ambientales tomadas durante el periodo de la obra para indicar la presencia o ausencia de contaminación en cada unidad.

• Se comparó la incidencia de muestras de pacientes con infección pulmonar o de herida quirúrgica por hongo filamentoso en fase de obra con las muestras previas a la obra (monitorizando especialmente los servicios de UCI, Onco/Hematología y Neumología) para determinar una si existe una diferencia significativa.

Muestras ambientales:

Se analizó un periodo de 8 meses (6/2022 – 2/2023) en el que se realizaron 2.088 analíticas ambientales:

• NO se superaron los límites admitidos de UFC/m^3 en ninguna de las 26 salas de ambiente controlado (Quirófanos, UCI, salas de Hemodinamia...).

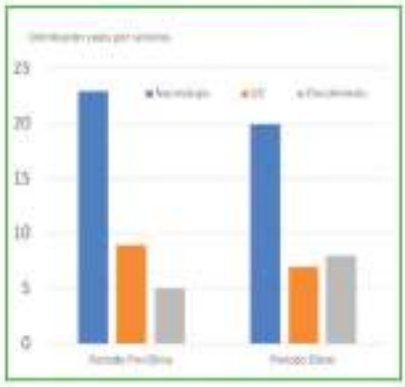
• En salas de ambiente no controlado (hospitalización general, hospitales de día...) se superaron de forma puntual los límites de UFC/m^3 pero se revirtieron tras la implantación de las medidas correctoras.

Muestras clínicas:

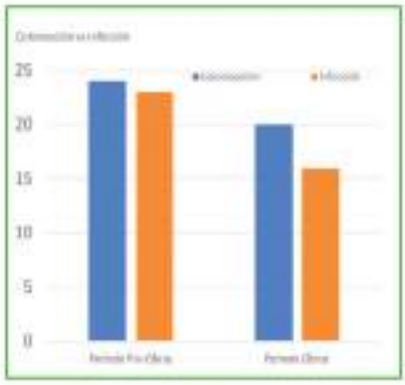
Se analizaron las muestras clínicas positivas para infección/colonización fúngica de los pacientes de más riesgo (especialmente Neumología, UCI y Oncohematología) durante un periodo de 3 meses previo a las obras (03/2022 – 06/2022) y se comparó con el periodo de derribo y excavación (07/2022 – 10/2022):

• En el periodo previo a la obra se obtuvieron 60 muestras positivas de un total de 46 pacientes.

• En el periodo de obra se obtuvieron 55 muestras positivas de un total de 40 pacientes.



• No se observó diferencia entre casos de colonización versus infección entre los 2 periodos *(colonización significa que el microorganismo se encuentra en el organismo, pero no causa enfermedad, mientras que infección significa que el microorganismo está presente en el organismo y, además, causa enfermedad).*



Conclusiones

• NO hubo contaminación en salas hospitalarias derivadas de las obras.

• NO hubo un impacto claro de las obras en la incidencia general ni en la incidencia de colonización o infección de infecciones fúngicas nosocomiales.

• El *Plan de contingencia* diseñado funcionó correctamente.

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_003_0031 - Scale

Francisco Jesús Reguera Gil (franciscoj.reguera.sspa@juntadeandalucia.es)
Ingeniero Técnico
Profesor Universitario
Hospital Universitario de Jerez
José Antonio Arenilla Rodríguez
Jefe Servicio Mantenimiento
Area de Gestión Sanitaria Sur de Sevilla
Servicio Andaluz de Salud

El ingeniero interno residente

Analogía, historia y profesionalización

La creciente complejidad tecnológica del entorno sanitario exige una formación especializada para los ingenieros que desarrollan su labor profesional en dicho ámbito. La figura del ingeniero interno residente surge como una respuesta a esta necesidad de formación en el lugar de trabajo, permitiendo a los profesionales de la ingeniería adquirir competencias específicas en un contexto multidisciplinar, colaborando con los profesionales del ámbito asistencial, familiarizándose con tecnologías médicas, normativas de seguridad, gestión de riesgos y procesos clínicos.

1. Introducción

Imagina un quirófano, ese lugar donde se hacen operaciones delicadas. Allí trabajan cirujanos, anestesistas, enfermeras... todos ellos con una formación súper específica y años de experiencia en hospitales públicos. Gracias a eso, atienden a los pacientes de la mejor manera posible.

Pero, ¿qué pasa con los ingenieros? Esos profesionales que se aseguran de que la electricidad, el aire acondicionado, las máquinas de anestesia o los arcos quirúrgicos estén siempre a punto. Muchas veces, ellos han tenido que aprender "sobre la marcha", probando y equivocándose.

Para que esto no siga así, una idea genial es crear la figura del "Ingeniero Interno Residente" (IIR). Sería como el MIR de los médicos, pero para ingenieros. Así, tendrían una formación especializada en hospitales, igual que el resto del personal sanitario. Esta propuesta la ha lanzado la Asociación Técnica de Ingenieros del Servicio Andaluz de Salud (ATISAS) a la Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria (AEIH).

2. Antecedentes

En España, la Formación Sanitaria Especializada (FSE) es la clave del prestigio de nuestra sanidad y de la investigación científica que se hace aquí. Esto no apareció de un día para otro, ha ido evolucionando con el tiempo para adaptarse a lo que la sociedad necesita.

Hoy en día, existen 57 especialidades dentro de la FSE:

- 42 para médicos.
- 7 para enfermeros.
- 1 para farmacéuticos.
- 1 para psicólogos.
- 6 con acceso desde varias titulaciones.

Todo esto empezó en los años 60, cuando algunos hospitales importantes de España se fijaron en el modelo de formación que ya usaban en Estados Unidos, donde se aprendía trabajando en el hospital. Gracias a esos pioneros, a finales de los 70 se reguló la formación de posgrado y en residencia.

3. Seguridad del paciente

La seguridad del paciente es la máxima prioridad en cualquier lugar donde se cuida la salud. Desde 2005, en España se han puesto en marcha muchas estrategias para que la seguridad sea una cultura, para gestionar los posibles riesgos, formar a los profesionales, usar prácticas seguras y que los pacientes y sus familias también participen activamente.

Los profesionales que están directamente en un quirófano, como cirujanos o anestesistas, son responsables directos de la seguridad del paciente. Su formación es fundamental para que cada procedimiento tenga el mínimo riesgo.

Pero, ¿qué pasa con el propio quirófano? Con la instalación eléctrica, el aire acondicionado y la ventilación (que son vitales para evitar infecciones). ¿Y los gases medicinales, la mesa de anestesia o la lámpara que ilumina la zona de la operación? ¿Y el instrumental que tiene que estar perfectamente limpio y desinfectado?

El lugar físico donde se trabaja es tan importante como el trabajo de los profesionales. De hecho, los problemas con los equipos médicos son de las principales causas de incidentes en el sector de la salud. Por eso, los hospitales deben asegurarse de que todos los aparatos médicos sean seguros, fiables y precisos.

Un ejemplo claro de esto es la especialidad de Radiofísica hospitalaria. Nació a raíz de un accidente con una máquina de radioterapia en Zaragoza en 1990. Fue un suceso que dejó claro que se necesitaba una formación específica para garantizar la seguridad al usar equipos de radioterapia.

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_003_0032 - Scale

4. Especialidades

Para saber en qué podrían especializarse estos ingenieros, primero hay que ver qué hacen ahora mismo. Según las normas actuales, los ingenieros técnicos industriales tienen estas responsabilidades:

- Organizar y encargarse del mantenimiento de todas las instalaciones del hospital.
- Preparar proyectos y presupuestos para las obras e instalaciones que se necesiten.
- Supervisar las pequeñas obras, asegurándose de que se hagan bien.

Con esto en mente, podemos identificar tres especialidades clave para la formación de ingenieros sanitarios:

- Mantenimiento y conservación de instalaciones.
- Proyectos y obras.
- Instalación y mantenimiento de equipos electromédicos.

Un estudio realizado por ATISAS demostró que las tareas de mantenimiento de instalaciones, mantenimiento de equipos electromédicos y gestión de proyectos y obras son las que más tiempo ocupan a los ingenieros en los hospitales públicos. Esto confirma la necesidad de incluir estas tres especialidades en una formación para ingenieros sanitarios.

Pero la cosa no se queda ahí. Con los avances en tecnología, informática y las cada vez mayores exigencias en calidad y seguridad, también hay que pensar en otras especialidades como:

- Biomedicina.
- Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC).
- Procesos y calidad.

Vamos a ver un poco más en detalle cada una de estas seis especialidades:

4.1 Instalaciones industriales

Esta especialidad se encarga de todo lo relacionado con el mantenimiento (preventivo, correctivo, legal...) para que las instalaciones técnicas del hospital funcionen siempre y sean seguras. Hablamos tanto de las que se usan para la atención directa a pacientes como de las que no (como la cocina, la lavandería o la zona de esterilización).

Aquí se incluyen sistemas como:

- Sistema eléctrico: Instalaciones de baja y alta tensión, suministros de emergencia (generadores, sistemas de alimentación ininterrumpida), y las instalaciones específicas para quirófanos y salas de intervención.
- Sistema mecánico: Producción de energía (calor, frío, vapor), climatización y ventilación, vapor, gases medicinales, sistemas contra incendios, ascensores, transporte neumático, y gases o líquidos combustibles.
- Sistema de fluidos: Agua fría para consumo humano y agua caliente sanitaria, tratamiento de agua para usos especiales (como hemodiálisis), y prevención y control de legionella.

4.2 Proyectos y obras

Las obras en un hospital son muy complicadas. Hay que tener en cuenta muchísimas normativas y, además, asegurarse de que no interfieran con la actividad del hospital. Es decir, ¡que se pueda seguir atendiendo a los pacientes mientras se hacen las obras! También es muy importante que los espacios sean más "humanos", porque el entorno físico influye mucho en los pacientes. Por eso, esta especialización es más necesaria que nunca, ya que la infraestructura debe ser flexible para adaptarse a nuevas situaciones, como una pandemia.

Las funciones de esta especialidad serían:

- Planificación de espacios y urbanismo.
- Análisis de si las obras o reformas son viables.
- Diseño de espacios e instalaciones.
- Redacción de proyectos y documentos técnicos.
- Seguimiento, gestión y control de las obras.

4.3 Ingeniería electromédica/clínica

Los equipos electromédicos son muy variados (desde un simple pulsioxímetro hasta una resonancia magnética o un acelerador lineal), complejos y están en contacto directo con pacientes y profesionales. Por eso, necesitan una supervisión y control constantes por parte de ingenieros.

En esta especialidad se realizan las siguientes funciones:

- Instalación y configuración: Poner en marcha los equipos médicos.
- Mantenimiento preventivo y correctivo: Inspecciones, calibraciones y reparaciones para que los equipos funcionen bien.
- Gestión de la tecnología médica: Controlar el inventario de equipos, hacer planes de mantenimiento y evaluar si comprar nuevos aparatos.
- Capacitación: Enseñar al personal médico y técnico a usar correctamente los equipos.
- Elaboración de documentación técnica: Crear manuales de usuario, protocolos de mantenimiento y otros documentos.
- Control de calidad: Asegurarse de que los equipos cumplan las normas de seguridad y calidad.
- Prevención de accidentes: Poner medidas para evitar accidentes y garantizar la seguridad de pacientes y personal.

4.4 Ingeniería biomédica

Esta especialidad cada vez está más presente en los hospitales y aporta mucho valor. Actualmente, en España se imparten 21 másteres universitarios relacionados con esta especialidad.

Entre las tareas de este ámbito podríamos nombrar:

- Diseño y desarrollo de dispositivos médicos.
- Ingeniería de tejidos: Crear tejidos y órganos artificiales con células y biomateriales para reemplazar o reparar tejidos dañados.
- Biomateriales: Investigar y desarrollar materiales biocompatibles para implantes, dispositivos médicos y sistemas para administrar medicamentos.
- Terapia génica: Desarrollar técnicas para modificar genéticamente con fines terapéuticos, como corregir genes defectuosos.
- Bioinformática: Usar la informática para analizar datos biológicos, como secuencias de ADN y proteínas.
- Procesamiento de imágenes: Desa-

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_003_0033 - Scale

rollar algoritmos para analizar y ver imágenes médicas (resonancias, tomografías).

• Procesamiento de señales: Analizar señales fisiológicas (electrocardiogramas, electroencefalogramas) para diagnóstico y monitoreo de pacientes.• Simulaciones: Usar modelos para estudiar procesos fisiológicos, predecir cómo responderán los pacientes a los tratamientos y diseñar nuevos dispositivos médicos.

4.5 Tecnología de la Información y Comunicación (TIC)

No hay duda de que la gestión de las TIC es fundamental en un hospital, ¡y más cuando puede haber ciberataques que no solo filtren datos sensibles, sino que pongan en riesgo el funcionamiento de equipos e instalaciones! Por lo tanto, las tareas se relacionarían con:

• Redes de comunicaciones y ciberseguridad.
• Sistemas de información.
• Telemedicina e Inteligencia Artificial.

4.6 Ingeniería de procesos y calidad

La mejora continua, algo básico en el sector de la salud, se puede organizar en dos áreas relacionadas:

• Procesos.
• Gestión de la calidad.

La ingeniería de procesos puede mejorar mucho cómo se hacen las cosas en un hospital, tanto en la atención a pacientes (procesos quirúrgicos, etc.) como en otras áreas (logística, compras, etc.). Aplicar metodologías como LEAN, por ejemplo, mejora el trabajo, reduce los tiempos de espera de los pacientes y permite ahorrar mucho dinero.

En cuanto a la gestión de la calidad, hoy en día hay muchas normas que desarrollan diferentes procesos relacionados con la calidad en las organizaciones, estableciendo estándares para asegurar la mejora continua.

5. ¿Cómo se puede hacer?

Para que esta formación especializada para ingenieros residentes en hospitales se ponga en marcha (como el sistema MIR para médicos), harían falta algunos cambios en las leyes y la colaboración de varias instituciones y administraciones.

Aquí explico las principales cosas a tener en cuenta:

5.1 Marco legal y normativo

• Crear una nueva especialidad: Habría que modificar la Ley 44/2003, de ordenación de las profesiones sanitarias, para incluir la ingeniería especializada en salud como una nueva profesión sanitaria, o crear una ley específica que regule esta profesión en el ámbito sanitario.

• Definir las competencias: Se deberían establecer claramente qué puede hacer un ingeniero residente en salud, diferenciándolo de otros profesionales sanitarios. Esto implicaría crear un Real Decreto que defina el programa de formación de la especialidad, con sus objetivos, contenidos, duración y cómo se evaluará.

• Acreditar centros: Se necesitaría un sistema para que los hospitales puedan ser acreditados para formar ingenieros residentes, garantizando una calidad mínima. Esta acreditación la podría dar el Ministerio de Sanidad, junto con las comunidades autónomas.

• Sistema de acceso: Habría que establecer un sistema de acceso a esta formación especializada, similar al examen MIR, para asegurar que todos tengan las mismas oportunidades y se elijan a los candidatos más adecuados.

5.2 Administraciones implicadas

• Ministerio de Sanidad: Sería clave en la elaboración de las normas, la acreditación de centros y la gestión del sistema de acceso.

• Ministerio de Universidades: Debería colaborar en la definición del programa de formación y en la integración de esta formación especializada en los planes de estudio de las universidades.

• Comunidades Autónomas: Serían responsables de gestionar los hospitales acreditados y de contratar a los ingenieros residentes.

• Colegios profesionales: Los colegios de ingenieros deberían participar en la definición de las funciones profesionales y en la elaboración del programa de formación.

• Sociedades científicas: Las sociedades científicas relacionadas con la ingeniería biomédica y clínica podrían aportar su experiencia para definir las áreas de especialización y el programa de formación.

• Centros sanitarios: Los hospitales tendrían que adaptarse para acoger a los ingenieros residentes y darles la formación práctica necesaria.

5.3 Otros aspectos a considerar

• Financiación: Hay que definir cómo se va a financiar la formación de los ingenieros residentes, que podría incluir la participación del Estado, las comunidades autónomas y los propios hospitales.

• Sueldos: Es importante establecer unos sueldos adecuados para los ingenieros residentes, para que puedan dedicarse por completo a su formación.

• Integración en el sistema sanitario: Una vez terminada la formación, hay que facilitar que estos ingenieros especializados se incorporen al sistema sanitario, tanto público como privado.

6. Conclusiones

La tecnología en los hospitales es cada vez más compleja, y por eso los ingenieros que trabajan allí necesitan una formación muy específica. La figura del IIR (aunque no sea la única opción) es una respuesta a esta necesidad.

Si se implantara el IIR, conseguiríamos:

• Mejorar la calidad de la atención: Un ingeniero con formación específica puede optimizar el uso de la tecnología médica, ayudando a diagnósticos más precisos, tratamientos más efectivos y una mejor atención al paciente.

• Aumentar la seguridad del paciente: El IIR, con sus conocimientos en seguridad industrial y gestión de riesgos, puede identificar y prevenir posibles fallos en equipos y sistemas, minimizando el riesgo de incidentes.

• Fomentar la innovación tecnológica: El contacto con los profesionales sanitarios estimula la creatividad y la innovación, impulsando el desarrollo de nuevas tecnologías y soluciones para mejorar la atención sanitaria.

• Optimizar recursos y procesos: El IIR puede contribuir a una gestión eficiente de los recursos tecnológicos, optimizando su mantenimiento y alargando su vida útil.

• Desarrollo profesional: Se crea una carrera profesional atractiva para los ingenieros especializados en este campo.

• Estandarizar la categoría profesional: ¡Así, las funciones y responsabilidades de los ingenieros serían claras en cualquier hospital, como lo son para otros profesionales sanitarios!

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_003_0034 - Scale

Joan Marcer (joan.marcer@getronics.com)
Ingeniero Técnico Electrónica
Director Sector Privado
Getronics España & Portugal
Álvaro Buenvarón
Ingeniero Superior en Organización Industrial
Director de Ingeniería y Servicios Generales
SCIAS Hospital de Barcelona

Red multigigabit Wi-Fi 7 de alto rendimiento en entorno hospitalario

En la actualidad la transformación digital está vigente en todos los sectores, y en el ámbito sanitario toma un papel aún más importante, sobre todo en los hospitales. Uno de los pilares de la evolución digital en un hospital es la conectividad, y cada vez toma más relevancia la conectividad inalámbrica.

Introducción

La transformación digital ha dejado de ser una opción para convertirse en un imperativo estratégico en el sector sanitario. En un momento en el que la eficiencia, la calidad asistencial y la sostenibilidad energética son prioridades indiscutibles, la infraestructura tecnológica se posiciona como columna vertebral del cambio.

El Hospital de Barcelona juntamente con Getronics presenta el proyecto de implantación de una red multigigabit a nivel de acceso y el despliegue de la nueva tecnología inalámbrica Wi-Fi 7, una de las primeras redes de este tipo en España.

Esta nueva infraestructura no solo mejora la conectividad y la experiencia del paciente, sino que también habilita servicios de telemedicina, cirugía asistida, Internet de las Cosas Médicas (IoMT), automatización clínica y gestión energética inteligente. El Wi-Fi 7 marca un antes y un después en el ecosistema sanitario español, alineado con las principales tendencias globales en eHealth.

Según el informe Global Healthcare Outlook 2024 de Deloitte, más del 80% de los hospitales a nivel mundial planean invertir significativamente en tecnologías digitales en los próximos tres años. Entre las principales prioridades figuran: inteligencia artificial (67%), telemedicina (63%), IoT médico (58%) y redes de nueva generación (52%).

España no es ajena a esta tendencia. El Plan de Transformación Digital del Sistema Nacional de Salud (PTDSNS) contempla una inversión superior a los 675 millones de euros hasta 2026, focalizada en historia clínica interoperable, salud digital y modernización tecnológica de los centros. En este contexto, el Hospital de Barcelona se posiciona como pionero nacional con la adopción de Wi-Fi 7.

El Hospital de Barcelona como referente de innovación

Con más de 35 años de trayectoria, el Hospital de Barcelona ha vivido una profunda evolución, pasando de la gestión en papel a un ecosistema digital maduro. Su última apuesta tecnológica consolida esta transición: una infraestructura Wi-Fi 7 multigigabit capaz de soportar las demandas actuales y futuras de conectividad.

El proyecto no solo ha modernizado su red, sino que ha permitido la unificación de sistemas, la digitalización de la historia clínica, la incorporación de tablets asistenciales, y una conectividad segura y

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_004_0035 - Scale

ultrarrápida en todas las zonas críticas del hospital. Esta inversión tecnológica actúa como catalizador para nuevas capacidades en automatización de procesos, monitorización remota, IA y sostenibilidad energética.

Qué es una Red multigigabit Wi-Fi 7

Una red multigigabit Wi-Fi 7 es una red inalámbrica de última generación que combina la tecnología Wi-Fi 7 (IEEE 802.11be) con conexiones cableadas Ethernet multigigabit, permitiendo velocidades de transmisión de datos muy superiores a las redes tradicionales.

- Es el estándar Wi-Fi más avanzado y rápido hasta la fecha, compatible con las bandas de frecuencia de 2,4 GHz, 5 GHz y 6 GHz.

- Ofrece velocidades máximas teóricas de hasta 46 Gbps, cinco veces más que WiFi 6/6E.

- Utiliza canales ultra anchos de 320 MHz en la banda de 6 GHz, permitiendo el doble de ancho de banda que tecnologías anteriores.

- Emplea modulación 4096-QAM, lo que aumenta la eficiencia y la velocidad de transmisión de datos en un 20% respecto a Wi-Fi 6/6.

- Reduce significativamente la latencia, mejorando la experiencia en aplicaciones en tiempo real como juegos, realidad aumentada y videoconferencias.

- Permite la operación multienlace (MLO), que combina varias bandas y canales para mejorar la estabilidad y el rendimiento.

Wi-Fi 7 representa un salto en la conectividad sin precedentes. Esta tecnología permite velocidades de hasta 46 Gbps, una latencia inferior a 1 milisegundo y hasta 5 veces más dispositivos conectados simultáneamente que Wi-Fi 6. Es ideal para entornos con alta densidad de dispositivos como hospitales, donde coexisten sensores, monitores, equipos móviles, dispositivos de diagnóstico y herramientas de gestión administrativa.

Entre sus principales características encontramos:

- Latencia ultrabaja: imprescindible para telemedicina, cirugía remota y simulación médica XR.

- Alta densidad de dispositivos: esencial para IoMT y monitorización continua de pacientes.

- Antenas inteligentes: que adaptan la señal según la ubicación y densidad del entorno.

- Seguridad de grado clínico: cifrado extremo a extremo y cumplimiento con GDPR y estándares como HIPAA.

- Sostenibilidad energética: con gestión dinámica del consumo y reducción de emisiones de radiación.

Lo importante de esta tecnología son los variados casos de uso para los cuales Wi-Fi 7 marca una diferencia. Evolucionamos hacia una verdadera medicina digital no solo en lo referente al personal sanitario, sino también en digitalización de la experiencia de pacientes y familiares. Contar con internet de calidad, streaming en la habitación o aplicaciones de guiado por el hospital pueden mejorar la calidad de la estancia de un paciente.

Aplicaciones

Desde el punto de vista médico se puede aplicar a:

- Telemedicina avanzada. Consultas en alta definición, integración con plataformas de salud digital y envío seguro de pruebas diagnósticas desde equipos portátiles. Según Statista, el mercado de la telemedicina alcanzará los 243.000 millones de dólares en 2025, duplicando su valor de 2021.

- Cirugía robótica y remota. Gracias a la baja latencia, los robots quirúrgicos podrán operar con mayor precisión y seguridad, incluso de forma remota.

- Transferencia de datos médicos en tiempo real. Imágenes médicas (RMN, TAC, PET) se transfieren de inmediato entre áreas clínicas o hacia centros externos para segundas opiniones o consultas especializadas o para el seguimiento de médicos y enfermeras a través de tablets.

- Formación médica con Realidad Extendida (XR). Wi-Fi 7 permite simulaciones clínicas en tiempo real para la formación continua del personal, alineándose con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud sobre capacitación médica digital.

- IoT médico y automatización hospitalaria. Integración de camas inteligentes, sensores de caídas, monitorización de signos vitales y carros médicos conectados. Reduciendo gracias al IoMT, según Frost & Sullivan, los costes operativos hospitalarios en más de un 25% para 2027.

- Gestión del espacio físico. Gracias a la geolocalización de pacientes, ocupación de boxes, salas de espera o concentraciones de usuarios podemos gestionar más eficientemente la llegada de pacientes y el flujo de estos por los espacios.

Conclusiones

La conectividad de alta velocidad crea múltiples casos de uso desde el punto de vista médico, pero también mejora la calidad del tiempo de estancia, facilitando el acceso a entretenimiento, videollamadas y plataformas educativas o informativas.

Además, la implantación de Wi-Fi 7 permite incluir funcionalidades de hibernación automática, antenas direccionales y gestión inteligente de red, lo que permite reducir en hasta un 18% en el consumo energético de red durante los primeros meses. Esta eficiencia no solo tiene implicaciones económicas, sino también medioambientales, alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU, especialmente el ODS 12 (producción y consumo responsables).

En conclusión, la implantación de la primera red Wi-Fi 7 multigigabit en un hospital español no es solo un avance tecnológico, es una declaración de principios: apostar por la innovación para mejorar vidas. El Hospital de Barcelona se convierte así en un modelo a seguir para el resto del sistema sanitario, sentando las bases para una medicina conectada, sostenible y centrada en el paciente.

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_004_0036 - Scale

Laura Herrero Urigüen (laura.herrerou@scsalud.com)
Doctora en Ingeniería Industrial, Ingeniera de Telecomunicación
Servicio de Admisión y Documentación Clínica
Hospital Universitario Marqués de Valdecilla

María del Rocío Montalbán Carrasco
Subdirectora General de Salud Digital
Óscar Fernández Torre
Director General
Dirección General de Planificación, Ordenación, Gestión del Conocimiento y Salud Digital
Servicio Cántabro de Salud / Consejería de Salud

Marina Cano Iglesias
Área de Innovación
Francisco Galo Peralta Fernández
Director de Gestión
Fundación Instituto de Investigación Marqués de Valdecilla (IDIVAL)

La ingeniería de factor humano en la evaluación, selección e implantación de tecnología sanitaria

Este proyecto innovador introduce la aplicación del criterio de usabilidad en el proceso de evaluación y compra de tecnología sanitaria considerando cómo los profesionales interaccionan con los equipos médicos, con el objetivo de mejorar el diseño para un manejo más seguro y eficiente.

Introducción

La incorporación de tecnología sanitaria, especialmente dispositivos médicos, ha supuesto un avance fundamental en la atención sanitaria moderna, contribuyendo a la mejora del diagnóstico, tratamiento y pronóstico de los pacientes. La selección y adquisición de tecnología sanitaria tradicionalmente se ha basado en criterios técnicos y económicos, sin considerar en profundidad cómo el diseño de los dispositivos influye en su uso real y en la seguridad del paciente. Sin embargo, la evidencia acumulada demuestra que una parte sustancial de los errores e incidentes adversos asociados al uso de estos productos no deriva de fallos técnicos o de fabricación, sino de deficiencias en el diseño que dificultan su uso seguro y eficiente.

La integración de la Ingeniería de Factor Humano en los procesos de evaluación, selección e implantación de tecnología sanitaria permite identificar, cuantificar y mitigar estos riesgos, mejorando tanto la percepción de los usuarios como la seguridad del paciente. Este trabajo presenta una metodología adaptable, basada en el análisis del contexto de uso y usuarios mediante grupos focales, entrevistas y observación, y en la evaluación heurística y test de usabilidad de los dispositivos. Los resultados de estas evaluaciones se transforman en una puntuación objetiva, integrable en los procesos de compra pública conforme a la Ley de Contratos del Sector Público, aportando así rigor, transparencia y valor añadido a la toma de decisiones en la gestión de tecnología sanitaria.

La complejidad creciente de los dispositivos, su propio diseño, la variabilidad de los contextos de uso y la diversidad de los usuarios convierten la interacción persona–tecnología en un factor crítico para la seguridad del paciente y la efectividad clínica. Numerosos estudios y organismos internacionales (FDA, OMS, Joint Commission) han subrayado el impacto de los errores asociados al uso de dispositivos sanitarios: se estima que entre un 8% y un 12% de los pacientes hospitalizados en Europa sufren eventos adversos, de los cuales más del 40% son prevenibles, y una proporción significativa está relacionada con problemas de usabilidad y diseño de la tecnología. La FDA, por ejemplo, ha retirado miles de dispositivos del mercado por incidentes ligados a errores de uso, subrayando la necesidad de incorporar la perspectiva del usuario en todo el ciclo de vida del producto.

Impacto de los errores asociados al uso de tecnología sanitaria

La literatura científica y los sistemas de notificación de eventos adversos coinciden en que una gran parte de los errores asociados a los dispositivos sanitarios se deben a problemas de diseño que dificultan su uso correcto, especialmente en entornos clínicos complejos y bajo presión. Estos errores pueden derivar en daños directos al paciente, prolongar la estancia hospitalaria, incrementar los costes sanitarios y afectar negativamente la confianza de los profesionales en la tecnología.

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_004_0037 - Scale

El diseño como origen de errores evitables

El diseño deficiente puede hacer que un dispositivo sea difícil de aprender, utilizar o recordar, aumentando la probabilidad de errores de programación, configuración o interpretación de alarmas. Ejemplos paradigmáticos son las bombas de infusión, donde errores de introducción de dosis han causado incidentes graves e incluso muertes ("muerte por decimal"). La evidencia muestra que rediseños basados en principios de ergonomía y factor humano reducen significativamente la tasa de errores y mejoran la satisfacción y eficiencia de los usuarios.

Seguridad del paciente y cultura organizativa

La integración de la ingeniería de factor humano (EFH) no solo reduce errores, sino que también promueve una cultura de seguridad, fomenta la notificación de incidentes y facilita la mejora continua de los procesos asistenciales. Además, la EFH ayuda a adaptar la tecnología a las capacidades, limitaciones y necesidades reales de los usuarios, incluyendo profesionales sanitarios, pacientes y cuidadores no profesionales.

Metodología de Evaluación Basada en Ingeniería de Factor Humano

La integración de criterios relacionados con la Ingeniería de Factor Humano, interacción entre personas y tecnología, en los procesos de adquisición de equipamiento médico es no solo relevante para la seguridad clínica, sino también plenamente compatible con la normativa de Contratación Pública española. Incorporar evaluaciones sistemáticas de usabilidad y experiencia de usuario en los pliegos de licitación permite identificar riesgos derivados del diseño y seleccionar soluciones más seguras y adaptadas al entorno real. Esta aproximación, fácilmente adaptable a los recursos y necesidades de cada organización sanitaria, aporta transparencia, objetividad y valor añadido a la toma de decisiones, y contribuye de forma tangible a reducir incidentes y mejorar la percepción de los profesionales.

El modelo desarrollado y aplicado en el Servicio Cántabro de Salud se basa en los principios de la Ingeniería de Factor Humano, incluyendo una metodología sistemática, adaptable y rigurosa, que integra diferentes técnicas cualitativas y cuantitativas para comprender y evaluar la interacción usuario-tecnología en el contexto real de uso.

Análisis contextual y de usuarios

- Grupos focales y entrevistas semiestructuradas: Permiten identificar las tareas críticas, los flujos de trabajo, los perfiles de usuario y los escenarios de uso más relevantes, así como las dificultades y necesidades percibidas por los profesionales.

- Observación directa: Aporta información sobre el uso real de la tecnología, las adaptaciones espontáneas y los riesgos latentes no evidentes en la documentación técnica.

Evaluación heurística y test de usabilidad

- Evaluación heurística: Un equipo de expertos en EFH analiza los dispositivos candidatos según principios reconocidos de usabilidad, identificando problemas potenciales de diseño antes de la prueba con usuarios.

- Test de usabilidad: Usuarios representativos (habitualmente 5–7 por grupo) realizan tareas representativas y críticas en escenarios simulados o reales, bajo observación estructurada. Se registran incidencias, errores, tiempos, cargas cognitivas y percepciones subjetivas.

Detalle de test de usabilidad en un entorno simulado con usuarios reales.

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_004_0038 - Scale

Transformación de incidencias en criterios objetivos

Las incidencias detectadas se clasifican según su naturaleza (usabilidad, seguridad) y criticidad, en base a su potencial impacto en la seguridad del paciente o usuario.

Un algoritmo desarrollado específicamente convierte estas incidencias en una puntuación objetiva, que puede integrarse como criterio cuantificable en procesos de compra pública, conforme a la Ley 9/2017 de Contratos del Sector Público.

Este enfoque permite comparar objetivamente diferentes tecnologías y fundamentar la decisión de compra no solo en criterios técnicos o económicos, sino también en la seguridad y facilidad de uso.

Implantación y formación adaptadas

Los resultados de la evaluación informan el diseño de estrategias de formación centradas en el usuario, la creación de la figura del facilitador y el desarrollo de itinerarios formativos que simulan las incidencias detectadas, mejorando la competencia y confianza de los usuarios.

Adaptabilidad y ventajas del modelo

Una de las fortalezas clave de esta metodología es su alta adaptabilidad y posibilidad de configuración, ya que puede ajustarse al tipo de tecnología, los recursos disponibles, el tamaño y complejidad de la organización sanitaria y los requerimientos específicos del proceso de compra o implantación. Esto la hace aplicable tanto a grandes hospitales como a centros de menor tamaño, y permite modular la profundidad y alcance de la evaluación según las prioridades y limitaciones del sistema sanitario.

Beneficios demostrados:

- Mejora la percepción y aceptación de la tecnología por parte de los usuarios.
- Reduce la incidencia de errores y eventos adversos.
- Facilita la implantación y reduce resistencias al cambio.
- Aporta evidencia objetiva y comparable en los procesos de licitación y adquisición de tecnología sanitaria.
- Refuerza la seguridad del paciente y la eficiencia organizativa.

Detalle sala de control.

Conclusiones

En los últimos años, la tendencia internacional es avanzar hacia la obligatoriedad de la evaluación de usabilidad y factor humano en la aprobación y adquisición de tecnología sanitaria, especialmente en dispositivos de alto riesgo. La FDA ya exige informes detallados de EFH para la comercialización de muchos dispositivos, y existen guías específicas en Canadá y Reino Unido para la integración de la EFH en procesos de compra pública. En España, aunque la normativa aún no lo exige explícitamente, la Ley de Contratos del Sector Público permite la inclusión de criterios de usabilidad y seguridad, y esta experiencia demuestra que es posible y recomendable incorporar este tipo de análisis en los procedimientos de compra pública en nuestro país, alineándose así con las mejores prácticas internacionales.

La inclusión de la ingeniería de factor humano en la evaluación, selección e implantación de tecnología sanitaria representa una innovación imprescindible para reducir errores derivados del diseño de la tecnología, mejorar la seguridad del paciente y optimizar la aceptación y uso de la tecnología por los profesionales. La metodología descrita, basada en la investigación y experiencia práctica, es adaptable, objetiva y alineada con las mejores prácticas internacionales. Su integración en los procesos de compra pública y gestión tecnológica debe considerarse una prioridad estratégica para avanzar hacia un sistema sanitario más seguro, eficiente y centrado en las personas.

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_004_0039 - Scale

Mª Teresa Talavera Gallego (mariat.talavera.sspa@juntadeandalucia.es)
Ingeniera superior
José Luis Sampedro
Técnico Función Administrativa
Francisco Jesús Toro
Técnico Función Administrativa
José Luis Arjona Sánchez
Subdirector de Ingeniería, Inversiones y Mantenimiento
Hospital U. Virgen del Rocío

La contribución de la ingeniería hospitalaria para la generación de valor

Plan INVEAT en el HUVR

Para acometer la renovación tecnológica, la infraestructura hospitalaria y sus instalaciones deben ser mejoradas para adecuarse a los requerimientos con la puesta en funcionamiento de nuevo equipamiento tecnológico. En el marco del Fondo de Recuperación Next Generation – UE, se configura el Plan de Inversiones en Equipos de Alta Tecnología (Plan INVEAT).

1. Introducción

Los años de crisis económica y posterior pandemia impactaron en la situación de los centros hospitalarios. El ajuste en la inversión y la concentración de las prioridades y esfuerzos en dar respuesta a la emergencia del COVID han dado paso a la necesidad de mejorar el parque tecnológico electromédico en los centros hospitalarios. Como consecuencia directa de la renovación tecnológica, la infraestructura hospitalaria y sus instalaciones deben ser mejoradas para adecuarse a los requerimientos permitiendo la puesta en funcionamiento del nuevo equipamiento tecnológico.

En este contexto, el 27 de abril de 2021 el Gobierno de España aprueba el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia que estructura los ejes de intervención y las componentes que contarán con la financiación del Fondo de Recuperación Next Generation de la UE. En este marco, se configura el Plan de Inversiones en Equipos de Alta Tecnología (Plan INVEAT) para el aumento de las capacidades diagnósticas de los Sistemas de Salud por la reducción de la obsolescencia de los equipos el incremento de la capacidad instalada y la mejora de infraestructura hospitalaria.

Por tanto, los centros hospitalarios se enfrentan al reto de contar con una dotación elevada de recursos, orientados a la mejora de la infraestructura hospitalaria y consecuentemente al aumento de las capacidades diagnósticas instaladas, en línea con el compromiso de brindar servicios de calidad y en busca de la excelencia, gracias al impulso del Plan INVEAT, que deben ser movilizados y ejecutados de manera eficiente en términos de calidad, plazo y costes, con afecciones en numerosos servicios de atención sanitaria.

El Plan INVEAT ha sido implementado de manera diferente a nivel nacional. En este sentido, en el Hospital Universitario Virgen del Rocío (HUVR) se identifican y planifican la ejecución de 18 proyectos en un plazo de 14 meses que requieren actuaciones en la infraestructura hospitalaria para dar respuesta a las diferentes necesidades de adecuación, requiriendo de diseños y soluciones técnicas en diferentes disciplinas de la ingeniería (estructurales, en las instalaciones mecánicas, eléctricas y de plomería, etc) en 5 edificios diferentes pertenecientes al Complejo Hospitalario.

La gran renovación tecnológica acometida incluye la puesta en funcionamiento de dos nuevas Gammacámaras, PET-TAC, un quirófano vascular, tres salas de hemodinámica, un biplano para intervencionismo, cuatro resonancias magnéticas, un TAC, un TAC de simulación y tres Aceleradores Lineales.

Despliegue

Para la implementación de todas las actuaciones asociadas se diseña un modelo de trabajo, liderado por el equipo de ingenieros integrados en la Oficina Técnica de la Subdirección de Ingeniería, Inversiones y Mantenimiento, más concretamente por el Servicio de Proyectos y Obras, bajo un enfoque colaborativo que adapta e integra las diferentes fases del ciclo de vida de un proyecto y los pilares fundamentales de la gestión de proyectos, tales como gestión de riesgos, diseño y planificación, seguimiento y

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_004_0040 - Scale

control de la ejecución e inversión, entre otros.

Desde el inicio, el equipo de trabajo se ha conformado integrando a todos los grupos de interés, incluyendo los servicios de atención sanitaria involucrados con el objeto general de limitar el impacto en la continuidad asistencial de los centros y servicios afectados.

La alta complejidad del conjunto de las actuaciones, con afectaciones directas a 6 servicios de especialización sanitaria distinta distribuidos en 5 edificios independientes pertenecientes al HUVR, requería del consenso y compromiso por parte de todos los actores involucrados. Ello ha permitido un trabajo temprano de coordinación y planificación basado en:

- La priorización y faseado de los proyectos según la complejidad de la intervención a realizar sobre la infraestructura.

- La eficiencia en el proceso de contratación y gestión de expedientes tanto para la compra de los equipos como para las obras de adecuación.

- La gestión de riesgos asociados, incluyendo planes de mitigación y la identificación de las actuaciones de contingencia necesarias.

El cronograma de trabajo incluía la compra y logística de los equipos electromédicos, las obras de adecuación de la infraestructuras e instalaciones asociadas para acoger dicho equipamiento y la posterior puesta en operación de los mismos. Así mismo, establecía los traslados y reubicaciones de los servicios asistenciales afectados para garantizar la continuidad asistencial.

Cabe destacar la especial importancia que ha tenido en todo el despliegue la correcta identificación, sincronía y las relaciones secuenciales y de precedencia entre las diferentes actividades y tareas. Ello, junto con la labor de seguimiento y supervisión, han sido elementos cruciales para lograr la ejecución dentro de los plazos y costes del plan en su conjunto, lográndose el cumplimiento del agresivo calendario de ejecución (14 meses) sin desviaciones significativas.

Con una inversión global superior a los 24M€, de los cuales casi 5M€ se destinaron a las obras de acondicionamiento, la estrategia de implementación del Plan INVEAT en el HUVR pone de manifiesto la importancia de los siguientes aspectos que han resultado clave para el éxito del proceso:

- Haber dotado al proyecto de un enfoque holístico desde la fase de inicio, promoviendo la coordinación y participación de todas las partes interesadas.

- El liderazgo colaborativo asumido por el equipo técnico especialista del campo de la ingeniería hospitalaria.

- La etapa de planificación y la integración en la misma del proceso de gestión de riesgos bajo el principio del establecimiento de prioridades y faseado, determinando la secuencia y prelaciones.

- El seguimiento y control, con especial atención a las tareas y actividades de la ruta crítica.

- La existencia de un instrumento ágil para la contratación de las obras, como es el Acuerdo Marco, para lograr la movilización, en poco tiempo, de empresas constructoras con experiencia en el sector hospitalario, conocedoras de las particularidades y singularidades del entorno.

Supone, por tanto, un caso de éxito, dado que se ha logrado acometer las obras de adecuación, la logística y puesta en servicio de las nuevas instalaciones y el equipamiento electromédico de alta tecnología manteniendo, en todo momento, la continuidad asistencial y la normal actividad de los diferentes servicios afectados.

Este logro, pone de manifiesto la importancia de que los centros hospitalarios cuenten con oficinas técnicas sólidas, formadas por profesionales de la ingeniería altamente cualificados disponiendo así de la capacidad de gestión de grandes proyectos y con alto nivel de complejidad.

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_004_0041 - Scale

Javier Bou Vayá (bou_javvay@gva.es)
Ingeniero Industrial
Hospital Universitario Dr. Peset (Valencia)

El Hospital Dr. Peset de Valencia primer Hospital Inteligente en España

El Hospital Universitario Dr. Peset de Valencia implanta con éxito una plataforma de hospital inteligente ("Smart Hospital") donde se digitaliza y centraliza toda la información con el objetivo de gestionar mejor el funcionamiento de las infraestructuras y los servicios asociados. Trasladar y adaptar el modelo de plataforma utilizado en las "Smart Cities" ha otorgado al Hospital Universitario Doctor Peset el reconocimiento de ser el primer Hospital Inteligente en España basado en el estándar europeo FIWARE.

Introducción

En un entorno de infraestructuras sanitarias, acotado al sector del Facility Management, hay una máxima que dice: "Cuando todo va bien, nadie recuerda que el mantenimiento existe."

Cuando las instalaciones funcionan sin problemas, nadie repara en el mantenimiento. Este es uno de los principales motivos por el que pase tan desapercibido e invisible para los usuarios. Se asumen los trabajos de mantenimiento como parte de una rutina diaria y no como un logro destacable que merezca el reconocimiento del esfuerzo de todos los que lo hacen posible.

En los últimos años, el aumento en complejidad y tamaño de las infraestructuras sanitarias, ha generado una mayor necesidad de realizar un control más exhaustivo y especializado en los trabajos de mantenimiento. A mayor complejidad de las infraestructuras a mantener, mayor es el riesgo potencial a la aparición de fallos. Riesgo en forma de responsabilidad que es asumida de forma ineludible por el personal de mantenimiento. En este sentido, podemos decir que el personal de mantenimiento siempre está expuesto a una situación de constante amenaza o posible fallo que pueda comprometer el funcionamiento de las infraestructuras hospitalarias.

El personal de mantenimiento hospitalario desempeña un papel vital en la creación de un entorno seguro, funcional y eficiente para la prestación de servicios de atención médica de calidad.

Adaptarse a estas nuevas infraestructuras o equipos implica disponer de herramientas capaces de monitorizarlos en tiempo real, permitiendo una respuesta rápida ante cualquier problema o anomalía.

Objetivos; HOSDIC. Hospital Digital, Inteligente y Conectado

Un Hospital Digital, Inteligente y Conectado (HOSDIC) es un hospital que utiliza tecnologías avanzadas como el Internet de las Cosas (IoT), los Gemelos Digitales y la IA (Inteligencia Artificial) para mejorar la calidad de la atención médica y la eficiencia en la gestión de los servicios de salud.

Aunque a día de hoy ya existen en el mercado soluciones orientadas a la gestión de hospitales, la componente innovadora de esta plataforma implantada en el Hospital Universitario Doctor Peset, es

Entorno de operaciones "Smart Hospital" Hospital Dr. Peset.

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_004_0042 - Scale

Esquema estructura ecosistema Hospital Inteligente Dr. Peset.

que dicha plataforma está basada en el estándar europeo FIWARE. Este estándar está alineado con la Norma UNE 178 y define una arquitectura de plataforma horizontal, escalable, interoperable, abierta y con seguridad, características en las que se fundamentan actualmente los ecosistemas inteligentes, como Smart Cities, Smart Building, Smart Port, Destinos Turísticos Inteligentes (DTI), etc.

Este nuevo modelo de gestión sanitaria se basa en la puesta en marcha de una plataforma "Smart Hospital" en donde se crea un entorno único, digital y centralizado capaz de monitorizar tanto los servicios hospitalarios asistenciales, como los no asistenciales con el objetivo de gestionar mejor el funcionamiento de las infraestructuras y sus servicios asociados en el Departamento de Salud València – Doctor Peset.

La información ingestada en la plataforma de Hospital Inteligente se visualiza de forma centralizada y en tiempo real en un entorno gráfico basado en gemelos digitales. Herramientas de analítica avanzada del dato como la IA (Inteligencia Artificial) y Machine Learning proporcionan mejoras en la funcionalidad de esta plataforma, transformando los datos recopilados en algoritmos y en indicadores de eficiencia para la gestión óptima de las infraestructuras sanitarias.

Además, cualquier anomalía es detectada en el momento que se produzca, enviando alarmas en tiempo real a los gestores sanitarios, vía mail o Telegram, lo cual facilita la toma de decisiones y la resolución de problemas.

Homogeneizar los procesos y poder evaluar toda la información generada para su tratamiento desde un único entorno de operaciones mediante el estándar europeo FIWARE, ayuda a establecer medidas de mejora a nivel técnico, energético, económico, de gestión sanitaria, etc.

IoT. Internet of Things

El concepto de IoT, o Internet of Things, se refiere a la red colectiva de dispositivos conectados a internet y son soluciones tecnológicas avanzadas extremo a extremo, basadas en modelos flexibles y escalables, con el objetivo de digitalizar la prestación de un servicio mediante la monitorización y el control en tiempo real.

En los últimos años esta tecnología ha permitido monitorizar y controlar todo tipo de dispositivos en remoto a través de aplicaciones, plataformas o asistentes de voz. Entre estos dispositivos hay soluciones para proteger el medioambiente, monitorizar nuestra salud, así como controlar los diferentes electrodomésticos de nuestra casa.

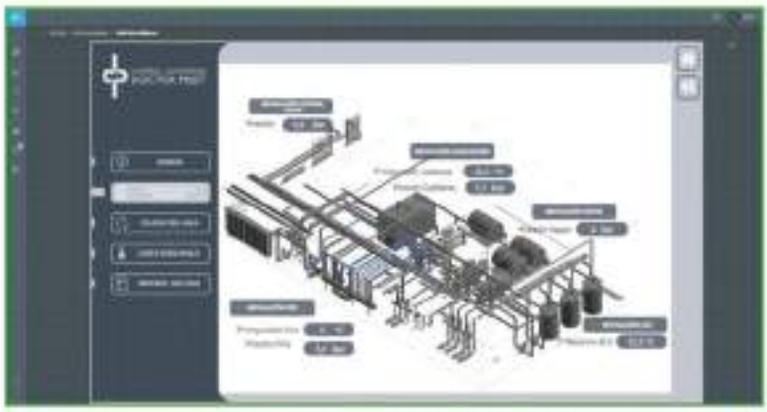
La tecnología IoT, además ha permitido una mayor automatización y eficiencia en diversos campos, como la gestión energética, la salud, el transporte, la agricultura, la industria, etc. que ha mejorado la eficiencia operativa, la calidad de los servicios y la experiencia de los usuarios.

Una de las ventajas que ofrece la tecnología IoT es la implantación de soluciones de "Submetering". El "Submetering" consiste en instalar medidores de consumo individuales en unidades o áreas específicas dentro de un edificio para medir el consumo de los diferentes servicios, como electricidad, agua, gas, climatización, etc. Este enfoque permite una medición más detallada y precisa del consumo de algunas áreas específicas del edificio, en lugar de depender de un solo medidor en cabecera para todo el edificio. Cualquier anomalía es detectada en el momento que se produce mediante el envío de alarmas en tiempo real, lo cual facilita la toma de decisiones y la resolución de problemas.

Implantar soluciones IoT en el Hospital Univ. Dr. Peset ha facilitado entre otros, la monitorización de las instalaciones de gases medicinales en la UCI, REA, servicio de alergias, salas de hospitalización, la central de gases, etc. También el registro de temperatura de neveras de custodia de vacunas en los distintos centros de salud, la visualización remota del estado de los ascensores, etc.

Panel de control presiones y temperaturas infraestructuras hospitalarias.

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_005_0043 - Scale



Entorno gráfico basado en Gemelos Digitales.

Programa europeo FIWARE. Plataforma "Smart Hospital"

FIWARE es una plataforma de código abierto que ofrece un conjunto de herramientas y estándares para el desarrollo de aplicaciones inteligentes y soluciones de Internet de las cosas (IoT), a través de un proceso sencillo, seguro y de bajo coste. Esta plataforma está impulsada por la Unión Europea con el objetivo de promover la innovación y la competitividad en Europa y en todo el mundo.

La plataforma FIWARE proporciona una infraestructura común para la integración de datos y servicios en la nube, lo que permite una mayor interoperabilidad entre sistemas y aplicaciones. Esta plataforma utiliza un modelo de arquitectura abierta y modular, que permite la integración de diferentes tecnologías y herramientas, y que se adapta a las necesidades específicas de cada proyecto.

Conclusiones

La evolución hacia hospitales inteligentes mediante la Transformación Digital de los mismos, es un paso crucial para ofrecer una gestión eficiente de las instalaciones cuyos objetivos son establecer entornos sanitarios más seguros, sostenibles y resilientes.

La necesidad de adaptarse a esta Transformación Digital es la que ha impulsado estos últimos años la implantación de un nuevo modelo de gestión hospitalaria a través de la puesta en marcha de una plataforma de hospital inteligente ("Smart Hospital"), donde se digitaliza y centraliza toda la información para gestionar mejor el funcionamiento de las infraestructuras y sus servicios asociados.

Trasladar y adaptar el estándar europeo de plataforma FIWARE utilizado en las Smart Cities, a la plataforma de Hospital Universitario Doctor Peset, ha permitido adoptar estándares y protocolos compatibles esenciales para garantizar la interoperabilidad entre diferentes sistemas y plataformas, facilitando la integración de nuevos servicios y fuentes de datos en un mismo entorno de operaciones integral.

La plataforma de "Smart Hospital" del Hospital Universitario Doctor Peset, mediante tecnologías avanzadas como los Gemelos Digitales, proporcionan una gestión centralizada y eficiente de los activos del hospital, además de monitorizar los Centros de Salud, consiguiendo una visualización holística 360 grados. Esto permite establecer una supervisión completa y continua de todas aquellas infraestructuras y servicios sanitarios críticos de todo el Departamento de Salud Valencia – Doctor Peset.

Pero además, debido al carácter versátil y escalable de la plataforma de hospital inteligente, no solo se podría extender al resto de Departamentos de Salud, también crear un entorno de operaciones único donde visualizarlos desde la Conselleria de Sanidad Universal y Salud Pública. Es decir, establecer un "Entorno de entornos" donde poder homogeneizar y estandarizar los procesos de los distintos Departamentos de Salud, que en un futuro posibiliten la comparativa entre los mismos, así como facilitar la toma de decisiones a nivel centralizado mediante el análisis de la información y herramientas de inteligencia artificial asociadas.

La comparativa de la información y de los KPI's entre Departamentos de Salud de la Conselleria de Sanidad Universal y Salud Pública, ayudaría a establecer una estrategia común basada en datos, fomentando la mejora continua y la implementación de medidas de eficiencia a nivel asistencial, energético, organizativo, etc.

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_005_0044 - Scale

Jesús Martín Lázaro (martin.lazaro.jesus@gmail.com)
Director de Gestión y Servicios Generales
Hospital Universitario Niño Jesús

Humanización de la Arquitectura e Ingeniería sanitarias

La humanización de la arquitectura e ingeniería sanitarias se centra en crear entornos de salud que prioricen el bienestar del paciente, el personal y los visitantes. Esto implica considerar aspectos como la accesibilidad, la luz natural, los materiales, el confort ambiental, la sostenibilidad, la privacidad, la tecnología y la colaboración interdisciplinar para lograr espacios que promuevan la salud y la recuperación.

1. Introducción

Desde los inicios de la medicina, el ser humano forma parte de un todo con el entorno. La luz, los materiales, los colores, son elementos indispensables en esta relación.

Las infraestructuras sanitarias, constituyen una de las dimensiones más importantes de la humanización, en cuanto a que constituyen una manera de aproximarse a la persona enferma y a todo su entorno familiar, sus necesidades y preferencias.

La Fundación Humans nació en 2017 con el objetivo de impulsar proyectos, investigar y promover la cultura de la humanización a todos los niveles.

Tomando como punto de partida los estudios realizados hasta el momento, desde una mirada interdisciplinar, la intención del documento es ser una hoja de ruta preliminar para que los indicadores establecidos puedan ser implementados de manera factible; recogiendo distintas sensibilidades de todos los actores que desempeñan un papel relevante ,mediante la creación de un comité científico integral y multidisciplinar coordinado por dos gestores hospitalarios, integrado por distintos perfiles que intervienen en el diseño y desarrollo de espacios sanitarios.

A través de reuniones de trabajo grupales e individuales y la puesta en marcha de un estudio Delphi entre otras acciones, se diseñó una hoja de ruta marcando la situación actual y las necesidades y objetivos que se deben seguir para la humanización de los espacios sanitarios . Se llevó a cabo un proceso de recogida de datos, centrándose en el análisis detallado de indicadores de humanización, mediante la realización de una encuesta en dos fases. Este enfoque permitió a los participantes reflexionar sobre sus respuestas iniciales al compararlas con las del resto del grupo. El listado de indicadores se expone al final de este documento.

2. Principios de diseño humanizado en la arquitectura sanitaria

Se trata de crear espacios que promuevan la comodidad, la dignidad y la empatía en el ámbito de la atención médica. Accesibilidad, ergonomía, iluminación, ventilación y privacidad en el

Hospital de Día Oncológico del Hospital Santos Reyes de Aranda de Duero (Burgos).

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_005_0045 - Scale

diseño de hospitales, clínicas y otros espacios sanitarios buscan construir entornos que consideren las necesidades emocionales y psicológicas de los usuarios. El entorno físico, influye significativamente en la experiencia del paciente y en la eficacia de los servicios de atención médica. En definitiva, es una acción terapéutica más que mejora la recuperación del paciente.

La *neuroarquitectura*, como componente clave, resalta la importancia del impacto del entorno construido en la salud física y mental y el bienestar de los individuos. Se pone a las personas en el centro del proceso de diseño, por lo que la participación del usuario en el diseño es fundamental para crear espacios acogedores y estimulantes emocionalmente.

Es clave tener en cuenta la *sostenibilidad* que no solo se refiere al impacto ambiental de un edificio, sino también a cómo sus características promueven un entorno saludable y positivo.

La *accesibilidad* universal y la movilidad implican diseñar edificios que permitan a todos los usuarios moverse de manera segura, cómoda y autónoma. Abarca no solo a personas con discapacidades, sino a todos los usuarios, incluidos pacientes, personal y visitantes. Esto minimiza el estrés y mejora la experiencia del paciente.

La *luz natural* en los entornos sanitarios, en habitaciones, áreas de trabajo y espacios comunes mejora el bienestar emocional y físico de los usuarios.

Los *materiales cálidos* y las texturas agradables al tacto, como la madera, contribuyen a crear un ambiente más acogedor y menos institucional.

La integración con la naturaleza, la *biofilia*, es una tendencia creciente en la arquitectura sanitaria. La inclusión de plantas, jardines terapéuticos, vistas al exterior y el uso de colores y formas inspiradas en la naturaleza, contribuyen a un entorno más amigable y relajante.

Ambientes acogedores y estimulantes reducen el estrés y la ansiedad. La disposición del espacio debería considerar la privacidad de los pacientes y ofrecer entornos donde se sientan respetados. Es esencial que ciertos espacios como las habitaciones individuales y las áreas de consulta, se diseñen de tal forma que se preserve la intimidad. Utilizando colores, texturas, y sonidos que favorezcan la relajación y el bienestar, se promueve la actividad mental y pueden mejorar la cognición y el estado de ánimo.

Areas comunes cómo salas de espera, jardines y cafeterías deben fomentar la interacción social entre pacientes, familiares y personal. Estos espacios deben ser flexibles y permitir diferentes configuraciones para adaptarse a diversas necesidades y eventos. Los hospitales deben incluir espacios que faciliten la estancia y participación de las familias, así como la integración con la comunidad local ofreciendo espacios abiertos y accesibles.

Desafíos y estrategias. El equilibrio entre la eficiencia operativa y la creación de espacios humanizados es un desafío constante. Remodelaciones mediante cambios en la iluminación, mobiliario y decoración permiten superar las limitaciones estructurales y presupuestarias.

Desafíos

- Equilibrio entre estética y funcionalidad.
- Soluciones rentables.
- Adaptación a la evolución en las prácticas de salud.
- Cumplimiento regulatorio.

Estrategias

- Integración del diseño participativo.
- Uso de materiales innovadores y sostenibles.
- Diseño modular y adaptable.
- Uso efectivo de los espacios existentes.
- Educación y sensibilización.

La arquitectura de futuro abraza la flexibilidad y adaptabilidad, y hace que los espacios varíen según las necesidades de los pacientes y del personal. La integración de tecnologías avanzadas facilitan entornos más interactivos y adaptativos, lo que mejora la experiencia del paciente y la eficiencia operativa. La realidad virtual puede utilizarse para crear ambientes terapéuticos y ofrecer así a los pacientes

Prolongación de la zona de rehabilitación en patio del Centro de Rehabilitación del Norte, Oporto.

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_005_0046 - Scale

escapadas virtuales para aliviar el estrés y la ansiedad.

3. La humanización en la ingeniería sanitaria

La Ingeniería forma parte también de un programa de humanización para aportar condiciones de confort y bienestar en el diseño de las instalaciones.

Climatización

Las instalaciones de climatización y ventilación de un hospital son extremadamente importantes. Además de proporcionar confort térmico a los pacientes y usuarios, son las encargadas de mantener la calidad del aire y los niveles de asepsia en todas las zonas de ambiente controlado, como quirófanos, UCI, y salas de intervención y hospitalización de pacientes inmunodeprimidos, entre otras.

Tanto en el caso de la climatización como en el de la ventilación, habrá que diferenciar las diferentes necesidades dentro de cada zona del hospital según los parámetros de temperatura, humedad, caudal, tasa de renovación de aire, presencia de partículas, presencia de compuestos volátiles, de flora fúngica, otros microorganismos o ruido ambiental.

Asimismo, se considerarán también otros criterios, como el ahorro energético y otras posibles interferencias en las condiciones ambientales, como puede ser el propio ruido de la instalación de HVAC. En el caso de los hospitales, el uso sanitario de la climatización queda definido en diferentes normativas (RITE, CTE, Normas UNE, etc).

Iluminación e instalaciones eléctricas

El alumbrado, tanto el general como el de evacuación, el ornamental, de señalización etc, deben garantizar siempre el cumplimiento de la normativa en vigor (REBT, CTE, Normas UNE de aplicación, etc). Se pueden establecer algunas recomendaciones generales como que el alumbrado de las zonas generales o comunes, debe diseñarse de tal modo que se consiga un equilibrio entre la seguridad de utilización, el confort y el ahorro energético. En el caso de las habitaciones de hospitalización los pacientes pueden tener autonomía y capacidad de demandar incluso algún servicio de entretenimiento.

Confort acústico

La exposición constante a niveles altos de ruido puede aumentar el estrés, afectar al sueño y a la recuperación de los pacientes. Aislamientos adecuados, paneles acústicos y sistemas de monitoreo permiten enviar mensajes en tiempo real para informar cuando se están sobrepasando los niveles recomendados. La introducción de música suave, sonidos naturales o sistemas de sonido ambiental controlado puede crear un ambiente más agradable y disfrazar algunos de los ruidos no deseados.

Los sistemas de información y aviso silencioso son soluciones diseñadas para comunicar información importante o emitir alertas de manera discreta, sin generar ruido que pueda resultar intrusivo o molesto.

Medidor acustico UCI.

Accesibilidad, señalización y orientación del paciente, acompañante y profesional

Para eliminar las barreras de las personas con diversidad funcional, hay elementos que facilitan el guiado y orientación, como marcas en el pavimento, cartelería y teclas de interruptores, avisadores, pulsadores o similar con indicaciones en braille. Sistemas de guiado indoor, basado en el posicionamiento GPS o guiado por balizas en el interior del edificio donde la cobertura del GPS no está garantizada o sistemas de traducción en tiempo real para facilitar la comunicación instantánea entre personas que hablan diferentes idiomas. Los sistemas de reproducción de voz que permiten que personas con dificultades visuales puedan acceder a información importante mediante su reproducción acústica, gracias a las actuales tecnologías de reproducción del lenguaje natural.

Nuevas tecnologías de información

Tanto el IoT (captura y almacenamiento de datos) como la IA (análisis «inteligente » de los datos y/o la capacidad de dotar de inteligencia a las máquinas), combinadas con otras nuevas tecnologías como la nanotecnología, impresión 3D, robótica, genómica, etc., serán la base para la evolución de la asistencia sanitaria.

4. La humanización en los Servicios Generales

La humanización de la asistencia sanitaria debe poner toda la organización al servicio del paciente, y en esta organización también se encuentran los servicios generales, que deben ponerse igualmente al servicio del paciente.

Los servicios generales son aquellos que se dedican a dar soporte y apoyo no sanitario a la estructura asistencial. Garantizan aspectos tan importantes para el paciente como el mantenimiento de las condiciones higiénicas y de la salud pública (limpieza, jardinería y gestión de residuos), la dotación de ropa (lavandería-lencería) y la alimentación (restauración), así como para los usuarios y profesionales en general (cafeterías de público y personal, venta automática, aparcamiento o señalética, información y orientación de pacientes). Su humanización es fundamental para crear un ambiente de atención más cálido y centrado en el paciente. Para conseguir esta humanización, pueden fomentarse buenas prácticas, como las que se describen en la guía.

Televisores individuales con auriculares, acceso a internet para que los pacientes puedan utilizar dispositivos personales o acceder a contenido en línea, disponer de espacio suficiente para que el paciente pueda guardar sus pertenencias, etc.

Incluir almohadas, mantas y otros elementos que aumenten la comodidad de los pacientes durante el tratamiento.

Establecer un calendario regular de actividades, juegos de mesa, lectura

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_005_0047 - Scale

compartida, eventos culturales o exposiciones artísticas, celebrar los logros personales de los pacientes, actividades terapéuticas, como yoga, meditación o música, que pueden ayudar a aliviar el estrés y mejorar la calidad de vida de los pacientes.

Proporcionar materiales informativos claros y comprensibles sobre el tratamiento, los efectos secundarios y los recursos disponibles para empoderar a los pacientes y sus familiares, Y fomentar un enfoque centrado en el paciente, donde se tenga en cuenta la individualidad y las necesidades específicas, y fomentar un sentido de comunidad entre los pacientes.

Para transmitir a los diferentes servicios de gestión las necesidades, quejas o sugerencias que el usuario pone en su conocimiento es recomendable disponer de un sistema sencillo para conocer las opciones de menú, solicitar la reparación de algún desperfecto de la habitación o quejarse de algún servicio que no sea de su agrado.

Hospital Sant Joan de Déu.

5. La colaboración interdisciplinar

La colaboración con asociaciones de pacientes es fundamental para el diseño y la construcción de instalaciones de salud que sean efectivas y seguras. Los profesionales de la salud pueden proporcionar orientación sobre requisitos específicos de seguridad y normativas clínicas, mientras que las asociaciones de pacientes pueden identificar preocupaciones relacionadas con la seguridad y el bienestar de los pacientes.

La participación de asociaciones de pacientes y profesionales de la salud en el proceso, es especialmente importante en proyectos que puedan afectar a comunidades locales, ya que permite abordar las preocupaciones de la comunidad y asegurarse de que las instalaciones van a satisfacer las necesidades de la población que las van a utilizar.

6. Los indicadores de humanización en los edificios sanitarios

– Luz natural en la mayoría de estancias asistenciales y lugares de trabajo de los profesionales.

– Espacios exteriores habilitados para que los utilicen pacientes, familiares y profesionales.

– Sistema de señalética claro e intuitivo, con accesos y recorridos bien señalizados.

– Recorridos accesibles para todas las personas, incluidas aquellas con problemas motores, de audición o baja visión.

– Acompañamiento continuado al familiar.

– Elementos naturales en zonas comunes, lo que naturaliza el entorno y desmedicaliza el ambiente.

– Espacios para exposiciones de arte y cultura, de forma permanente o temporal.

– Número adecuado de baños y ascensores adaptados de acuerdo con el Código Técnico de la Edificación.

– Hospitalización a domicilio para todos aquellos pacientes elegibles.

– Conexión wifi para el uso de los pacientes y sus acompañantes.

– Posibilidad de atención telemática a los pacientes.

– Acceso de pacientes por internet a: historial, tratamiento, pruebas médicas y agenda.

– Número adecuado de habitaciones con sistemas de climatización adecuados.

– Boxes de UCI con control de iluminación para preservar los ciclos circadianos del paciente.

– Control operacional de temperatura y humedad de acuerdo con la normativa de aplicación.

– Programa informático que permite al profesional saber en qué punto del proceso asistencial se encuentra el paciente.

– Los espacios de espera que fomentan la privacidad e intimidad.

– Protocolo para gestionar los datos confidenciales de la salud de los pacientes.

– Servicios generales indispensables para brindar el soporte y apoyo no sanitario necesarios a la estructura asistencial.

– Las instalaciones del centro se diseñan y construyen mediante la colaboración entre arquitectos, ingenieros y profesionales de la salud.

– Las infraestructuras sanitarias se diseñan contando con la participación de asociaciones de pacientes.

7. Conclusiones

La humanización busca mejorar la experiencia de todas las personas que participan en la atención sanitaria. Promover el bienestar emocional de los pacientes mejora la satisfacción percibida, que está correlacionada positivamente con los resultados en la salud. Un diseño arquitectónico amigable, junto a una comunicación empática, clara y centrada en los pacientes las familias, debe ser el eje de nuestro trabajo.

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_005_0048 - Scale

Xavier Pardell Peña (xavier@pardell.es)
Ingeniero de Telecomunicaciones
Experto en Tecnología Sanitaria

La Tecnología RFID en el sector hospitalario

Innovación y Eficiencia

La tecnología RFID (Radio Frequency Identification) ha emergido como una herramienta revolucionaria en diversos sectores, y su impacto en el ámbito hospitalario es particularmente significativo por los beneficios que aporta en sus aplicaciones.

1. ¿Qué es la Tecnología RFID?

La tecnología RFID utiliza ondas de radio para identificar y rastrear objetos. El funcionamiento de la tecnología RFID se basa en la comunicación entre las etiquetas y los lectores que transmiten la información al software de gestión para su procesamiento. Este proceso es rápido y eficiente, permitiendo la identificación y seguimiento en tiempo real de objetos y personas mediante ondas de radio, ofreciendo una serie de ventajas que van desde la mejora en la gestión de inventarios hasta la optimización de procesos clínicos.

Un sistema RFID está compuesto por tres elementos principales.

Etiquetas RFID:

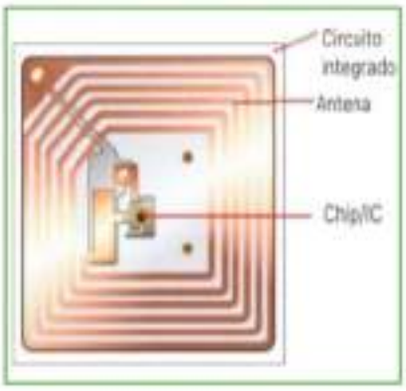
Dispositivos que contienen un chip con información y una antena para transmitir y recibir señales. Estas etiquetas pueden ser pasivas, activas o semipasivas, dependiendo de su fuente de energía y capacidad de almacenamiento. Los componentes de una etiqueta RFID son:

- Chip o Microchip: Es el cerebro de la etiqueta RFID. Contiene la información que se desea transmitir.
- Antena: La antena permite la transmisión y recepción de señales de radio. Su diseño y tamaño pueden variar dependiendo de la frecuencia de operación y el alcance requerido.
- Sustrato: Es el material sobre el que se montan el chip y la antena. Puede ser de plástico, papel, o cualquier otro material adecuado para la aplicación específica.

Cuando una etiqueta RFID entra en el campo de lectura de un lector RFID, el lector emite una señal de radio. En el caso de las etiquetas pasivas, esta señal proporciona la energía necesaria para activar el chip de la etiqueta. Una vez activada, la etiqueta RFID envía su información al lector a través de la antena. El lector RFID recibe la señal de la etiqueta y la decodifica. Luego, envía la información al software de gestión, donde se procesa y se utiliza para diversas aplicaciones.

Las etiquetas RFID pueden operar en diferentes frecuencias, cada una con sus propias ventajas y desventajas:

- Baja Frecuencia de 125-134 kHz. Tienen un alcance corto (hasta 10 cm) y una velocidad de lectura baja, pero son menos susceptibles a interferencias.
- Alta Frecuencia de 13.56 MHz. Tienen un alcance moderado (hasta 1 metro) y una velocidad de lectura más alta que las etiquetas LF. Son más susceptibles a interferencias, pero son más económicas y versátiles.
- Ultra Alta Frecuencia de 860-960 MHz. Tienen un alcance largo (hasta 12 metros) y una velocidad de lectura alta,



1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_005_0049 - Scale

pero son más susceptibles a interferencias.

Lectores RFID:

Dispositivos que emiten y reciben ondas de radio para leer la información de las etiquetas. Los lectores pueden ser fijos o móviles, y su alcance varía según la frecuencia.

Estos lectores utilizan ondas de radio para comunicarse con las etiquetas y transmitir la información a un sistema de gestión para su procesamiento. A continuación, se detalla cómo funcionan los lectores RFID: Sus componentes son:

- Antena: La antena emite y recibe señales de radio. Puede ser una antena integrada en el lector o una antena externa conectada al lector.
- Transceptor: El transceptor es el componente que genera la señal de radio y la transmite a través de la antena. También recibe las señales de las etiquetas RFID.
- Procesador: El procesador decodifica la información recibida de las etiquetas RFID y la envía al software de gestión para su procesamiento.
- Interfaz de Comunicación: Permite la conexión del lector RFID con el sistema de gestión. Puede ser una conexión por cable (USB, Ethernet) o inalámbrica (Wi-Fi, Bluetooth).

Software de gestión:

El software de gestión recibe los datos capturados por los lectores RFID. Estos datos pueden incluir información de identificación, ubicación, estado y otros atributos relevantes de los objetos etiquetados. Una vez recibidos, los datos se procesan para extraer información útil. Esto puede incluir la decodificación de la información, la validación de datos y la agregación de datos de múltiples lectores.

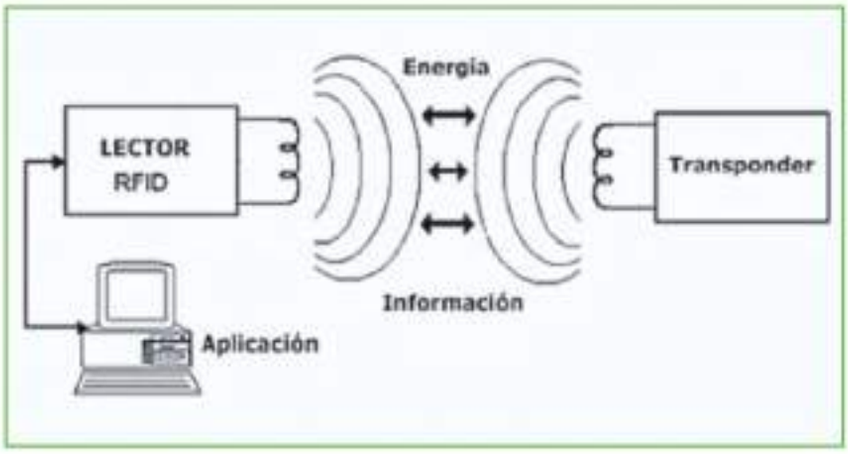
Los datos procesados se almacenan en una base de datos. Esta base de datos puede ser local o en la nube, dependiendo de las necesidades y la infraestructura del sistema. El software de gestión analiza los datos almacenados para análisis de inventarios, seguimiento de activos, análisis de patrones de uso y más.

El software de gestión proporciona una interfaz de usuario intuitiva que permite a los usuarios acceder a la información, generar informes y realizar análisis. La interfaz podría ser una aplicación de escritorio, una aplicación web o una aplicación móvil.

El software debe ser capaz de manejar un gran volumen de datos y múltiples lectores RFID simultáneamente. Esto es crucial para aplicaciones a gran escala, como la gestión de inventarios en almacenes grandes o el seguimiento de pacientes en hospitales.

La seguridad de los datos es una importante preocupación. El software debe incluir medidas de seguridad robustas, como cifrado de datos, autenticación de usuarios y control de acceso, para proteger la información sensible.

El software debe ser flexible y adaptable a diferentes necesidades y aplicaciones. Esto incluye la capacidad de personalizar informes, configurar alertas y notificaciones, y adaptarse a cambios en los procesos.



El software debe ser compatible con diferentes tipos de lectores RFID, etiquetas y frecuencias de operación. Esto asegura que el sistema pueda funcionar de manera eficiente en diferentes entornos y aplicaciones.

La interfaz de usuario debe ser intuitiva y fácil de usar, permitiendo a los usuarios acceder rápidamente a la información y realizar análisis sin necesidad de una formación extensa.

La capacidad de integrarse con otros sistemas es fundamental. Esto permite una gestión más eficiente y una toma de decisiones informada.

2. Aplicaciones de la Tecnología RFID en el Sector Hospitalario

2.1. Gestión de Inventarios

La gestión de inventarios es una de las aplicaciones más comunes de la tecnología RFID en hospitales. Las etiquetas RFID se adhieren a equipos médicos, suministros y medicamentos, permitiendo un seguimiento en tiempo real. Esto no solo reduce el riesgo de pérdidas y robos, sino que también optimiza la reposición de stock y evita desabastecimientos.

El Hospital Universitario de La Paz en Madrid implementó un sistema RFID para la gestión de su farmacia. Gracias a esta tecnología, lograron reducir en un 30% el tiempo dedicado a la gestión de inventarios y mejoraron la disponibilidad de medicamentos críticos. Además, se registró una disminución del 20% en errores de dispensación, lo que resultó en una mejora significativa en la seguridad del paciente. La implementación también permitió una reducción del 15% en costos operativos debido a una mejor gestión de recursos.

2.2. Seguimiento de Pacientes

Las etiquetas RFID pueden ser utilizadas para identificar y rastrear a los pacientes dentro del hospital. Esto es especialmente útil en áreas como urgencias, donde el flujo de pacientes es alto y la rapidez en la identificación es crucial.

En el Hospital Clínic de Barcelona, se implementó un sistema RFID para el seguimiento de pacientes en la unidad de Urgencias. Esto permitió reducir los tiempos de espera en un 25% y mejorar la co-

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_005_0050 - Scale

ordinación entre el personal médico. Además, se observó una reducción del 15% en el tiempo de atención , lo que se tradujo en una mejora en la satisfacción del paciente. La tecnología también facilitó la identificación rápida de pacientes en situaciones de emergencia, mejorando la respuesta médica.

2.3. Control de Accesos

La tecnología RFID también se utiliza para controlar el acceso a áreas restringidas del hospital. Las tarjetas RFID permiten una identificación rápida y segura del personal autorizado, mejorando la seguridad y la eficiencia operativa.

El Hospital General de Massachusetts implementó un sistema de control de accesos basado en RFID. Esto no solo mejoró la seguridad, sino que también facilitó el acceso rápido a áreas críticas durante emergencias. Se registró una reducción del 30% en incidentes de seguridad y una mejora en la respuesta ante emergencias. Además, la implementación permitió una mejor gestión del personal, asegurando que solo el personal autorizado accediera a áreas sensibles.

2.4. Gestión de Equipos Médicos

Los equipos médicos, como camillas, monitores y bombas de infusión pueden ser etiquetados con RFID para su seguimiento y mantenimiento. Esto asegura que los equipos estén siempre disponibles y en óptimas condiciones.

En el Hospital Mount Sinai de Nueva York, se utilizó RFID para gestionar el mantenimiento de equipos médicos. Gracias a esta tecnología, se logró reducir en un 40% el tiempo de inactividad de los equipos y se mejoró su disponibilidad. Además, se registró una disminución del 25% en costos de mantenimiento debido a una mejor planificación y ejecución de tareas de mantenimiento. La tecnología también permitió una mejor gestión del ciclo de vida de los equipos, asegurando su uso óptimo.

3. Beneficios de la Tecnología RFID en el Sector Hospitalario

3.1. Eficiencia Operativa

La tecnología RFID permite la automatización de muchos procesos manuales, lo que resulta en una mayor eficiencia operativa. La identificación y seguimiento en tiempo real reducen errores y mejoran la toma de decisiones. Esto se traduce en la mejor utilización de recursos y una reducción de gastos operativos.

3.2. Mejora en la Seguridad

El control de acceso y la identificación de pacientes y personal mediante RFID aumentan la seguridad dentro del hospital. Esto es crucial para proteger tanto a los pacientes como al personal médico. La tecnología también facilita la respuesta rápida en situaciones de emergencia, mejorando la seguridad general del hospital.

3.3. Optimización de Recursos

La gestión eficiente de inventarios y equipos médicos asegura que los recursos estén siempre disponibles cuando se necesitan, optimizando su uso y reduciendo costos. Esto permite una mejor planificación y utilización de recursos, asegurando que los pacientes reciban la atención necesaria sin demoras.

3.4. Mejora en la Atención al Paciente

La rapidez y precisión en la identificación de pacientes y la disponibilidad de equipos médicos contribuyen a una mejor atención al paciente, reduciendo tiempos de espera y mejorando los resultados clínicos. Esto se traduce en una mayor satisfacción del paciente y una mejora en la calidad de la atención médica.

4. Retos en la adopción de RFID

A pesar de sus ventajas, la tecnología RFID enfrenta ciertos retos. Uno de los más comunes es el coste inicial de implementación, que incluye la adquisición de equipos, integración con sistemas existentes y capacitación del personal. Sin embargo, hospitales como el Mount Sinai en Nueva York han demostrado que el retorno de la inversión puede lograrse en menos de dos años, gracias a la reducción de pérdidas y al aumento de la eficiencia. Por otro lado, la seguridad de los datos es una preocupación creciente. Las comunicaciones por radiofrecuencia son susceptibles a intercepciones y ataques cibernéticos. Instituciones como el NHS en el Reino Unido han implementado cifrado avanzado y auditorías regulares de sus sistemas RFID para garantizar la privacidad de la información médica. Estas iniciativas han demostrado que, con las medidas adecuadas, es posible mitigar los riesgos asociados.

5. Perspectivas Futuras

A medida que los hospitales se transforman en espacios más digitalizados, la tecnología RFID promete evolucionar para integrarse con otras herramientas avanzadas como el Internet de las Cosas (IoT) y la Inteligencia Artificial. Una posible aplicación es la implementación de sensores inteligentes que utilicen RFID para recopilar datos en tiempo real, los cuales podrían ser analizados por algoritmos de IA para anticipar demandas de equipos o suministros antes de que sean requeridos.

En el área de la gestión de pacientes, los sistemas basados en IoT podrían monitorizar continuamente las condiciones médicas a través de dispositivos equipados con RFID, permitiendo intervenciones más rápidas y personalizadas. Además, la integración con redes de blockchain podría garantizar la trazabilidad y seguridad de los datos recolectados, mejorando la transparencia en la administración de medicamentos y tratamientos.

Esta sinergia también podría extenderse a la predicción de mantenimiento en equipos críticos, utilizando IA para analizar patrones de uso y determinar posibles fallos antes de que ocurran. Estas innovaciones apuntan a un futuro donde la tecnología RFID no solo optimice las operaciones actuales, sino que también habilite un ecosistema hospitalario más predictivo y resiliente.

La adopción de la tecnología RFID en el entorno hospitalario representa un cambio significativo en la forma de gestionar recursos y prestar atención médica. Su capacidad para mejorar la eficiencia operativa, aumentar la seguridad y reducir costos la convierte en una herramienta esencial para enfrentar los desafíos actuales del sector sanitario. Los hospitales que invierten en esta tecnología no solo optimizan sus operaciones, sino que también posicionan a sus equipos y pacientes en el centro de un ecosistema más seguro y eficiente.

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_005_0051 - Scale

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

www.aeih.org

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE INGENIERÍA HOSPITALARIA

Enlaces y archivos de interés

En esta sección de la página web de la AEIH podemos consultar los siguiente archivos:

BIBLIOTECA VIRTUAL. Contiene los artículos técnicos tal como fueron publicados en los Anuarios, clasificados por temas, listados en orden cronológico decreciente. Podemos "filtrar búsqueda" y 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.

ANUARIOS. En este enlace podemos consultar todo el contenido de los Anuarios publicados desde 2013 en formato pdf.

PUBLICACIONES. Publicación de Ingeniería Sanitaria se ha concebido como un periódico on line. Se edita mensualmente por Redacción Médica con la colaboración de la 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.

Publicación de INGENIERÍA SANITARIA

Cursos de formación on line sobre ingeniería y arquitectura hospitalaria

Organizados por Hospitecnia, están confeccionados por ingenieros y arquitectos independientes y algunos de ellos 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

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 periodos de matriculación será comunicada oportunamente por e-mail a los miembros de la AEIH.

Nuevos cursos

Electromedicina clínica aplicada: una formación técnica integral (60 horas).
Aspectos técnico-legales de instalaciones hospitalarias (15 horas).
Hacia Net Zero Energy Buildings: sostenibilidad y optimización de recursos (25 horas).
Smart hospitals: conceptos, experiencias y estrategias en edificios de alta complejidad (25 horas).
Experiencia del paciente: conceptos y metodologías para su implementación (15 horas).
Gemelo digital en infraestructuras complejas (25 horas).
Diseño arquitectónico de urgencias y radiología convencional (50 horas).

Cursos de largo recorrido

Prevención de la Legionella y control de la calidad del agua (40 horas).
Gases de uso medicinal en el ámbito sanitario. Una visión global (25 horas).
Licitador y licitante. Aspectos prácticos de la contratación (12 horas).
Protección contra incendios en hospitales y centros sanitarios (50 horas).
Maternidades siglo XXI: entornos arquitectónicos innovadores y humanizados (50 horas).
Diseño arquitectónico de Unidades de Hospitalización (50 horas - 2 ECTS).
Instalaciones eléctricas para edificios sanitarios. (25 horas).
Instalaciones en centros sanitarios (50 horas - 2 ECTS).
Quirófanos y otras salas de ambiente controlado (75 horas - 3 ECTS).
Cámaras Hiperbáricas para uso sanitario (25 horas).
Introducción a la gestión de equipamiento médico (75 horas - 3 ECTS).
Diseño arquitectónico del Bloque Quirúrgico y la UCI (50 horas - 2 ECTS).
Curso Tratamiento de agua en hospitales y centros sanitarios (12 horas).

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_005_0052 - Scale

42° Congreso Nacional de Ingeniería en el Sector de la Sanidad

Málaga, 8-10 de octubre de 2025

Mensaje del Presidente:

La ciudad milenaria de Málaga fundada por aquellos que vinieron del Medio Oriente denominados fenicios, que surcaron el mediterráneo con sus barcas de remo similares a la de nuestro logotipo, con su ancestral ojo que ahuyentaba los malos espíritus, y con el azul del mar mediterráneo y el anaranjado del sol por bandera. Encontraron un lugar debajo de un montículo y junto a un rio, en una bahía tranquila y majestuosa, tanto así, que decidieron fundar una ciudad a la cual denominaron Malaka en honor a su diosa de la fertilidad. Corría el año 770 A.C. Esta ciudad es por consiguiente una de las más antigua de occidente, rían se de ella ciudades más cosmopolitas en la actualidad las cuales no eran ni siquiera un poblado en aquella época. Esta ciudad fue creciendo y avanzando, por la cual pasaron cartagineses, bizantinos, romanos, vándalos, visigodos, árabes y castellanos. Puerto franco y muy importante del mediterráneo que a finales del siglo XIX y principio del XX se convirtió en la segunda ciudad más industrializada de España. Los avatares de la historia hicieron que toda esa industria desapareciera, pero como un ave fénix que resurge de sus cenizas resucitó en la década de los años 50 del pasado siglo haciendo de ese sol anaranjado que orientaba a los fenicios un lugar de remanso y paz donde el turista encontró su merecido descanso. Eso ha hecho que esta ciudad se convierta en una de las zonas más turísticas del planeta. Aun así, esta ciudad no se puede quedar ahí porque está en su genética el avanzar y superarse constantemente y por ello ha hecho que las nuevas tecnologías hagan de la ciudad un referente a nivel mundial y se aposenten en ella numerosas multinacionales de las nuevas tecnologías que han hecho de ella el estar en la vanguardia. Así pues, Málaga es una ciudad donde se conjuga tradición y modernidad.

Este crisol de culturas ha hecho que el Malagueño sea una persona abierta y haga sentirse al visitante de la ciudad como un malagueño más en su periodo de estancia en la misma.

En este marco incomparable se ha celebrado el 42 º Congreso de Nacional de Ingeniería en el Sector de la Sanidad, durante tres días del 8 al 10 de octubre del 2025, donde Málaga ha sido el epicentro de la ingeniería sanitaria a nivel nacional siendo el Palacio de Ferias y Congresos el punto de encuentro del mismo. Aún podemos escuchar los ecos del bullicio de la zona de stands comerciales, o de las salas de los auditorios que estaban abarrotadas de cientos de congresistas ansiosos de escuchar a los ponentes, o no digamos de las salas de comunicaciones llenas de congresistas animando a sus compañeros a ver quién conseguía el premio a la mejor comunicación. O ese patio central iluminado por ese sol del mediterráneo donde los compañeros se encontraban debatiendo y compartiendo conocimientos.

El Congreso se distinguió por una participación y producción científica sin precedentes. La cita congregó a más de 2.000 participantes entre profesionales, ponentes y empresas expositoras lo que confirma la vitalidad y el dinamismo del ecosistema de la Ingeniería Sanitaria. Estamos hablando del congreso más concurrido de la historia de la Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria, en el que Málaga se ha consolidado como sede de referencia. La celebración del Congreso en Málaga ha evidenciado la capacidad de la ciudad para acoger encuentros científicos de alto impacto, favoreciendo un entorno que impulsa la colaboración y la transferencia de conocimiento. Un Congreso más amplio e integrado, en el que el cambio de denominación ha marcado un antes y un después en esta 42.ª edición que abraza todas las áreas de la ingeniería sanitaria e integra, junto a la actividad hospitalaria, la atención primaria, la investigación, las emergencias y la salud pública.

La figura del ingeniero sanitario sale reforzada. El rol del ingeniero sanitario se reafirma como garante de la funcionalidad y la seguridad de los centros en cualquier circunstancia, aportando metodología, innovación y solvencia técnica al servicio del paciente y de los equipos asistenciales.

El Congreso será recordado como el marco de la presentación oficiosa del nuevo Hospital de Málaga, un proyecto que, por dimensiones y funcionalidad, aspira a convertirse en referente nacional en los próximos años.

Cabe destacar la excelencia de las comunicaciones orales. Destacaron, por su impacto y grado de innovación, las contribuciones en ingeniería biomédica y electromedicina. En cuanto a la eficiencia de la Ingeniería Hospitalaria se puso el foco en la eficiencia operativa a través de la ingeniería de infraestructuras: mantenimiento predictivo, gestión del ciclo de vida de activos, monitorización y automatización, eficiencia energética y sostenibilidad. Estas palancas se traducen en mayor seguridad del paciente, continuidad asistencial y optimización de costes. En conjunto, el Congreso reafirma el papel estratégico de la Ingeniería Sanitaria para una Sanidad más segura, eficiente e innovadora.

José Antonio Ponce Ranea
Presidente del Comité Organizador y Científico
42 º Congreso Nacional de Ingeniería en el Sector de la Sanidad
Málaga 2025

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_005_0053 - Scale

Crónica del 42° Congreso Nacional de Ingeniería en el Sector de la Sanidad

Málaga, 8–10 de octubre de 2025

Málaga 2025, ha acogido el 42º Congreso Nacional de Ingeniería en el Sector de la Sanidad, una nueva denominación del Congreso que persigue ampliar su ámbito de participación en el sector de la Sanidad, punto de encuentro para profesionales de tecnología sanitaria, fomentando el intercambio de experiencias y conocimientos.

La Sede

Málaga Con más de 580.000 habitantes, es la sexta ciudad más poblada del país. Su privilegiada localización en la Costa del Sol, su clima mediterráneo y su dinamismo económico la convierten en uno de los principales motores del sur peninsular. Málaga, en las últimas décadas, ha experimentado una profunda transformación urbana y económica, marcada por la modernización de infraestructuras y la apuesta por la innovación. Gracias a su capacidad organizativa, conectividad y atractivos culturales y turísticos, Málaga se consolida como una ciudad ideal para la celebración de congresos y eventos profesionales de primer nivel.

FYCMA, El Palacio de Ferias y Congresos de Málaga es el epicentro del conocimiento de Málaga, un punto de encuentro donde compartir experiencias, el máximo exponente de la relación de Málaga con el mundo, en encuentros profesionales, culturales y sociales. De una arquitectura vanguardista, dotado con los medios audiovisuales de la más avanzada y actual tecnología, cuenta con amplios espacios donde se han ubicado los stands de las empresas expositoras, amplios auditorios donde se han desarrollado las mesas temáticas de debate, así como salas de menor capacidad para la presentación de las comunicaciones orales.

El Congreso en cifras

El Congreso acogió una numerosa asistencia presencial de 1.365 congresistas inscritos, 530 delegados comerciales y 190 alumnos y profesores. El perfil profesional de los congresistas fue de un 50% en Ingeniería y Mantenimiento, 30% en Arquitectura, 10% en Dirección de Gestión, 8% en Electromedicina y Sistemas médicos y 2% de otros ámbitos.

En el aspecto comercial el Congreso contó con 127 empresas patrocinadoras, con 98 stands y 22 paneles póster en 8.500 m2 de exposición comercial.

El contenido científico fue ordenado por el Comité Científico en 15 mesas de debate con participación de 76 ponentes. Asimismo se programaron 6 talleres y 72 comunicaciones orales, 29 comunicaciones póster y 22 presentaciones de empresa.

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, corrió a su cargo el servicio de informática en salas y en secretaría de audiovisuales.

Acto inaugural

El Congreso se abrió el 8 de octubre por la tarde con la entrega de documentación a los congresistas inscritos, iniciándose las comunicaciones orales y los talleres.

El acto inaugural oficial tuvo lugar el 9 de octubre en el Auditorio nº 1 y fue presidido por Carlos Bautista Ojeda, Delegado Territorial de Salud y Consumo de Málaga, Junta de Andalucía, acompañado por José Luis López, Presidente de AEIH y por José Antonio Ponce, Presidente del 42º Congreso. En el mismo auditorio tuvo lugar la conferencia inaugural, bajo el título "Últimos 30 años de Ingeniería en el Sector de la Sanidad. Gestión y Sostenibilidad", una documentada exposición que corrió a cargo de José Luis Temes Montes, Director de Mestesa Asesoría Sanitaria.

Se abrió el área comercial donde se ofreció un cóctel de bienvenida a los presentes en este acto.

El Programa Científico

A continuación los auditorios acogieron las mesas de debate cada una con un argumento específico que definía su contenido, en relación al cual los participantes de la mesa expusieron sus respectivas ponencias. Los temas desarrollados en las mesas de debate fueron:

Mesa 1 – La Inteligencia Artificial en la Ingeniería Sanitaria.

Mesa 2 – Nuevo Hospital de Málaga.

Mesa 3 – Eficiencia energética de los edificios hospitalarios.

Mesa 4 – La Política y la Ingeniería en el sector de la Sanidad.

Mesa 5 – Asociaciones técnicas de Ingeniería Sanitaria.

Mesa 6 – Liderazgo de la Ingeniería Sanitaria en la gestión de equipos.

Mesa 7– Explotación de modelos BIM por operarios de mantenimiento.

Mesa 8 – Accesibilidad universal en el ámbito sanitario.

Mesa 9 – Perspectivas profesionales de la Ingeniería Sanitaria.

Mesa 10 – Instalaciones de Protonterapia.

Mesa 11 – Estrategias de ciberseguridad en instalaciones sanitarias.

Mesa 12 – Arquitectura e Ingeniería ante emergencias sanitarias.

Mesa 13 – Gases Medicinales – Una visión holística.

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_005_0054 - Scale

Mesa 14 – Arquitectura Sanitaria innovadora.

Mesa 15 – Electromedicina e Ingeniería biomédica.

Finalmente destacamos la importancia y el elevado número de comunicaciones libres, sobre los más variados temas, brillantemente presentadas por profesionales en activo en centros asistenciales y sistemas de salud de todas partes de España; una participación que nos ha acercado a experiencias concretas. Las presentaciones ordenadas por áreas temáticas incidieron en diversos aspectos de las instalaciones técnicas, Electromedicina, Legislación, Calidad, Inteligencia Artificial, Arquitectura y Obras. Aquellas comunicaciones que no pudieron tener cabida en las salas para presentación oral, fueron defendidas en las oportunas pantallas póster.

Asamblea de socios de la AEIH

Constituida y reunida en Málaga, el día 9 de octubre dentro de la Sede del 42º Seminario de Ingeniería Hospitalaria. Presidió el acto, el Secretario Javier Guijarro quien presentó y explicó las cuentas anuales, siendo aprobadas por unanimidad.

Dentro del Orden del Día, destacó en su intervención los convenios de colaboración que AEIH mantiene con empresas afines, entre las que mencionó Sanitaria 2000, Hospitecnia, Fenin, Real Academia de Ingeniería, Social Health, Sociedad Española de Medicina Preventiva, Salud Pública y Gestión Sanitaria, Federación Española de Empresas de Tecnología Sanitaria, Medical Forum.

Asimismo habló de las relaciones con instituciones como la Sociedad Española de Electromedicina, la Associaçao de Técnicos de Engenharia Hospitalar Portuguesa ATEHP y de la presencia internacional de AEIH como miembro de la International Federation of Hospital Engineering IFHE y su grupo europeo IFHE-EU.

El último punto del orden del día fue dar a conocer, en el ámbito de la Asamblea, la actividad de la Comisión Estratégica del Ingeniero Interno Residente (CEINIR). El grupo CEINIR formado por profesionales del ámbito sanitario, académico e institucional es un grupo abierto, que incorporará a nuevos miembros en las próximas semanas, para seguir trabajando en el ambicioso objetivo de crear un modelo práctico formativo de ingenieros sanitarios altamente cualificados y preparados para los desafíos de la asistencia sanitaria del futuro.

La propuesta de formación del denominado Ingeniero Interno Residente (INIR), plantea una formación estructurada y reglada para ingenieros (biomédicos, industriales, etc.) que cada vez más desarrollan su labor profesional en entornos clínicos, integrándolos en equipos sanitarios multidisciplinares. Si queremos hospitales seguros, sostenibles e innovadores, en la actual transformación digital y tecnológica del Sistema de Salud, necesitamos ingenieros con experiencia y competencias clínicas con formación práctica en el entorno real.

A lo largo de diversas sesiones de trabajo, celebradas en los últimos meses, el grupo CEINIR ha planteado un primer modelo de formación para el INIR, estructurado en diversas especialidades: Ingeniería Biomédica y Asistencial, Ingeniería Electromédica y Clínica, Ingeniería de Procesos y Calidad, Tecnologías de la Información y la Comunicación, Instalaciones Industriales Sanitarias, Proyectos y Obras. CEINIR está trabajando en un primer documento técnico normativo de base, partiendo de una propuesta de la Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria.

La creación de la figura del Ingeniero Interno Residente es un paso fundamental para garantizar una atención de calidad, segura e innovadora, potenciando la humanización de la tecnología y alineando la Ingeniería con la medicina personalizada y el futuro de la Sanidad.

Clausura

Tuvo lugar en el Auditorio 1 el 10 de octubre a las 14h, presidida por Francisco de la Torre Prados, Alcalde de Málaga. En este acto José Antonio Ponce, en calidad de Presidente de Congreso destacó el rotundo éxito del evento agradeciendo a los comités de organización y científico su dedicación y a los ponentes y comunicantes su valiosa aportación al programa científico.

Dentro del programa social, tuvo lugar la cena de clausura, imprescindible punto de encuentro de amigos y compañeros en un ambiente festivo y relajado, con un fin de fiesta amenizado por un brillante espectáculo, Imagine, una fusión mágica de circo, teatro y música, que fue muy aplaudido por los asistentes.

En el acto de Clausura fueron proclamados y entregados los premios a las mejores comunicaciones libres.

1º Premio: José Domingo Puñal – Hacia Hospitales autosuficientes: Implementación de un sistema multigeneración con renovables e hidrógeno verde.

2º Premio: Marga Carroño – Repensar la luz para humanizar: Intervención en una habitación tipo de la ampliación del Hospital Clínico de Valencia.

3º Premio: Julio Alonso – De la gestión al Quirófano: Un modelo de eficiencia administrativa y mejora asistencial a través de la digitalización mediante un sistema de radiofrecuencia.

Premio Póster: José Ignacio Álvarez – Plan específico de actuación ante emergencias en áreas críticas: Bloque quirúrgico.

A continuación la Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria rindió un homenaje a Javier Guijarro, con la imposición de una insignia de platino y zafiros, en reconocimiento a su entrega profesional a la Ingeniería Sanitaria y a su labor como Secretario General de la Asociación durante más de tres décadas, convirtiendo la AEIH en un referente de éxito en el ámbito de las asociaciones europeas de Ingeniería Sanitaria, tal como afirmó en su intervención J. Luis López, actual presidente, arropado en el estrado por los cuatro expresidentes que representan toda la historia de la Asociación. Javier Guijarro pronunció unas sentidas palabras de agradecimiento y manifestó que todo lo había hecho con ilusión y seguiría haciéndolo.

Finalmente se anunció la sede de Bilbao como punto de encuentro en 2026 para acoger el próximo 43º Congreso Nacional de Ingeniería en el Sector de la Sanidad.

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_005_0055 - Scale

Resumen de las noticias relevantes del sector hospitalario publicadas en 2025 en los boletines de hospitecnia

Septiembre 2025 – La geotermia emerge como alternativa de energía renovable en el Hospital de Viladecans

La geotermia, una fuente de energía surgida del calor del subsuelo para generar energía térmica y eléctrica, se abre paso en distintos proyectos en Catalunya. El Hospital de Viladecans es un ejemplo de ello y ya aprovecha la geotermia para la climatización del centro sanitario y el suministro de agua caliente. Los pozos de geotermia, de unos 150 metros de profundidad cada uno, aportan mejoras sustanciales en términos de ahorro energético, sostenibilidad y reducción de costes operativos.

El nuevo Hospital de Viladecans es el primer centro del Institut Català de la Salut, y el segundo de toda Catalunya, que se ha concebido bajo los parámetros de hospital verde. Está equipado con infraestructuras de producción de energía verde, como placas fotovoltaicas, geotermia, y sistemas de gestión BMS (Building Management Systems), que permiten monitorizar y optimizar la eficiencia energética facilitando su mantenimiento.

El centro también tiene sistemas de recuperación de frío y calor, maximiza la iluminación natural mediante elementos de control solar y dispone de estrategias para vincular la producción energética con la ocupación de espacios. Se trata de un edificio flexible diseñado para que pueda adaptarse a los avances tecnológicos ya las necesidades y evolución de la población durante su vida útil.

Julio 2025 – Madrid iniciará en 2026 la modernización del Hospital Gregorio Marañón con una inversión de 62 millones

Durante el Foro Salud, organizado por Nueva Economía Fórum, ha anunciado esta noticia la Consejera de Sanidad. Tendrá una inversión de más de 400 millones de euros en los próximos seis años y consistirá en la construcción de cinco infraestructuras, todos ellas en la parte del complejo próxima a la calle Doctor Castelo.

La fase 0 supondrá la ampliación de las dependencias de Radioterapia, con un nuevo edificio para alojar sus áreas administrativas y de protección, y un búnker en el sótano que contendrá un acelerador lineal. Además, se habilitarán los nuevos espacios que albergarán, entre otros servicios, la nuevas y ampliadas Urgencias del hospital. También se creará un nuevo muelle de carga en un nivel inferior, pero descubierto, que se habilitará para poder garantizar los suministros a todo el complejo durante la Fase 1 de su rehabilitación integral. Asimismo, se instalarán nuevas centrales de energía, que sustituirán a las existentes en el centro de la parcela, permitiendo satisfacer las necesidades del Hospital durante el proceso, así como construir el muelle.

Este ambicioso proyecto se sumará a las dos nuevas infraestructuras del Hospital Universitario Gregorio Marañón que han modernizado el complejo en los últimos años: El Centro Quirúrgico, inaugurado en noviembre de 2022; y el Hospital Oncológico, en marzo de 2023.

Junio 2025 – Arrancan las obras del nuevo Hospital de Cuidados Sierra Norte en Madrid

El nuevo Hospital de Cuidados y Recuperación Funcional Sierra Norte está pensado para atender, principalmente, a los cerca de 25.000 residentes del norte de la Comunidad de Madrid, dentro del Plan de Modernización de Infraestructuras Hospitalarias impulsado por la Consejería de Sanidad.

El centro ocupará una superficie de 10.500 metros cuadrados y estará ubicado junto al helipuerto de emergencias de Lozoyuela, muy próximo a la autovía A-1. Su diseño contempla dos bloques paralelos, separados por una zona ajardinada, lo que aportará un entorno más agradable para pacientes y profesionales. Además, contará con un edificio independiente pero conectado subterráneamente al complejo principal, que albergará una base del SUMMA 112 y una Unidad de Atención Domiciliaria.

El hospital dispondrá de unas 100 camas y sus habitaciones estarán diseñadas para ofrecer un ambiente acogedor y doméstico, alejándose del entorno clínico tradicional. Gracias a amplios ventanales que favorecen el confort de los pacientes, la luz natural será protagonista. La tecnología más avanzada y un equipo profesional altamente cualificado garantizarán la mejor atención. La innovación y la

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_005_0056 - Scale

sostenibilidad también son pilares fundamentales en este proyecto, sistemas de aislamiento de última generación, iluminación LED y soluciones inteligentes de climatización con el objetivo de mejorar la eficiencia energética del edificio.

Junio 2025 – Izado de bandera en Hospiten Madrid Boadilla: un hito hacia la excelencia sanitaria

El 22 de mayo 2025 se celebró el izado de bandera del futuro Hospital Universitario Hospiten Madrid Boadilla, cuya apertura está prevista para mediados de 2026.

Con una inversión cercana a los 200 millones de euros y una superficie edificable superior a los 55.000 m², el hospital dispondrá de 160 habitaciones y una distribución funcional pensada en la comodidad del paciente y la eficiencia operativa. Su arquitectura apuesta por la sostenibilidad, la humanización de espacios y la tecnología avanzada. El diseño combina fachadas de vidrio serigrafiado y chapa microperforada para optimizar la luz natural y mantener la privacidad. Además, el centro implementará sistemas de climatización por aerotermia y gestión energética inteligente. Con esta nueva infraestructura, el Grupo Hospiten consolida su presencia en la Comunidad de Madrid y refuerza su compromiso con la excelencia médica y la innovación en el ámbito hospitalario.

Mayo 2025 – Madrid pone en marcha la Ciudad de la Salud con la Unidad de Protonterapia

El Consejo de Gobierno de la Comunidad de Madrid ha autorizado dos licitaciones iniciales del que será un complejo biosanitario único en toda Europa. El proyecto de la Ciudad de la Salud será la sede del Hospital Universitario La Paz y la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Madrid. La Comunidad de la Madrid dedicará en total 1.000 millones de euros a la Ciudad de la Salud, que ofrecerá más de 550.000 metros cuadrados de superficie, duplicando la que ocupa hasta la fecha La Paz. Las obras comenzarán a finales de 2025, se realizarán en tres fases y está previsto que concluyan en 2032.

Se dispondrá de 1.140 camas y 49 quirófanos, entre ellos híbridos y con asistencia robótica para operaciones menos invasivas y de gran precisión. Además, contara con 692 plazas para usuarios: 243 para el hospital de día, 194 en UCI, y 255 de urgencias. La Unidad de Protonterapia estará terminada en 2026 y permitirá atender a pacientes oncológicos de la región y de áreas colindantes. Así, muchos pacientes se beneficiarán de una técnica que ofrece una precisión milimétrica frente a estas patologías y menor riesgo de desarrollo de tumores secundarios.

Esta futura infraestructura de la sanidad pública de Madrid se sumará a los equipos con los que ya cuenta en la actualidad el Hospital La Paz, que se convertirá en el primer centro sanitario de España en disponer de todas las técnicas de radioterapia para combatir el cáncer.

Mayo 2025 – Andalucía aprueba 355 millones más para el nuevo hospital de Málaga

El Consejo de Gobierno de la Junta de Andalucía ha aprobado un nuevo límite de gasto desde 2026 a 2032 para destinar, en total, 607.515.932,53 euros a la construcción del nuevo hospital de Málaga.

El nuevo hospital de Málaga representa mucho más que la construcción de un gran edificio sanitario, es una apuesta por transformar en profundidad la capacidad asistencial de la provincia malagueña y dar respuesta a las necesidades reales. Así, el futuro centro hospitalario contará con 815 habitaciones, una zona de urgencias con 31 consultas médicas, ocho de enfermería y 61 camas de observación. Además, tendrá 80 camas de UCI y un bloque quirúrgico con 48 quirófanos. Con respecto a las consultas externas, habrá 158 salas para las especialidades médicas y 38 para enfermería, así como un área específica destinada a la docencia y la investigación.

El diseño del nuevo hospital ha sido concebido también desde una perspectiva de humanización. Cada espacio ha sido pensado para mejorar la experiencia del paciente y favorecer el bienestar de las familias, incorporando criterios de confort, accesibilidad y cercanía que refuerzan la dimensión humana de los cuidados.

Mayo 2025 – Adjudicada la redacción del proyecto del nuevo Hospital de Atención Intermedia de Mataró

La Generalitat de Cataluña ha adjudicado la redacción del proyecto del nuevo Hospital de Atención Intermedia (HAI) de Mataró, el Centro que sustituirá al Antiguo Hospital Sant Jaume. El nuevo edificio se ubicará en frente del Hospital Universitario de Mataró, en unos terrenos cedidos por el Ayuntamiento que ahora mismo se usan como aparcamiento. El calendario fija que el proyecto ejecutivo debe estar terminado en mayo de 2026. El presupuesto total de la actuación es de 52 millones de euros (proyecto, obra y equipamiento).

El HAI de Mataró será el segundo mayor de Catalunya en atención intermedia, con casi 18 mil metros cuadrados de superficie construida.

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_005_0057 - Scale

Contará con 244 camas de internamiento y una gran área ambulatoria, en línea con el nuevo modelo de atención . El nuevo Hospital proporcionará recursos de internamiento de media estancia (para pacientes que requieren recuperación funcional y cuidados y pacientes con enfermedad crónica evolucionada o en fin de vida), así como recursos ambulatorios (hospitales de día, consultas externas y equipos de valoración y soporte asistencial).

Se prevé la posibilidad de conectar físicamente el HAI por una galería soterrada con el Hospital Universitari de Mataró. La proximidad entre ambos centros permitirá establecer sinergias y compartir servicios como cocina, informática, hostelería, logística o radiología.

Mayo 2025 – En marcha las nuevas Urgencias del Hospital Ernest Lluch

El Gobierno de Aragón ha autorizado en el Consejo de Gobierno la licitación de las obras para el nuevo bloque de Urgencias del Hospital Ernest Lluch de Calatayud, con una inversión total de más de 9 millones de euros (9.143.455,30 €, IVA incluido). Está previsto que los trabajos comiencen entre los meses de octubre y noviembre de este año, y las obras se prolongarán aproximadamente durante dos años.

Una reforma que triplicará el espacio actual. La inversión anunciada supera con creces los más de 6 millones inicialmente contemplados. Además de la reforma de Urgencias, está previsto acometer mejoras en eficiencia energética en el edificio hospitalario y la construcción de un helipuerto.

La intervención se llevará a cabo en dos fases consecutivas. En primer lugar, se levantará un nuevo edificio de 3.924 metros cuadrados; posteriormente, se remodelarán los 680 metros cuadrados correspondientes a las actuales instalaciones. Una vez concluidos los trabajos, el área de Urgencias contará con más de 4.600 metros cuadrados, lo que supone triplicar su superficie actual.

Un servicio esencial para el territorio. El área de Urgencias del Hospital de Calatayud atiende a unas 23.000 personas al año, lo que supone una media de 65 atenciones diarias. Con la ampliación, se modernizarán completamente las instalaciones, mejorando la organización y funcionalidad de los espacios.

Marzo 2025 – El nuevo proyecto de ampliación del Hospital Universitario de Cabueñes sumará una planta más de casi 3.000 metros cuadrados

La Consejera de Salud ha anunciado que el nuevo proyecto de ampliación del Hospital Universitario de Cabueñes sumará una planta más de casi 3.000 metros cuadrados de superficie, además de las zonas grises: laboratorio, farmacia, esterilización y hemodiálisis, todas ellas áreas que no estaban previstas en el plan de trabajo anterior.

La redacción del futuro proyecto exige un nuevo contrato y, para formalizarlo es preciso disponer de información sobre el estado actual de los trabajos. Y poder elaborar el pliego de condiciones para licitar la redacción del nuevo proyecto. Para acortar tiempos, la consejería convocará próximamente al equipo de trabajo encargado de definir el anillo de circunvalación que regulará la movilidad en el entorno sanitario de Cabueñes. Paralelamente, el Principado trabaja en otras dos actuaciones fundamentales para favorecer la actividad en el hospital universitario gijonés: el nuevo aparcamiento y el traslado de la Facultad de Enfermería.

Respecto al futuro parking, Salud ya ha anunciado que su construcción se desvinculará del proyecto de la ampliación del hospital. En cuanto al traslado de la Facultad de Enfermería a la Universidad Laboral, se está avanzando en el diseño del plan funcional junto con la dirección del centro y está previsto sacar a licitación la redacción del proyecto este año e iniciar las obras el próximo.

Marzo 2025 – El Hospital Universitario Costa del Sol inicia la actividad del bloque quirúrgico general en el nuevo edificio de la ampliación

El Hospital Universitario Costa del Sol inicia la actividad del bloque quirúrgico general en el segundo de los dos nuevos espacios quirúrgicos que alberga el edificio de la ampliación.

Con la liberación de los espacios en el antiguo hospital se continuará con la última fase del proyecto de ampliación que recoge acciones como: ampliación del área de urgencias y de la UCI, remodelación de la zona de consultas externas del edificio antiguo; ampliación del área de partos y de hospitalización; y ampliación del área de endoscopias de digestivo y neumología, entre otras.

Este proyecto conlleva la construcción de dos edificios nuevos; uno de uso hospitalario y otro administrativo . Entre ambos incrementan la superficie construida en cerca de 39.000 m². Por otro lado, también lleva consigo la reforma de 7.000 m² del edificio existente destinados principalmente a procesos hospitalarios y críticos. Así la superficie del conjunto de todos los tres edificios asciende a un total de 90.426,78m². La ampliación del Hospital Universitario Costa del Sol responde al compromiso de proporcionar a la población de la Costa del Sol Occidental una atención que priorice la cercanía y la asistencia humanizada.

Febrero 2025 – Nuevo reconocimiento internacional al Hospital Doctor Muñoz Cariñanos

Ha sido la propuesta mejor valorada como remodelación hospitalaria de

1817-25-0475-ANUARIO-ING-HOSPITALARIA-2025-DI_005_0058 - Scale

Europa de la última década. En 2025 se han cumplido 10 años de la organización de estos premios y los organizadores (SALUS Global Knowledge Exchange y Architects for Health) han promovido un evento conmemorativo para premiar los mejores proyectos de la década. El pasado 13 de febrero se celebró el evento en el Kings Found de Londres. De los 3 finalistas de su categoría, el Hospital Doctor Muñoz Cariñanos ha resultado ganador siendo reconocido y valorado por ser una muestra de innovación y tenacidad desde los inicios hasta su ejecución durante la pandemia en condiciones de extrema complejidad, logrando entregar un proyecto de alta calidad y desarrollar un programa para regenerar una zona importante para la comunidad a varias escalas.

El pasado año la intervención en el antiguo hospital militar de Sevilla también recibió el primer premio de la European Healthcare Design 2024 en la categoría de "Diseño para adaptación y transformación de un hospital" en un acto celebrado en el Royal College of Physicians de Londres. Estos premios, comisionados por la fundación Mies van der Rohe, son uno de los mayores reconocimientos en arquitectura internacional.

Febrero 2025 – Sanidad comienza la construcción del Centro de Protonterapia de la Comunitat Valenciana

La Conselleria de Sanidad comienza la construcción del Centro de Protonterapia de la Comunitat Valenciana. El edificio, que ocupará 5.500 m², se construye en una parcela ubicada junto al Hospital La Fe y estará conectado subterráneamente con el servicio de Oncología Radioterápica del hospital.

La protonterapia es un tratamiento más preciso y menos invasivo, que aporta mejor distribución de la dosis y, por tanto, menor irradiación de los tejidos sanos y menor riesgo de efectos radioinducidos, indicado especialmente para pacientes oncológicos pediátricos; así como para tumores de difícil acceso.

La Conselleria de Sanidad ha adjudicado la obra del nuevo edificio por 21,5 millones de euros. A esta inversión hay que sumar los 25 millones de euros del coste del equipo de protonterapia que dona la Fundación Amancio Ortega.

La previsión es que tanto la obra como la instalación del equipamiento finalice a finales de mayo de 2027 y tras dos meses para la calibración y comprobación de los equipos, a finales de julio o principios de agosto de 2027 pueda tratarse el primer paciente.

Febrero 2025 – Comienza la segunda etapa de construcción del nuevo edificio principal del Hospital Joan XXIII

El Hospital Universitario Joan XXIII de Tarragona inicia la construcción del nuevo edificio hospitalario principal. Esta segunda fase tiene un plazo de ejecución previsto de 40 meses y un presupuesto total de 214.819.887,91 euros, que comprende tanto la arquitectura como las instalaciones. La ampliación prevé incorporar aproximadamente 80.000 metros cuadrados a las instalaciones actuales, una inversión que permitirá dotar al hospital de nuevos espacios modernos y funcionales, adaptados a las necesidades futuras.

Durante este primer año, se llevarán a cabo los trabajos de cimentación y construcción de los muros de contención, que serán la base para levantar el nuevo edificio principal , donde se ubicarán las plantas de hospitalización, el bloque quirúrgico, las áreas ambulatorias y otros servicios esenciales. Paralelamente, comenzarán las obras en el vial técnico para construir la nueva central de energías y el centro del Sistema de Emergencias Médicas (SEM).

Este proyecto representa un salto cualitativo para el Hospital Joan XXIII, que consolidará su papel como centro de referencia en la demarcación de Tarragona. Con la ampliación, el hospital continuará respondiendo a las crecientes necesidades de la población.

Enero 2025 – El Consejo General de Ingenieros Industriales crea la Comisión de Ingeniería Médico Sanitaria

En un paso importante hacia la consolidación de la ingeniería sanitaria en España, la Junta de Decanos del Consejo General de Colegios Oficiales de Ingenieros Industriales ha aprobado la creación de una Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Nos dará la fuerza necesaria para alcanzar acuerdos estratégicos con el Ministerio de Sanidad, algo fundamental para integrar el conocimiento y la innovación tecnológica en el sistema sanitario. La creación de esta Comisión surge en un contexto de plena expansión de la ingeniería médica y sanitaria. Aunque el número de ingenieros industriales especializados en este ámbito, ha ido en aumento en los hospitales, todavía no existe un marco nacional que regule su integración en las plantillas orgánicas de los centros sanitarios.

La Comisión apostará por tres áreas fundamentales: la colaboración con profesionales de la salud, la industria y el gobierno, así como la formación de especialistas en ingeniería médica y sanitaria para cubrir la creciente demanda en el sector. Además, la nueva Comisión Nacional reforzará la relación con organizaciones como la Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria (AEIH), entidad de referencia en el sector, con la que ya existe una fuerte sinergia.