



H

GUÍA DE GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES HOSPITALARIAS

En colaboración con:

 **agenor**

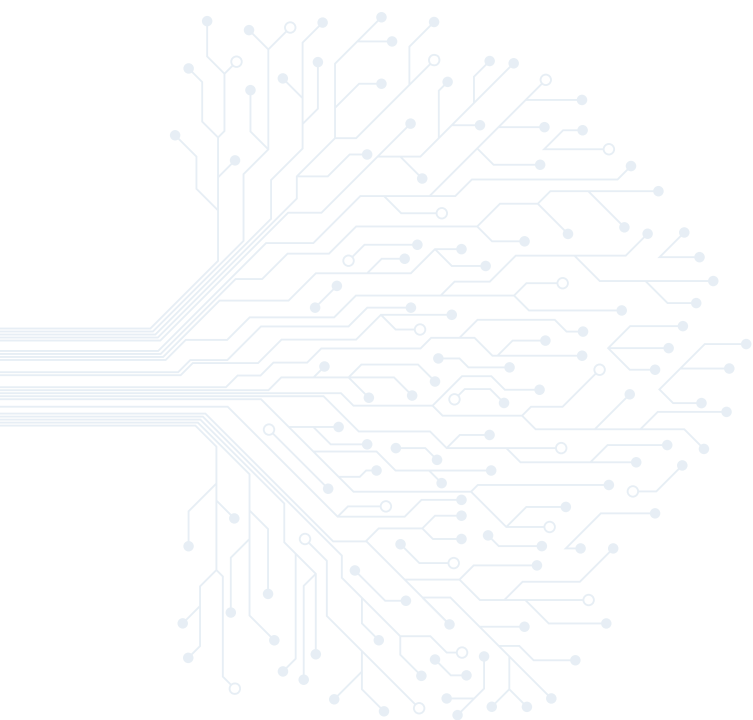
 **Air Liquide**
HEALTHCARE

ANTARES
consulting 

 **CARBUROS MEDICA**
Grupo Air Products

ferrovial

GEE 
GRUPO EMPRESARIAL ELECTROMÉDICO



El contenido de esta guía no podrá ser reproducido,
ni total ni parcialmente, sin el previo permiso escrito
de los propietarios.

Todos los derechos reservados

© Copyright 2021

Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales
de Madrid

C/ Javier Ferrero, 10 28002 Madrid.

91 531 55 83

Edición: Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros
Industriales de Madrid

Diseño y maquetación: Clover Soluciones Globales de
Marketing, S.L.

Depósito legal: M-25376-2021

Para cualquier información sobre esta guía contactar
con comunicacion@coiim.org

Citar como:

Guía de gestión y mantenimiento de instalaciones
hospitalarias. Madrid: COIIM y AIIM; 2021

DIRECTORA DE LA GUÍA

Laura-Andrea Gómez Delgado. Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.

REDACTORES

Juan Aunió Villa. Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.

Joan Barrubés Sol. Socio director en Antares Consulting.

Miguel Bayo Acero. Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.

Beatriz Blanco Burguillo. Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.

Ana Cabrero López. Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.

Juan Manuel Cerezo Ruiz. Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.

Ángel Colao Patón. New Services Manager – Europe Hospital Cluster en Air Liquide.

Juan Bautista Godoy Prieto. Jefe de Ingeniería y Mantenimiento del Hospital 12 de Octubre.

Andrés Gómez Blanco. Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.

Emilio González Gaya. Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.

Carlos Jiménez Alonso. Presidente de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.

David Lois Vázquez. Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.

Pedro Manuel López Redondo. Presidente de la Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria. Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid

Juan Morillo-Velarde. Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid

María Muñoz Hernando. Ingeniera Biomédica. Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares (CNIC).

David Peña Martín. Ingeniero en Organización Industrial. Responsable de Instalaciones del Hospital Universitario de Móstoles.

Luis Regacho González. Director General en Regacho Ingeniería Clínica S.L.

Juan Manuel Rodríguez Exojo. Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid

María Ángeles Rodríguez Exojo. Ingeniera Técnica Industrial en el Hospital La Cruz Roja.

David Sanz Alemán. Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid

Luis Talavera Martín. Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid

Carmen Vázquez Cáceres. Secretaria técnica de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.

ÍNDICE

1. PREÁMBULO E INTRODUCCIÓN	10
2. LA RELEVANCIA DE LAS INSTALACIONES EN EL FUNCIONAMIENTO DEL HOSPITAL	12
3. TIPOLOGÍA	16
3.1. Electricidad	16
3.1.1. Introducción	16
3.1.2. Acometida de alta tensión y centro de transformación	18
3.1.3. Cuadro general de baja tensión y distribución	19
3.1.4. Baterías de condensadores	22
3.1.5. Sistemas de alimentación ininterrumpida	22
3.1.6. Iluminación	23
3.1.7. Red de tierras	24
3.1.8. Pararrayos	24
3.1.9. Mantenimiento instalación eléctrica de un hospital	24
3.1.9.1. Introducción al mantenimiento preventivo	24
3.1.9.2. Conceptos generales	24
3.1.9.3. Operaciones de mantenimiento preventivo en quirófanos	25
3.1.9.4. Operaciones de mantenimiento preventivo por entidades de control	26
3.2. Climatización	26
3.2.1. Introducción	26
3.2.2. Diseño de las instalaciones de climatización	26
3.2.3. Tipología de sistemas de climatización	31
3.2.4. Mantenimiento instalación de climatización en un hospital	34
3.2.4.1. Mantenimiento preventivo	34
3.2.4.2. Conceptos generales	34
3.2.4.3. Operaciones de mantenimiento preventivo en quirófanos	35
3.2.4.4. Operaciones de mantenimiento preventivo por entidades de control	39
3.3. Gases medicinales	40
3.3.1. Introducción	40
3.3.2. Distribución de gases medicinales y productos sanitarios	41
3.3.2.1. Distribución de gases medicinales y productos sanitarios mediante botellas	41
3.3.2.2. Distribución de gases medicinales canalizados	41
3.3.2.3. Distribución de gases medicinales y productos sanitarios mixtos	42

3.3.2.4. Otros sistemas de distribución	44
3.3.3. Parámetros de diseño	45
3.3.3.1. Sistema de distribución de reducción simple	46
3.3.3.2. Sistema de distribución de doble reducción	47
3.3.3.3. Puntos críticos	47
3.3.4. Mantenimiento	48
3.3.4.1. Mantenimiento de centrales de gases	48
3.3.4.2. Mantenimiento de equipos a presión	48
3.3.4.3. Mantenimiento de equipos de vacío	49
3.3.4.4. Mantenimiento de redes de gases	49
3.4. Agua caliente sanitaria	50
3.4.1. Introducción	50
3.4.2. Diseño del sistema de distribución de ACS	50
3.4.2.1. Dimensionado de las redes de impulsión	51
3.4.2.2. Dimensionamiento de los tramos	51
3.4.2.3. Dimensionado de las redes de retorno de ACS	51
3.4.2.4. Comprobación de la presión	52
3.4.2.5. Generalidades	52
3.4.3 Componentes de la instalación	54
3.4.4. Medidas de ahorro en el agua caliente sanitaria	57
3.4.5. Mantenimiento prevención y control de la legionella	57
3.4.6. Puntos críticos	60
3.5. Tecnologías de la información y comunicación	61
3.5.1. Introducción	61
3.5.2. Diseño de la red de comunicaciones	62
3.5.2.1. Subredes y gestión del tráfico	62
3.5.2.2. Comunicación inalámbrica como estándar	63
3.5.2.3. Visión holística de la red	64
3.5.2.4. Adaptar el core de red	64
3.5.2.5. Disponer de una herramienta de gestión de red centralizada	64
3.5.2.6. Ofrecer servicios de conectividad a usuarios externos	64
3.5.2.7. Extender los servicios de conectividad más allá de las paredes del hospital	65
3.5.3. Mantenimiento de la red de comunicaciones	65
3.5.4. Puntos críticos	66
3.6. Protección contra incendios	67
3.6.1. Introducción	67
3.6.2. Diseño de la instalación de protección contra incendios	68
3.6.2.1. Sectorización	68

3.6.2.2. Evacuación	69
3.6.2.3. Extinción de incendios	70
3.6.3. Componentes de la instalación de protección contra incendios	71
3.6.4. Mantenimiento	72
3.7. Salas especiales	73
3.7.1. Introducción	73
3.7.2. Quirófanos	73
3.7.2.1. Diseño de las instalaciones del BQ	74
3.7.2.2. Funcionamiento del quirófano fuera de horas de servicio	76
3.7.3. Unidad de Cuidados Intensivos (UCI)	76
3.7.3.1. Características de la UCI	76
3.7.3.2. Diseño de las instalaciones de UCI	77
3.7.4. Unidad de Cirugía Mayor Ambulatoria (UCMA)	78
3.7.5. Unidad de Reanimación (REA)	79
3.7.6. Laboratorios/ Salas blancas	79
3.7.7. Mantenimiento de las salas especiales	80
3.7.7.1. Validación de salas especiales	80
3.8. Transporte neumático	83
3.8.1. Introducción	83
3.8.2. Diseño del sistema	85
3.8.3. Funcionalidades adaptables a los sistemas	86
3.9. Transporte vertical	87
3.9.1. Introducción	87
3.9.2. Diseño, funcionalidades y control	87
3.9.2.1. Aproximación a los parámetros de diseño	87
3.9.2.2. Maniobras especiales	88
3.9.2.3. Sistemas de monitorización y control	89
3.9.3. Tipología	89
3.9.3.1. Clasificación según el modo de accionamiento	89
3.9.3.2. Clasificación por el campo de utilización	90
3.9.3.3. Clasificación por la naturaleza del hueco	90
3.9.4. Mantenimiento	91
3.9.5. Puntos críticos	92
3.10. Centro de procesamiento de datos	92
3.10.1. Introducción	92
3.10.2. Parámetros de diseño	93
3.10.2.1. Protección física	93

3.10.2.2. Suministro eléctrico	94
3.10.2.3. Instalaciones de Climatización	94
3.10.2.4. Instalaciones de racks y cableado	95
3.10.3. Arquitectura del CPD	96
3.10.3.1. Sistemas informáticos del CPD	96
3.10.3.2. Almacenamiento	96
3.10.3.3. Comunicaciones	97
3.10.4. Instalaciones de seguridad	97
3.10.4.1. Restricciones físicas	97
3.10.4.2. Gestión de cambios	97
3.10.4.3. Monitorización	98
3.11. Centro de control de instalaciones	99
3.11.1. Introducción	99
3.11.2. Tipologías de sistemas de control, gestión y supervisión	100
3.11.2.1. Subsistemas	100
3.11.2.2. Integración de subsistemas	101
3.11.2.3. Protocolos de comunicación	101
3.11.2.4. Arquitecturas multi-emplazamiento	101
3.11.3. Descripción sistemas de control	102
3.11.3.1. Nivel 3: Elementos de campo	103
3.11.3.2. Nivel 2: Controladores distribuidos	103
3.11.3.3. Nivel 1: Puesto central y estaciones de trabajo	104
3.11.3.4. Nivel 0: La nube	104
3.11.4. Parámetros de diseño	105
3.11.5. Puntos críticos.	106
3.11.6. Mantenimiento tradicional	107
3.11.7. Transformación digital (nivel 0)	107
4. LA GESTIÓN INTEGRAL DE LAS INSTALACIONES	108
4.1. Diseño y ejecución de las instalaciones de un hospital	108
4.1.1. Aspectos generales	108
4.1.2. Instalaciones eléctricas	108
4.1.3. Instalaciones de climatización	110
4.1.4. Gases medicinales	110
4.1.5. Sistemas contraincendios	111
4.1.6. Instalaciones de equipamiento tecnológico	111
4.1.7. Otras instalaciones	112

4.2. Mantenimiento por gestión y mantenimiento asistido por ordenador	113
4.2.1. Introducción	113
4.2.2. Beneficios y necesidad de utilización del sistema GMAO	115
4.2.3. Claves de los sistemas GMAO. Procesos y Funciones	116
4.2.4. Funciones básicas de un sistema GMAO	117
4.2.4.1. Gestión del inventario	117
4.2.4.2. Gestión del mantenimiento	118
4.2.4.3. Gestión de órdenes de trabajo	118
4.2.4.4. Datos de una orden de trabajo	118
4.2.4.5. Mantenimiento programado	118
4.2.4.6. Mantenimiento correctivo	119
4.2.4.7. Avisos	119
4.2.4.8. Gestión de materiales/almacén	119
4.2.4.9. Gestión de recursos humanos	119
4.2.5. Principales procesos de un sistema GMAO	119
4.2.6. La Gestión de conocimiento aplicada a la gestión de mantenimiento	120
4.2.7. Implantación de un sistema GMAO: Proyecto, metodología y otros aspectos a tener en cuenta.	122
4.3. Eficiencia energética en instalaciones hospitalarias	123
4.3.1. Introducción	123
4.3.2. Sistemas de gestión energética	124
4.3.3. Medida y verificación de ahorros	126
4.3.4. Las empresas de servicios energéticos	127
4.3.5. Modelos de contratos de garantía de ahorro	128
4.3.5.1. ¿Qué es un contrato de garantía de ahorro?	128
4.3.5.2. Financiación y tratamiento contable	129
4.3.5.3. Modelos de contratos de garantía de ahorro	129
4.3.6. Marco normativo sector público. Implantación en hospitales	132
4.3.6.1. Fundamentación jurídica	132
4.3.6.2. Implantación en hospitales	133
4.4. Gestión de la calidad	134
4.4.1. Concepto de calidad	134
4.4.2. Identificación de requisitos de calidad para las instalaciones	134
4.4.3. La gestión por procesos en las instalaciones	135
4.4.4. Satisfacción del cliente	136
4.4.5. Mejora continua de la calidad en la gestión de instalaciones	136
4.4.6. La función de mantenimiento de instalaciones y la gestión de la calidad	137

4.4.7. Caso de estudio: Elaboración del procedimiento de mantenimiento hospitalario en un sistema de gestión	137
4.4.7.1. Familia de normas UNE-EN ISO 9000	137
4.4.8. El sistema de gestión de calidad en un hospital	139
4.4.9. Procedimiento de mantenimiento hospitalario	140

5. LEGISLACIÓN 142

5.1. Electricidad	142
5.2. Climatización	143
5.3. Gases medicinales	144
5.4. Agua caliente sanitaria	145
5.5. Salas especiales	146
5.5.1. Quirófanos	146
5.6. Centro de procesamiento de datos	147

6. BIBLIOGRAFÍA 149

7. LISTA DE FIGURAS, TABLAS Y ESQUEMAS 150

1. PREÁMBULO E INTRODUCCIÓN

La gestión de las infraestructuras e instalaciones suele ser la gran olvidada dentro de la gestión sanitaria, pues no tiene gran visibilidad dentro del proceso asistencial, pero como proceso de apoyo es determinante. Los gestores sanitarios suelen ver el mantenimiento de las mismas como un gasto más que como una inversión, siendo todo lo contrario a lo que ocurre en el sector industrial.

Las instalaciones pueden influir de una manera decisiva en el desarrollo de las actividades asistenciales dentro de un hospital. Hoy en día es impensable que un centro sanitario, pueda quedarse sin suministro eléctrico, de agua o incluso sin gases medicinales, siendo cualquiera de ellas condición indispensable para el ejercicio de la actividad sanitaria.

El correcto mantenimiento de las instalaciones es fundamental para poder asegurar la disponibilidad y fiabilidad de estas, así como alargar el ciclo de vida en un entorno de máxima seguridad. Es por ello, por lo que la gestión del mantenimiento es de vital importancia no sólo en términos de seguridad, fiabilidad y disponibilidad, sino también a nivel presupuestario y de viabilidad del propio hospital.

Asimismo, hoy en día prácticamente todos los hospitales disponen de un sistema de gestión de instalaciones que, en menor o mayor medida, dan información y gestionan, al menos, las centrales de producción de agua fría, caliente y ACS. El desarrollo tecnológico de los últimos años ha dado lugar a nuevas herramientas de menor coste y con mayor facilidad de implantación que permiten, no sólo gestionar de manera tradicional, sino que también nos dan la posibilidad de poder adelantarnos a las necesidades del hospital. Ello es posible mediante la integración de algoritmos predictivos y módulos específicos de gestión técnica en los sistemas de gestión centralizados.

Es por todo lo anterior, que desde la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria (CIMyS) del Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid, hemos dado el paso para acometer esta guía y poder contribuir con nuestras experiencias y conocimientos a la gestión de instalaciones hospitalarias.

Me gustaría agradecer la inestimable colaboración de los profesionales de reconocido prestigio en el sector de la ingeniería hospitalaria que, aun no siendo vocales de CIMyS, han aportado su conocimiento y experiencia de forma absolutamente desinteresada, dando un valor añadido al resultado final obtenido.

Laura-Andrea Gómez Delgado

Directora de la guía. Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria del COIIM y AIIM

Tengo la gran satisfacción de poder presentar esta Guía de Gestión de Instalaciones Hospitalarias, fruto del trabajo y el esfuerzo de sus autores que, a pesar del día a día y de la presión que sufrimos continuamente los ingenieros hospitalarios, han logrado completar esta valiosísima herramienta que será de gran utilidad como referencia técnica.

La ingeniería hospitalaria sólo puede entenderse como la aplicación de múltiples facetas de la ingeniería que encajan en el puzzle de las peculiaridades y necesidades concretas que se plantean en un hospital moderno y este trabajo, al igual que otros ya publicados en ámbito de la ingeniería hospitalaria, supone un nuevo paso hacia la consolidación de nuestra especialización hospitalaria en el campo de la ingeniería.

La evolución de las instalaciones hospitalarias ha sido espectacular en los últimos años. El nuevo paradigma que ha supuesto la atención al paciente crónico y la aceleración de la innovación de la tecnología médica ha introducido a su vez, nuevas y más estrictas exigencias en el diseño y en el control de las instalaciones por la mayor vulnerabilidad de este tipo de pacientes.

Por otra parte, la evolución de las TIC y el equipamiento electromédico, cada vez más complejo, hacen que la continuidad del funcionamiento y la fiabilidad de las instalaciones sea vital. Así que, de manera similar a un avión, el fallo en alguno de sus sistemas puede poner en peligro a sus pasajeros que, en este caso, en lugar de estar en el aire, están sujetos a una máquina y a unas instalaciones que les mantienen con vida.

Tradicionalmente, los profesionales de la ingeniería hospitalaria han desarrollado su trabajo en isla, en sus centros de trabajo, solucionando con su ingenio, conocimientos y experiencia los problemas y retos que van surgiendo. Sin duda, somos una minoría reducida en un mundo de sanitarios, pero a pesar de ello, el intercambio de experiencias con él boca a oído y la realización de eventos profesionales como el Seminario Nacional de Ingeniería Hospitalaria, han permitido mejorar la expansión de este conocimiento. Además, esta guía, sin duda marca un hito de gran trascendencia y efectividad al mejorar enormemente la difusión de ese conocimiento y experiencia entre todos los técnicos que trabajamos en este sector.

Para terminar, solo me queda agradecer a los autores el esfuerzo realizado y animar a todos, compañeras y compañeros, a escribir y compartir sus experiencias, bien sea en nuestros foros técnicos, o bien en documentos y trabajos como el que nos ocupa en esta ocasión.

Pedro Manuel López Redondo

Presidente de la Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria

2. LA RELEVANCIA DE LAS INSTALACIONES EN EL FUNCIONAMIENTO DEL HOSPITAL

UN SISTEMA COMPLEJO COMPUESTO DE MÚLTIPLES SUBSISTEMAS INTERRELACIONADOS

El hospital, en tanto en cuanto es una infraestructura sanitaria, puede entenderse como un edificio cuya finalidad es la “producción” de cuidados para restablecer la salud de las personas con enfermedades.

El hospital se caracteriza por la diversidad de usos que alberga en su interior, y que todos son necesarios para realizar su finalidad sanitaria: asistencial, administrativo, docente, investigador, servicios, etc. Y todos estos diferentes usos están relacionados entre sí.

En este sentido, los hospitales pueden ser descritos como un sistema compuesto a su vez de subsistemas: hospitalización, consulta externa o tratamientos ambulatorios, ayudas diagnósticas, apoyo y usos administrativos, entre otros. El diseño espacial (arquitectura) y de instalaciones (ingeniería) juegan un papel fundamental para asegurar un funcionamiento adecuado de las complejas relaciones funcionales entre todos estos subsistemas.

De hecho, el papel de las instalaciones es tan esencial que, en el presupuesto de construcción de un hospital, el porcentaje de obra civil suele ser similar al que suponen las instalaciones.

La importancia de las instalaciones en el funcionamiento del hospital puede expresarse en los siguientes aspectos:

1. Asegurar la disponibilidad permanente del uso del hospital.
2. Garantizar las condiciones de seguridad de usuarios y profesionales.
3. Facilitar el confort de los pacientes durante su estancia en el hospital.
4. Facilitar la adaptabilidad y flexibilidad de usos.
5. Optimizar el consumo de recursos de la infraestructura y sus instalaciones.

ASEGURAR LA DISPONIBILIDAD PERMANENTE

Las instalaciones del hospital deben asegurar el óptimo funcionamiento del mismo 24 horas al día durante los 365 días del año y, para ello, es necesario verificar y tener en cuenta los siguientes aspectos:

- > Uso continuado de las instalaciones.
- > Flujo de suministros constante.
- > Mantenimiento preventivo y reactivo sin afectaciones en la actividad asistencial.
- > Prevención de crisis y análisis de vulnerabilidad de las instalaciones.

En el hospital conviven diversos flujos de actividad de pacientes con ritmos de trabajo diferentes. Así, podemos destacar fundamentalmente dos tipos de usuarios: los pacientes de carácter ambulatorio, con consultas y procedimientos diagnósticos o terapéuticos concentrados generalmente de lunes a viernes en horario diurno. Además, hay que tener en cuenta que los pacientes hospitalizados, permanentes las 24 horas del día en el hospital y los de pacientes de urgencias, con actividad de diagnóstico y terapéutica las 24 horas del día durante los 365 días del año. Por lo tanto, el diseño y funcionamiento de las instalaciones deben asegurar que se puede dar respuesta a estos distintos ritmos de actividad, lo que conlleva combinar un uso continuado con picos de actividad importantes durante el horario diurno.

Como consecuencia de lo anterior, las complejas infraestructuras hospitalarias requieren de un suministro permanente de electricidad, agua potable, de servicios de eliminación de residuos líquidos y sólidos, de servicios de comunicación; así como de un aprovisionamiento continuo de productos farmacéuticos, equipos electromédicos, gases medicinales, químicos y combustibles vitales para su correcto funcionamiento.

Asimismo, la disponibilidad permanente supone un reto importante en el diseño de la estrategia y las actuaciones de mantenimiento. Ello requiere un equilibrio adecuado en la asignación de recursos para el mantenimiento preventivo y correctivo, así como una valoración adecuada de las necesidades de intervención por perfil de instalaciones, puesto que tienen un grado distinto de importancia en la actividad sanitaria, y pueden originar distintos niveles de impacto en la asistencia en caso de fallo. El objetivo de una buena optimización de recursos de mantenimiento consiste en tener el conocimiento adecuado de las instalaciones y su impacto, para hacer una asignación eficiente y oportuna de los recursos existentes para el mantenimiento de los equipos. También hay que asegurar la disponibilidad operativa, es importante disponer de un diseño de instalaciones que facilite un acceso diferenciado a las mismas, de tal manera que no interfiera el funcionamiento asistencial.

Una de las enseñanzas adquiridas por los servicios de ingeniería de los hospitales durante la pandemia y el paso de la borrasca Filomena, fue la necesidad de disponer de un análisis de vulnerabilidad de las instalaciones para en caso de necesidad, llevar a cabo las acciones correctoras que garanticen la continuidad asistencial y la seguridad de pacientes y trabajadores en todo momento y bajo cualquier circunstancia.

GARANTIZAR LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD DE USUARIOS Y PROFESIONALES

Las instalaciones han de garantizar las condiciones de seguridad tanto de los usuarios como de los profesionales durante el proceso de asistencia sanitaria, especialmente en relación con las condiciones de limpieza y esterilidad: calidad del aire y control de infecciones, seguridad eléctrica y protección contra incendios.

La naturaleza de las propias actividades asistenciales exige que determinados actos se hagan en zonas con condiciones de esterilidad (las llamadas zonas limpias), por lo que en estas áreas el papel de las instalaciones es crítico para asegurar dichas condiciones.

Las instalaciones juegan también un papel fundamental en la reducción del riesgo de transmisión de infecciones por vía aérea, mediante el adecuado control de la calidad del aire. En un centro sanitario las personas que ingresan lo hacen a menudo en situación de inmunosupresión, siendo el nivel de calidad de aire interior un factor muy importante a tener en cuenta en la evolución de su proceso curativo.

Cuando se hace referencia a la calidad del aire interior en los centros sanitarios es importante recordar que en el hospital intervienen múltiples factores a considerar tanto en su diseño, como en su construcción y su mantenimiento: la ubicación del edificio, el diseño y el dimensionamiento de los espacios, la interrelación entre cada uno de ellos, el diseño y dimensionamiento de todas las instalaciones, incluidas las de aportación y tratamiento del aire, la elección de los materiales de revestimiento, etc. Todos estos factores deben tener un denominador común: la bioseguridad de los pacientes y del personal sanitario que trabajan en ellos.

La instalación eléctrica es también una instalación compleja puesto que las necesidades eléctricas de los distintos servicios son muy elevadas y específicas, pero también por los elevados márgenes de seguridad con que tiene que dotarse. Aparte de las condiciones generales de calidad, la instalación eléctrica en el hospital tiene que cumplir:

1. Que esté bien sectorizada, permitiendo una relación clara entre la instalación y las áreas que sirve.
2. Que funcionen con rapidez y seguridad las distintas alternativas de emergencia.
3. Un diseño flexible con un margen de ampliación en los cuadros y conductos para las nuevas instalaciones que hubiera que hacer y las posibles modificaciones de la instalación existente.

Una de las principales prioridades en la seguridad eléctrica es evitar los efectos no deseados de la corriente eléctrica y, sobre todo, en las situaciones en las que el paciente se encuentra indefenso y especialmente expuesto.

Para evitar los riesgos, en primer lugar, hay que considerar los distintos escenarios potenciales de accidentes, para así construir un diseño e instalación de la infraestructura eléctrica más efectiva para el hospital. Además de implementar un plan de mantenimiento, que pueda prevenir el fallo tanto de las instalaciones eléctricas por deficiencia, como de un equipo por cualquier causa.

Es evidente que un paciente sedado o anestesiado no puede reaccionar frente a un contacto eléctrico, pero si además el contacto se produce de forma invasiva sus efectos son más graves, al no existir la protección que supone la piel ya que la descarga eléctrica circulará con mayor facilidad hacia el corazón, pudiéndose producir desfibrilación cardíaca con una corriente inferior a 10 mA.

La utilización de protecciones eléctricas y especialmente el uso de protecciones contra corrientes de defecto a tierra, denominados relés diferenciales, producen el corte del suministro eléctrico, lo que es extremadamente peligroso cuando el paciente está conectado a equipos de asistencia vital.

Este es el motivo por lo que las instalaciones eléctricas en los quirófanos y en otras salas como las Unidades de Cuidados Intensivos, han requerido históricamente de un tipo de instalación eléctrica especial.

FACILITAR EL CONFORT DE LOS PACIENTES DURANTE SU ESTANCIA EN EL HOSPITAL

El concepto de experiencia paciente es relativamente reciente en la gestión de las organizaciones sanitarias y se ha consolidado durante la segunda década del S.XXI. Pero en perspectiva histórica, este concepto tiene raíces y evoluciona a partir de la calidad asistencial y de servicios (satisfacción, confort, gestión de quejas y reclamaciones), el modelo asistencial centrado en el paciente, el modelo asistencial (decisiones compartidas, consentimiento informado, dignidad y respeto, entre otros), y la incorporación de los resultados en salud relevantes para el paciente (*Triple Aim* y *Value Based Healthcare*)

La satisfacción y la experiencia del paciente es un concepto amplio en su definición actual (la suma de todas las interacciones entre el hospital y el paciente y sus familiares, que influyen en las percepciones del paciente a lo largo de todo su itinerario asistencial) y con múltiples dimensiones: confort, facilidad de acceso, alivio del dolor y del estrés psicológico, continuidad asistencial, información y comunicación, decisiones compartidas, etc.

Las instalaciones juegan un papel también importante en la experiencia del paciente y, especialmente, en la dimensión del confort: una climatización adecuada, la reducción del ruido, o la iluminación contribuyen a mejorar las condiciones de bienestar de los pacientes. También las instalaciones de tecnologías de la información y comunicación, que pueden facilitar la accesibilidad digital y la conexión del paciente con su entorno familiar fuera del hospital.

FACILITAR LA ADAPTABILIDAD Y FLEXIBILIDAD DE USOS.

Otro elemento de vital importancia en los hospitales es disponer de instalaciones flexibles y modulares de fácil adaptación a necesidades cambiantes de sus ocupantes.

Para poder dar servicio y adaptarse continuamente a las cambiantes necesidades de la medicina y tecnologías modernas, es necesario dotar al hospital de espacios flexibles y de instalaciones potentes y bien dimensionadas. Estos condicionantes hacen de los hospitales edificios caracterizados por la gran complejidad de sus instalaciones.

Además, en la planificación y el diseño de las nuevas infraestructuras será necesario prever este tipo de pandemias, repensar nuevas circulaciones, nuevos locales con usos flexibles, nuevos diseños de UCI, la organización de las urgencias, etc.

OPTIMIZAR EL CONSUMO DE RECURSOS DE LA INFRAESTRUCTURA Y SUS INSTALACIONES

Los hospitales, como sector estratégico de la sociedad, deben desarrollar su trabajo diario dentro del ámbito de la protección y el respeto con el medio ambiente implicando a todos los profesionales que integran la organización.

El sector de la salud, cuya misión es proteger y promover la salud de la ciudadanía, presenta la paradoja que para producir salud, es necesario consumir una importante cantidad de recursos y producir una cierta cantidad, no menos importante, de residuos.

La ONG *Health Care Without Harm* (HCWH) (Informe: “Huella climática del sector de la salud. Cómo contribuye el sector de la salud a la crisis climática global: oportunidades para la acción de Salud Sin Daño”) presenta la primera estimación global de la huella climática del sector de la salud.

La huella climática del sector de la salud equivale a las emisiones anuales de gases de efecto invernadero de 514 centrales eléctricas de carbón de forma que, si el sector fuera un país, sería el quinto emisor más grande del planeta según el documento. Uno de los principales datos que indica es el porcentaje de las emisiones: el 4,4 por ciento de las globales netas, o lo que es lo mismo 2 gigatoneladas de carbono, unas cifras que sitúan al sector salud paradójicamente como uno de los principales responsables de la crisis climática.

Según el análisis, Estados Unidos, China y la Unión Europea son los tres países emisores más grandes, representan más de la mitad de la huella climática total del sector de la salud a nivel mundial con un 56 por ciento. Asimismo, los países que encabezan los diez primeros puestos de emisiones en el ámbito de la salud, constituyen el 75 por ciento de la huella climática del sector.

En este sentido, el sector de la salud contribuye en la liberación de gases de efecto invernadero a través del consumo de energía, transporte, fabricación, uso y disposición de productos.

Más de la mitad de la huella del sector de la salud es atribuible al consumo energético. Los combustibles fósiles desempeñan un rol central en relación con las emisiones, ya que representan más de la mitad de la huella de carbono generada. Este dato hace referencia al consumo de electricidad, gas, vapor y suministro para aire acondicionado combinado con las emisiones operacionales del sector. Las medidas de ahorro de energía pueden desempeñar un papel importante para reducir el consumo de energía y los costes energéticos, así como para la protección del medio ambiente.

Una buena planificación de las instalaciones, el buen mantenimiento y conducción de éstas, junto con la renovación de los equipamiento obsoletos e ineficientes, son principios fundamentales a la hora de cumplir con el objetivo social encomendado al hospital de producir salud, sin perder de vista los objetivos medioambientales.

3. TIPOLOGÍA

3.1 ELECTRICIDAD

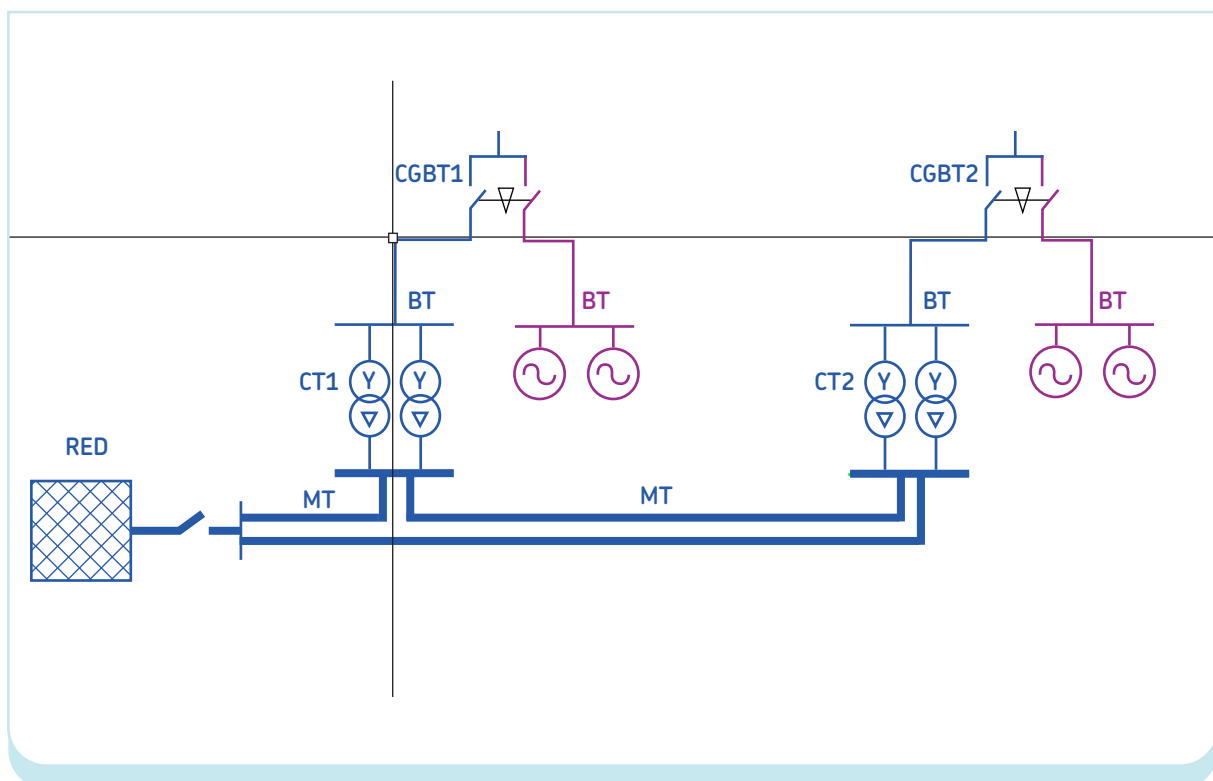
3.1.1. INTRODUCCIÓN

El suministro eléctrico en un hospital es esencial para el mantenimiento de la actividad. Este suministro debe cumplir tres características básicas: ininterrumpido, de calidad y seguro. Para ello, debe contar con doble suministro independiente, generación autónoma, así como alimentación ininterrumpida en elementos vitales del hospital. A pesar de ser lo deseable, esto no es una realidad en todos ellos.

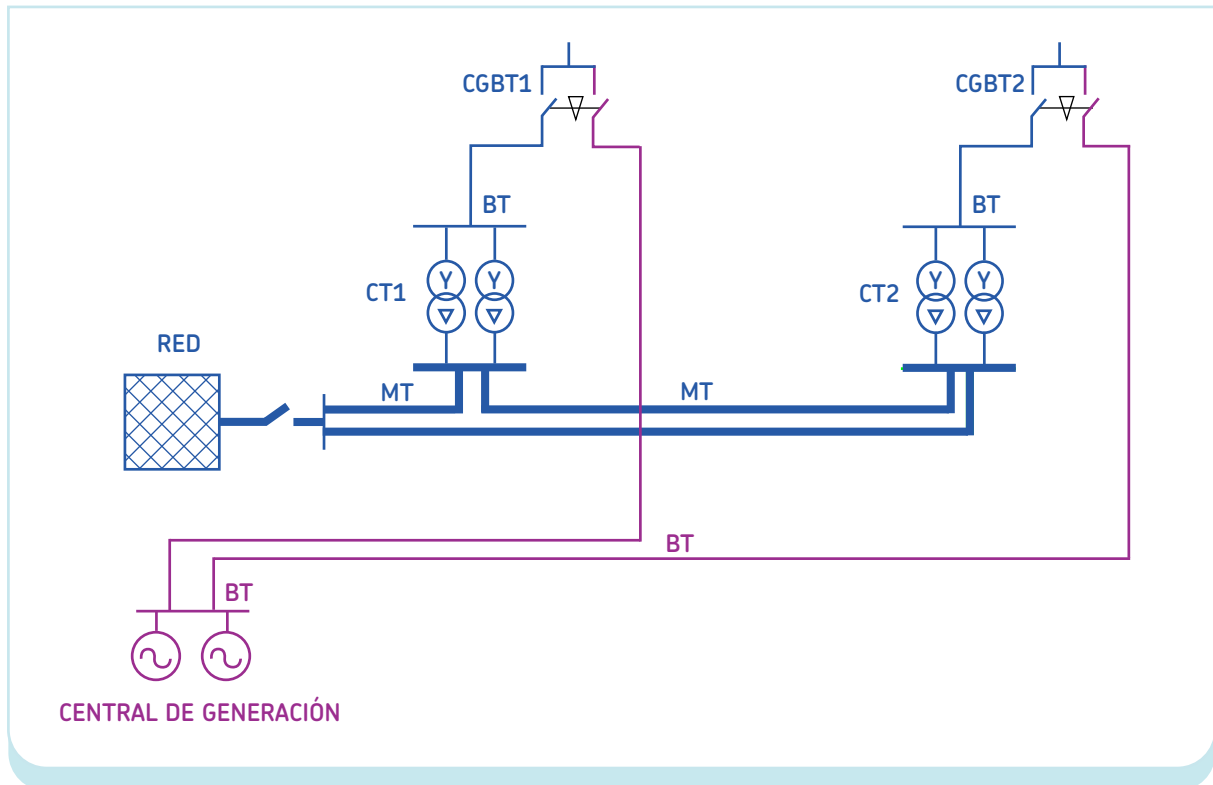
En cuanto al suministro, se ha de considerar prioritario que los centros estén abastecidos por dos acometidas diferentes, al menos en media tensión (15.000 V) procedentes de distintas subestaciones y empresas suministradoras diferentes. Esto, evidentemente, no es posible en muchos de los casos, sobre todo en poblaciones medianas y pequeñas; por lo que la alternativa puede ser abastecer con una línea de alta tensión (45.000 V), que lógicamente es más fiable.

Cuando falla el abastecimiento exterior, los centros cuentan con grupos electrógenos autónomos que aseguran el suministro a los servicios y áreas considerados esenciales tales como: quirófanos, UVIs, urgencias y sistemas informáticos entre otros.

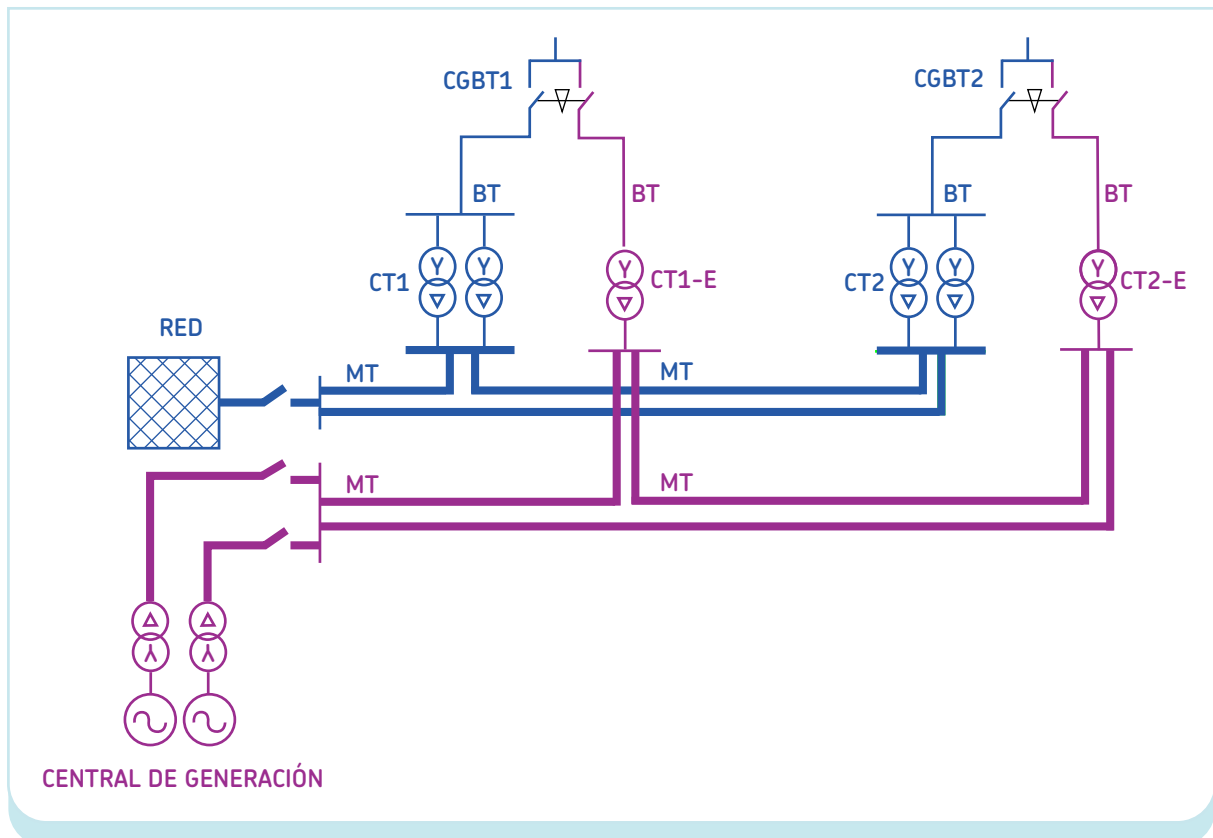
Figura 1. Anillo de MT y grupos electrógenos distribuidos



Fuente: Hospitecnia

Figura 2. Anillo de MT y central de generación en BT

Fuente: Hospitecnia

Figura 3. Doble anillo de MT, con central de generación en MT

Fuente: Hospitecnia

3.1.2. ACOMETIDA DE ALTA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Generalmente la acometida a un hospital se realiza en alta tensión, disponiendo de centro de transformación propio. Lo adecuado es que disponga de dos acometidas desde la red de distribución del suministrador, o que lleguen al centro de reparto desde dos subestaciones diferentes, pero no siempre es posible en hospitales de cierta antigüedad.

En caso de hospitales de gran tamaño, es habitual disponer de dos o más centros de transformación asociados a su cuadro general de baja tensión, atendiendo cada uno a una parte del edificio. En estos casos se pueden tener comunicados ambos centros de transformación por una línea de alta tensión propia, que soporte la carga total, de forma que si fuera necesario desde uno de los centros de transformación pueda alimentarse al otro, en previsión de avería o indisponibilidad de una línea de acometida a cualquiera de los centros de transformación que tenga el hospital.

La legislación es rigurosa y es obligatorio disponer de un contrato de mantenimiento con instaladores autorizados para la realización de las revisiones pertinentes conforme a la ley.

Estas revisiones legales son, por lo tanto, obligatorias y con periodicidad de 3 años; debiendo ser realizadas por un instalador autorizado o el Organismo de Control Autorizado (OCA), de tal manera que permitan asegurar que el mantenimiento es el correcto. En ellas se comprueban una serie de parámetros perfectamente determinados en la norma, tales como: estado general de los transformadores y su limpieza, medida del aislamiento, termómetros y aisladores. Asimismo, se revisan y miden las resistencias a tierra de las líneas de alta tensión propiedad del hospital.

Un aspecto fundamental en el ciclo de vida de los transformadores es la ventilación. Un incremento en la temperatura puede comprometer el funcionamiento de todo el centro de transformación.

TRANSFORMADORES

Siempre que sea posible se recomienda la ventilación natural de los transformadores y si no fuese posible, la refrigeración se llevará a cabo, mediante ventilación mecánica. Esto supone que un fallo de la ventilación mecánica compromete el funcionamiento de todo el centro de transformación y puede obligar a reducir carga para evitar un aumento excesivo de temperatura de trabajo de los transformadores y mantenerlos en servicio.

En el caso de tener ventilación mecánica de la que dependa la refrigeración del centro de transformadores, lo recomendable es duplicar los ventiladores para mantener la ventilación y el servicio cuando se produce un fallo en alguno de ellos, y en lo posible alimentarlos desde dos cuadros eléctricos diferentes.

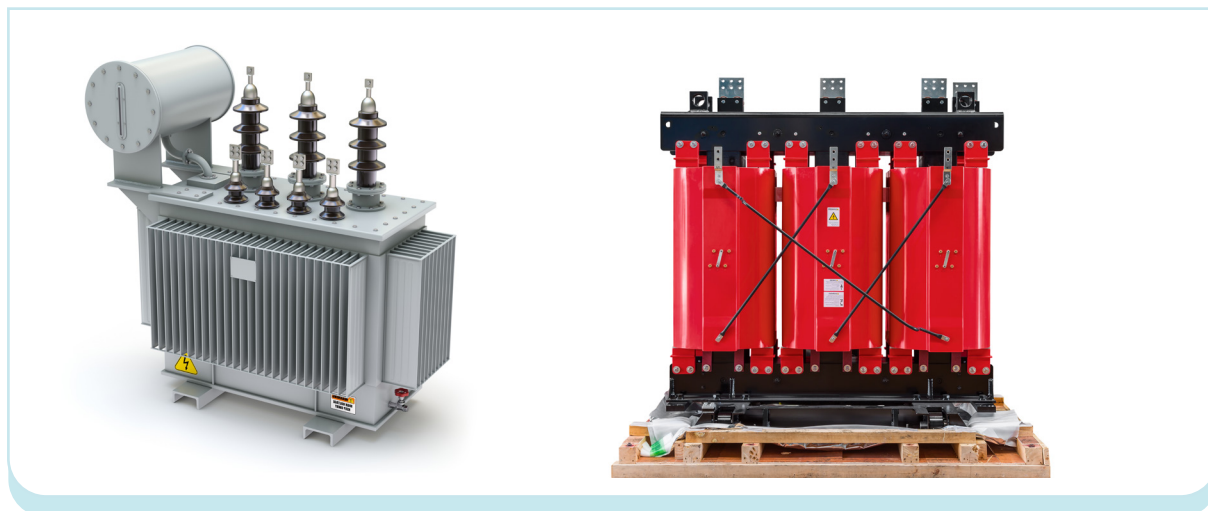
Esta ventilación tendrá revisiones visuales diarias, además de las revisiones programadas para los sistemas de ventilación del hospital, como elemento crítico.

Dentro de un hospital se pueden encontrar varios tipos de transformadores. Los de baño de aceite son los más habituales, aunque presentan un mayor riesgo de sobrecalentamiento o incendio.

La alternativa más usual son los transformadores secos, los cuales requieren menores medidas de protección contra incendios al no contar con aceite combustible, por el contrario, son más sensibles a la temperatura y a variaciones en la demanda eléctrica.

Un tipo intermedio son los transformadores de éster vegetal, que por su mejor comportamiento frente al fuego, no es obligatorio dotarlos de sistemas fijos de extinción automática, aunque sí es recomendable. Son menos dependientes de la ventilación mecánica para mantener estable la temperatura y tienen mejor respuesta a las variaciones de carga que los secos, además de una mayor vida útil. A continuación, se muestra un ejemplo de transformador de aceite y transformador seco.

Figura 4. Ejemplo de transformador en baño de aceite (izquierda) y transformador seco (derecha)



Fuente: Banco de imagen

3.1.3. CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN Y DISTRIBUCIÓN

CUADRO GENERAL PARA BAJA TENSIÓN

Las salidas en baja tensión de los transformadores (3x380V/220V), dan servicio a los cuadros generales para baja tensión (CGBT), donde se encuentran las protecciones contra sobrecargas, cortocircuitos y derivaciones a tierra de las líneas de los circuitos a alimentar. En función del tamaño y complejidad de la distribución de la instalación eléctrica en baja tensión, estos cuadros generales, alimentan a su vez a otros cuadros secundarios hasta llegar a los cuadros llamados finales, de donde se alimentan las cargas directamente: iluminación, tomas de corriente y equipos específicos.

Asimismo, en los cuadros generales de baja tensión se discriminan, mediante la conmutación correspondiente, las líneas que van a estar alimentadas con grupos electrógenos en caso de fallo en el suministro normal. Así, de forma general, las cargas a incorporar a este suministro auxiliar, son:

- Instalaciones fijas para equipamiento electromédico. Normalmente, se contemplan las salas de RX de urgencias, y el equipamiento auxiliar en equipos de alta tecnología, como: aceleradores, resonancias magnéticas (RMN) o medicina nuclear, donde es necesario mantener el suministro eléctrico para evitar la desconfiguración del sistema en cuestión, o disparos de gas de refrigeración, como es el caso de la RMN.
- Los sistemas de ventilación se conectarán a la parte socorrida por grupo electrógeno de forma general en: habitaciones de aislamiento protector para inmunodeprimidos, habitaciones de aislamiento de infecciosos, Unidades de Medicina Intensiva, quirófanos, urgencias y zonas de riesgo biológico, además de todas aquellas que sean necesarias por motivos asistenciales.
- Las instalaciones de bombeo necesarias para el funcionamiento del hospital, así como los sistemas de bombeo contraincendios y salas de calderas y producción de vapor. En ocasiones se conectan también a la parte de grupo otras instalaciones industriales designadas para funcionar en condiciones de emergencia, combinados o no con sistemas de deslastre automático que desconectan cargas en caso necesario para asegurar el funcionamiento del grupo electrógeno.
- Circuitos de alumbrado, así como los de fuerza considerados esenciales, tales como: ascensores específicos de quirófanos, sistemas de seguridad, contraincendios, así como cualquier otro que cumpla dicha consideración.

Para el mantenimiento de dichas instalaciones, se tendrán en cuenta:

- Rondas diarias para inspección visual, se realizan revisiones trimestrales para comprobar la existencia de calentamientos no habituales y el correcto funcionamiento y sustitución en su caso de los pilotos indicadores.

- Semestralmente se revisa la resistencia de la red de tierras. Las revisiones anuales consisten en general en la limpieza del cuadro y revisión de estado general, comprobación de existencia de puntos calientes y reapriete de contactos, la comprobación de la intensidad de disparo de las protecciones y las resistencias de aislamiento de los conductores, así como la comprobación de los valores dados por los equipos de medida.
- Cada 5 años es preciso realizar inspección por OCA de toda la instalación eléctrica.

En general, las cargas asociadas a los grupos electrógenos pueden ir directamente conectadas a los mismos; de tal manera que en caso de transferencia de red-grupo, éste asume inmediatamente toda la carga. Para evitar que en el momento de la transferencia haya picos de sobrecorriente y, por consiguiente, riesgo de desconexión del grupo en cuestión por sobrecarga, debido a la situación en ese momento de las cargas a conectar (arranques de bombas, disparos de RX, etc.), es conveniente realizar la selección progresiva de la incorporación de las mismas. Igualmente ocurre con la desconexión en caso de retorno de la red. A este proceso, se le conoce como lastrado y deslastrado sucesivamente.

SUMINISTRO COMPLEMENTARIO DE RESERVA

El suministro complementario de reserva debe cubrir al menos el 25% de la potencia contratada. Se confía a un grupo electrógeno de emergencia, que tendrá un depósito propio de reserva de combustible para su funcionamiento, preferiblemente con llenado automático desde los depósitos principales del hospital y una toma para su carga desde el exterior a través del camión cisterna directamente. Un hospital puede tener varios grupos electrógenos asociados a los diferentes CGBT que disponga, en función de su tamaño y configuración.

Además de la potencia nominal del grupo, es necesario tener en cuenta la carga máxima que puede soportar. El suministro de emergencia atiende en general, además de los servicios críticos (quirófanos, UMI, urgencias, etc.) a todo el alumbrado, circuitos de fuerza de usos varios, ascensores, centro de proceso de datos, red de voz y datos, instalación de seguridad y gestión técnica centralizada.

Es habitual que el grupo electrógeno esté diseñado para que la carga prevista en funcionamiento sea alrededor del 50% de la carga máxima nominal del grupo electrógeno, a menos que se hayan previsto sistemas automáticos de deslastre de carga que permitan poder funcionar con más carga en caso de ser necesario y quitar carga en caso de emergencia.

Al ser un elemento crítico, se deben de realizar inspecciones diarias, así como revisiones semanales, mensuales y anuales.

Las comprobaciones de funcionamiento recomendadas comprenden la prueba de arranque del grupo una vez en semana y una prueba de conmutación en carga cada 6 meses, al menos durante 30 minutos. Para ello, se organizará con todos los servicios afectados y con suficiente antelación, en los horarios y días de menos afectación sanitaria. Por otra parte, hay que hacer las comprobaciones de los depósitos, circuitos y estado de combustible, líquido refrigerante y aceite, comprobando si hay mezcla de combustible y aceite.

CONTROL AUTOMÁTICO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y DEL CGBT

Es recomendable que tanto el CGBT como el centro de transformación, se encuentren conectados al sistema de gestión técnica centralizada del edificio, con indicación al menos del estado y disparo de interruptores, temperatura de trabajo de transformadores, y alarmas de funcionamiento.

En caso de que el centro de transformación dependa de ventilación mecánica, es necesario también equipar y conectar al control de instalaciones los estados y alarmas de funcionamiento de los ventiladores. Tanto los valores de funcionamiento como las alarmas deben estar conectadas al puesto del centro de control de instalaciones del hospital, para la detección inmediata de anomalías de funcionamiento.

La revisión de los elementos de control se incluye dentro de las revisiones de los equipos a los que están conectados.

RESERVA EN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y CGBT

Para prever el aumento de potencia necesaria para la introducción de un nuevo o más potente equipamiento electromédico, y las modificaciones de espacios por motivos asistenciales, es preciso contar con reserva de potencia en el centro de transformación y de espacio en el CGBT que sea capaz de absorber las nuevas necesidades futuras.

Por otra parte, lo habitual es que la configuración del centro de transformación y del cuadro general de baja tensión esté realizada para que exista un equilibrio de cargas entre los transformadores y entre las diferentes secciones del cuadro general de baja tensión, de forma que en condiciones normales la carga de cada uno de los transformadores esté lejos de su potencia máxima de trabajo.

TIPOLOGÍA EN CGBT

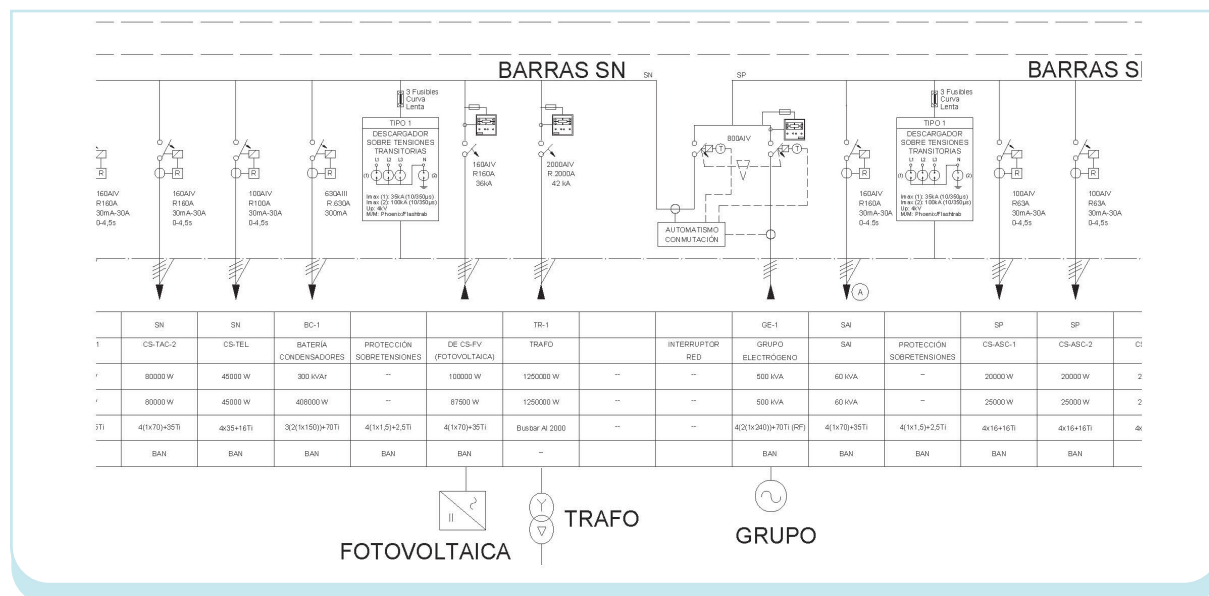
Se recomienda que en los CGBT en hospitales, en especial si están dedicados a suministro de áreas críticas, se instalen interruptores automáticos extraíbles de bastidor abierto, o de bandeja extraíble, que permiten la sustitución del interruptor sin parar el funcionamiento y sin cortar tensión en barras del cuadro, con lo que el cuadro puede seguir en servicio atendiendo a todas las áreas conectadas mientras se realiza una sustitución o reparación en uno de los interruptores automáticos del CGBT.

DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN

El esquema habitual de distribución de electricidad en baja tensión en un hospital consta de: CGBT, cuadros principales de distribución, y cuadros secundarios por unidad o área funcional. El equipamiento industrial y electromédico, incluyendo los sistemas de climatización y ventilación, disponen de cuadros eléctricos propios.

Los cuadros principales de distribución son los que dan suministro eléctrico a los cuadros secundarios. En general atienden diferentes sectores del edificio ya sea por verticales o niveles, y/o por usos específicos en caso de equipamiento industrial y ventilación, por ejemplo. Están divididos entre parte de red y parte con acometida red-grupo.

Figura 5. Esquema ejemplo de cuadro principal de distribución con parte red y red-grupo



Fuente: Hospitecnia

Los cuadros secundarios se distribuyen desde el interior de las áreas del hospital hasta los puntos finales de consumo alumbrado y fuerza, mientras que la alimentación de otro equipamiento se realiza desde cuadros específicos.

Anualmente se realiza en los cuadros de distribución y secundarios una revisión de estado general y limpieza del cuadro. Además del reapriete de contactos eléctricos, se comprueba que no existen calentamientos, la intensidad de disparo de protecciones, el aislamiento de conductores, la relación sección/intensidad y los equipos de emergencia del cuadro.

Semestralmente se comprueban las resistencias de la red de tierras y cada 5 años, se revisan dentro de la inspección por OCA.

El mantenimiento de las líneas de distribución en general consiste en una revisión anual de reapriete de conexiones a cuadros, comprobación visual de estado, medición de resistencia de aislamiento de conductores, comprobación de los calentamientos anormales y estanqueidad de cajas de conexión, además de su revisión cada 5 años dentro de la inspección de OCA.

MONITORIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

Tanto en los cuadros principales como secundarios, es recomendable tener conectados a la gestión técnica centralizada del edificio las señales de estado de los interruptores automáticos, al menos las de los diferenciales, de forma que en el centro de control de instalaciones del hospital se disponga de información en tiempo real del estado y disparo de los mismos.

En los cuadros principales se recomienda también conectar el estado de los interruptores que alimentan otros cuadros eléctricos o instalaciones críticas aguas abajo, como quirófanos, UMI, salas de aislamiento protector, salas blancas o de bioseguridad, urgencias, etc.

3.1.4. BATERÍAS DE CONDENSADORES

Para eliminar de la energía reactiva a niveles que no impliquen una penalización en la factura del suministro eléctrico, es recomendable que las baterías de condensadores por etapas para compensación de la misma sean del tipo equipadas con filtro de armónicos. De esta forma se protegen los condensadores de los equipos y la instalación, ya que están situados cerca de los grandes consumos y en los CGBT.

El mantenimiento basado en las buenas prácticas y recomendado por los fabricantes consiste en:

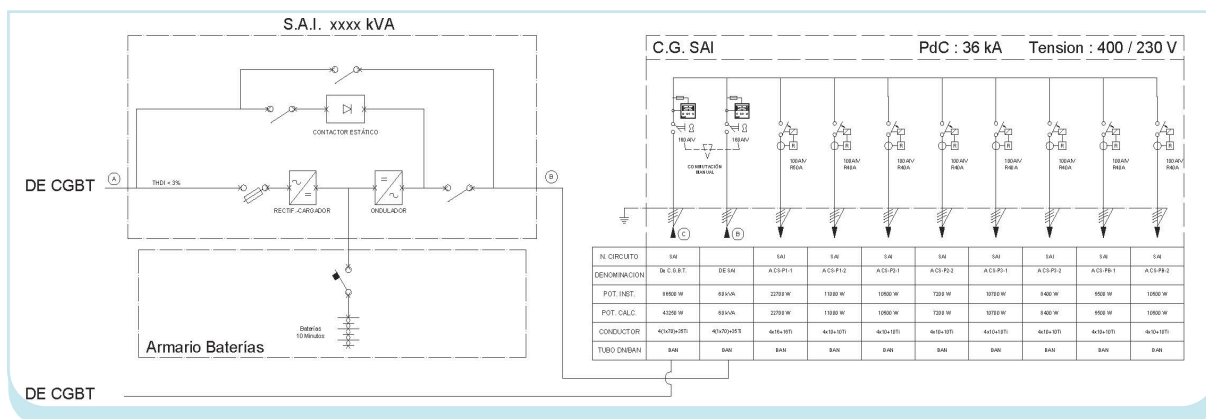
- Revisiones trimestrales que consisten en comprobar y sustituir en su caso los pilotos indicadores, la existencia de calentamientos no habituales y el funcionamiento del ventilador de la unidad. También es importante comprobar que el factor de potencia es coherente con el fijado como objetivo.
- Revisiones anuales donde se revisan las resistencias de descarga, la resistencia de aislamiento de conductores y se comprueba que no hay condensadores dañados. También se limpia el equipo, se limpian los contactos de los contactores y se reaprietan los contactos eléctricos.

3.1.5. SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA

Los sistemas de alimentación ininterrumpida se utilizan ampliamente en los hospitales, principalmente en servicios críticos, para asegurar la no interrupción de alimentación eléctrica en el tiempo que transcurre entre el fallo de red y la conmutación a suministro con grupo electrógeno, y para garantizar el suministro en caso de fallo también de grupo electrógeno o red de distribución interior.

Generalmente son de tipo doble conversión - *on line*, y conectadas a la gestión técnica centralizada del edificio con repetición de alarmas y estado de funcionamiento en el centro de control de instalaciones del hospital, indicando si ha entrado en servicio, el tiempo estimado restante de batería, la temperatura y si está en *by-pass* estático.

Por ello lo habitual es colocarlo lo más cerca posible del punto de consumo a proteger. Los lugares de utilización en general son quirófanos y salas de intervención (una por sala de intervención), reanimación, unidades de medicina intensiva, laboratorios, centro de proceso de datos, central de telefonía, red de electrónica activa, así como otros equipos y ubicaciones que se consideren necesarios en cada caso.

Figura 6. Esquema SAI doble conversión on-line en diferentes modos de funcionamiento

Fuente: Hospitecna

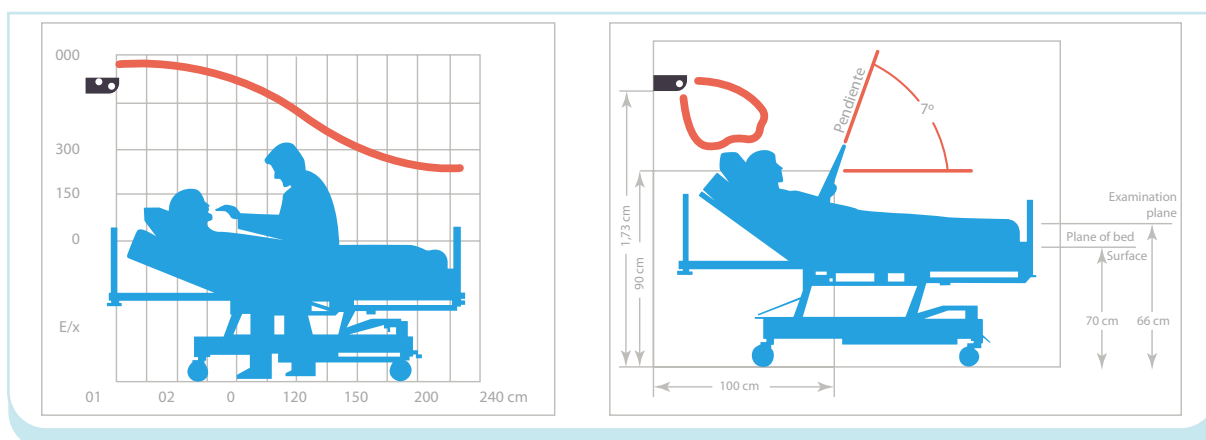
Las revisiones a realizar son:

- Además de la revisión visual de funcionamiento diaria, las operaciones de mantenimiento básicamente consisten en comprobar trimestralmente el estado de pilotos, ventiladores, tensiones e intensidades de entrada y salida, frecuencia y presencia de calentamiento no habitual.
- Anualmente se limpia el equipo y se reaprietan los contactos, se provoca la descarga de las baterías desconectando la alimentación de red y se limpian los contactos de los contactores. También se han de comprobar los bornes de las baterías, la intensidad de descarga en caso de baterías secas, el *by-pass* estático, así como comprobar y sustituir en su caso las baterías, además de comprobar la tasa de distorsión armónica.

3.1.6. ILUMINACIÓN

La iluminación de las diferentes áreas hospitalarias estará diseñada según norma, con alumbrado de reemplazo en las áreas críticas y de hospitalización. En general, todo el alumbrado del hospital estará conectado a la parte de red con conexión con grupo electrógeno.

Las luces de emergencia de la instalación de protección contra incendios tendrán en general una hora de autonomía, excepto en hospitalización, áreas críticas y otras zonas donde se indique para el alumbrado de reemplazamiento una autonomía de dos horas.

Figura 7. Tipos de iluminación directa e indirecta desde el cabecero de paciente

Fuente: GUÍA IDAE 011. Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación. Hospitales y Centros de Atención Primaria. IDAE y CEI

En zonas con ingreso hospitalario prolongado y sin referencia de luz exterior, es positivo para pacientes ingresados la instalación de un sistema de iluminación que varíe de forma continua la temperatura de color acorde al momento del día siguiendo el ritmo circadiano.

Las revisiones a realizar son:

- Trimestralmente se realizará una revisión de los componentes y prueba de funcionamiento de las luminarias de emergencia, así como su reemplazo, en caso de ser necesario. Anualmente se comprueban los niveles de iluminación de vías de evacuación y recintos, además de verificar la entrada en funcionamiento automático por fallo o tensión por debajo del 70% de la nominal.
- Anualmente se comprueban en general los conductores activos y de protección y puesta a tierra, las resistencias de las conexiones y las conexiones equipotenciales, la resistencia de aislamiento entre conductores activos y tierra de cada circuito, así como la resistencia de aislamiento del suelo electrostático.

3.1.7. RED DE TIERRAS

La red de tierras de la instalación eléctrica del hospital requiere de unos trabajos de mantenimiento anual consistentes en la comprobación de las resistencias de las picas, su correcta conexión y la ausencia de corrosión en las partes metálicas. Por otra parte, se debe medir la resistencia a tierra y regar si fuera necesario la pica hasta alcanzar el valor deseado. Cada 5 años pasará inspección por OCA junto con el resto de la instalación eléctrica.

3.1.8. PARARRAYOS

En la instalación de pararrayos anualmente se comprueba visualmente la continuidad de conductores, fijación de protecciones mecánicas, ausencia de corrosión, estado de las uniones equipotenciales y las resistencias de los conductores a tierra.

3.1.9 MANTENIMIENTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN HOSPITAL

3.1.9.1 INTRODUCCIÓN AL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento específico de las instalaciones eléctricas de un hospital, y en especial de los quirófanos y salas especiales, puede afectar la seguridad de estos espacios y de sus usuarios.

La normativa de referencia para mantener estas instalaciones es la siguiente:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias

Como regla general, se deberá disponer de un registro de operaciones de mantenimiento e históricos, fácil de consultar y a disposición de los técnicos competentes.

Las operaciones se clasifican en dos niveles: obligatorio y ordinario. El nivel obligatorio indica que la actuación la impone la reglamentación española vigente. El nivel ordinario indica que, aunque la operación no sea obligatoria desde la reglamentación vigente, se recomienda su realización desde la ingeniería, consultores independientes, normativas UNE o fabricantes.

3.1.9.2 CONCEPTOS GENERALES

El personal de mantenimiento deberá cumplir los requisitos siguientes:

- Personal con cierta exclusividad en áreas críticas.
- Existencia de programa de mantenimiento exclusivo.
- Existencia de control interno / externo periódico sobre el estado del mantenimiento.
- Trabajo conjunto con el personal de prevención de riesgos laborales, medicina preventiva según grado del área, responsables asistenciales de cada área, limpieza y responsable del control ambiental.

En el interior de quirófanos y salas especiales se deberá prestar especial atención a:

- > Disciplina en uso de medios de protección.
- > Garantía de repuestos y elementos a sustituir.
- > Periodicidad en controles.
- > Análisis de históricos a fin de detectar problemas de sistemas.

A continuación, se detallan algunas de las operaciones particulares a realizar sobre los equipos y elementos de las instalaciones de electricidad de un quirófano.

3.1.9.3 OPERACIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN QUIRÓFANOS

Equipo: Instalación en general

- > Periodicidad: Semanal
- > Nivel: Obligatorio
- > Normativa: Reglamento de Baja Tensión. ITC-BT-38
 - 01. Revisión del funcionamiento del dispositivo de vigilancia del aislamiento y de los dispositivos de protección.
 - 02. Registrar en el libro de mantenimiento del quirófano.
- > Cualquier anomalía se comunicará al responsable de la gestión del mantenimiento del quirófano.

Equipo: Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI)

- > Periodicidad: Quincenal
- > Nivel: Ordinario
 - 01. Verificar la correcta posición de funcionamiento y ausencia de las alarmas.
 - 02. Verificar el correcto estado de carga de las baterías a través del display.
 - 03. Verificar la conexión a los equipos de asistencia vital.
- > Se anotarán en el libro de mantenimiento del quirófano los resultados de los controles.

Equipo: Instalación en general

- > Periodicidad: Mensual
- > Nivel: Obligatorio
- > Normativa: Reglamento de Baja Tensión. ITC-BT-38
 - 01. Realizar medidas de continuidad y de resistencia de aislamiento.
 - 02. Registrar en el libro de mantenimiento del quirófano.
- > Cualquier anomalía se comunicará al responsable de la gestión del mantenimiento del quirófano.

Equipo: Instalación en general

- > Periodicidad: Anual
- > Nivel: Obligatorio
- > Normativa: Reglamento de Baja Tensión. ITC-BT-38
- > Operaciones a realizar por empresa homologada:
 - 01. Comprobar el correcto funcionamiento de las medidas de protección.
 - 02. Comprobar la continuidad de los conductores activos y de los conductores de protección y puesta a tierra.
 - 03. Comprobar la resistencia de las conexiones de los conductores de protección y de las conexiones de equipotencialidad.
 - 04. Comprobar la resistencia de aislamiento entre conductores activos y tierra en cada circuito.
 - 05. Comprobar la resistencia de puesta a tierra.
 - 06. Comprobar la resistencia de aislamiento de los suelos electrostáticos.
 - 07. Comprobar el funcionamiento de todos los suministros complementarios.
- > Se anotará en el libro de mantenimiento del quirófano los resultados de los controles.

3.1.9.4 OPERACIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO POR ENTIDADES DE CONTROL

Equipo: Instalación general en baja tensión

- › Periodicidad: Cada 5 años
- › Nivel: Obligatorio
- › Normativa: Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
 - 01. Realizar inspección por organismo de control autorizado

Equipo: Instalación térmica completa

- › Periodicidad: Cada 3 años
- › Nivel: Obligatorio
- › Normativa: Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias
 - 01. Realizar inspección por organismo de control autorizado

3.2 CLIMATIZACIÓN

3.2.1 INTRODUCCIÓN

La instalación de climatización en hospitales es de vital importancia para el desarrollo de la vida en el hospital. Esta se encuentra dividida en una parte de producción energética, frío y calor, y una parte de distribución y difusión.

En función de las áreas (hospitalización, urgencias, servicios ambulatorios, servicios centrales y servicios generales) se deberá adecuar la forma de climatización final a cada una de ellas, atendiendo especialmente a los requerimientos exigidos por normativa. La climatización tiene un impacto importante en el confort de los usuarios, la seguridad del paciente (control de infecciones) y las condiciones de trabajo de los profesionales.

Existen una serie de aspectos que distinguen el diseño de la instalación de climatización de un hospital al del resto de edificios. Entre ellos cabe destacar:

- › Una gran variedad de espacios con requerimientos dispares (áreas asistenciales, áreas generales y administrativas, laboratorios, lavandería, cocina etc.).
- › Zonas singulares con normativa específica.
- › Elevados niveles de ventilación, según zona.
- › Funcionamiento ininterrumpido de las instalaciones los 365 días del año.
- › Zonas con control de presión interior.

A todo lo anterior hay que añadir, que es un edificio en el que hay una alta concentración de enfermos con defensas bajas, y en el cual, las infecciones nosocomiales (intrahospitalarias) pueden llegar a afectar a un 7% de los pacientes ingresados, por lo que el control del aire interior se ha demostrado completamente necesario, convirtiéndose la climatización en una instalación fundamental.

3.2.2 DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN.

A la hora de diseñar una instalación de climatización, debemos seguir las recomendaciones generales del RITE y las específicas de la norma UNE 100713.

Entre los parámetros a definir, destacamos por su relevancia, tres tipos de parámetros:

- I. Requisitos de caudal, temperatura y humedad relativa por tipo de local.

II. Requisitos de filtración del aire.

III. Requisitos de flujo de aire.

I. Clasificación y exigencias de los locales por zonas. De acuerdo a la tabla 5 de la norma UNE 100713, se clasifica a los locales en tres grandes grupos:

- > Área de exploración y tratamiento.
- > Área de cuidados intensivos.
- > Zonas de suministro y eliminación.

Para cada uno de ellos se indica, la clase del local, el caudal mínimo de aire exterior, temperaturas mínimas y máximas y el porcentaje de humedad relativa (%HR), así como presión sonora máxima (ver **tabla 1**).

Los locales pueden ser de tipo I, en relación con las áreas con exigencias muy elevadas, tales como quirófanos y locales anexos, salas de endoscopia, habitaciones con pacientes con riesgo de infecciones, zonas de cuidados especiales, esterilización limpia y locales estériles. O de tipo II en relación con las áreas con exigencias habituales de climatización.

Tabla 1. Exigencias climatización de un hospital según la norma UNE 100713

1	2	3	4	5	6	7	8
	Área de hospital Grupo de locales Tipo de local	Clase de local	Caudal mínimo de aire exterior ¹ m³/(h.m²)	Condiciones ambientales ⁸		HR ⁸ %	Presión sonora máxima ² dB(A)
				Temperatura mín. °C	Temperatura máx. °C		
1	Área de exploración y tratamiento						
1.1	Quirófanos						
1.1.1	➤ Quirófanos tipo A y B, incluso accidentes y partos	I	(apartado 6.6)	22	26	45-55	40
1.1.2	➤ Pasillos, almacén, material estéril, entrada y salida	I	15	22	26	45-55	40
1.1.3	➤ Sala despertar	I	15	22	26	45-55	35
1.1.4	➤ Otros locales	I	15	22	26	45-55	40
1.2	Partos						
1.2.1	➤ Paritorios	I	15	24	26	45-55	40
1.2.2	➤ Pasillos	II	10	24	26		40
1.3	Endoscopia						
1.3.1	➤ Salas de exploración (artroscopia, toroscopia, etc)	I	30	24	26		40
1.3.2	➤ Salas de exploración (aséptico y séptico)	II	10	24	26		40
1.3.3	➤ Pasillos	II	10	24	26		40
1.4	Fisioterapia						
1.4.2	➤ Bañeras, baños de rehabilitación, piscinas	II	100%	..	..		40
1.4.3	➤ Pasillos	II	10	..	..		45
1.5	Otras áreas						
1.5.1	➤ Salas para pequeñas exploraciones	II	10	22	26	45-55	40
1.5.2	➤ Sala despertar fuera del área del quirófano	II	10	22	26		35

1.5.3	➤ Pasillos	II	10	24	26		40
1.5.4	➤ Rayos X	II	10	24	26		40
1.5.5	➤ Salas de exploración	II	10	24	26		40
2	Área de cuidados intensivos						
2.1	Medicina intensiva						
2.1.1	➤ Habitaciones con camas, incluso eventual antesala	II	10	24	26	45-55	35 ⁴
2.1.1.1	➤ Habitaciones para pacientes con riesgo de contraer infecciones	I	30	24	26	45-55	35 ⁴
2.1.1.2	➤ Para el resto de pacientes	II	10	24	26	45-55	35 ⁴
2.1.2	➤ Sala de Urgencias	II	15	24	26	45-55	40
2.1.3	➤ Pasillos	II	10	24	26		40
2.2	Cuidados especiales						
2.2.1	➤ Habitaciones con camas	I	30	24	26	45-55	35 ⁴
2.2.2	➤ Sala de urgencias	I	30	24	26	45-55	40
2.2.3	➤ Pasillos	II	10	24	26	45-55	40
2.3	Cuidados de enfermos infecciosos						
2.3.1	➤ Habitaciones con cama, incluso eventual antesala	II ¹⁰	10	24	26	45-55	35 ⁴
2.3.2	➤ Otros locales y pasillos	II	10	24	26		40
2.4	Cuidados prematuros						
2.4.1	➤ Habitaciones con camas	II	10	24	26	45-55	35 ⁴
2.4.2	➤ Pasillos	II	10	24	26		40
2.5	Cuidados recién nacidos						
2.5.1	➤ Habitaciones con camas	II	10	24	26	45-55	35 ⁴
2.5.2	➤ Pasillos	II	10	24	26		40
2.6	Otras áreas						
2.5.1	➤ Habitaciones con camas para hospitalización	II	10	24	26	45-55	35 ⁴
3	Zonas de suministro y eliminación						
3.1	Farmacia						
3.1.1	➤ Locales estériles	I	10	24	26		40
3.1.2	➤ Pasillos	II	10	24	26		40
3.2	Esterilización^{5,6}						
	➤ Parte sucia, parte limpia	II	7	24	26		40
	➤ Lado limpio después de esterilización, almacén de material estéril	I	7	24	26		40
3.3	Otras áreas (cocina, lavandería, laboratorios, vestuarios, etc)		9	9	9		40

II. Requisitos de filtración del aire

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

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

La norma UNE 100713:2005 clasifica en dos grupos los locales del hospital:

- > Clase de local I: con exigencias muy elevadas.
- > Clase de local II: con exigencias habituales.

Y establece los siguientes niveles de filtración:

- > Dos niveles de filtración para locales de clase II.
- > Tres niveles de filtración para locales de clase I.

Que estarán constituidos, como mínimo, por las siguientes clases de filtros y de la siguiente forma:

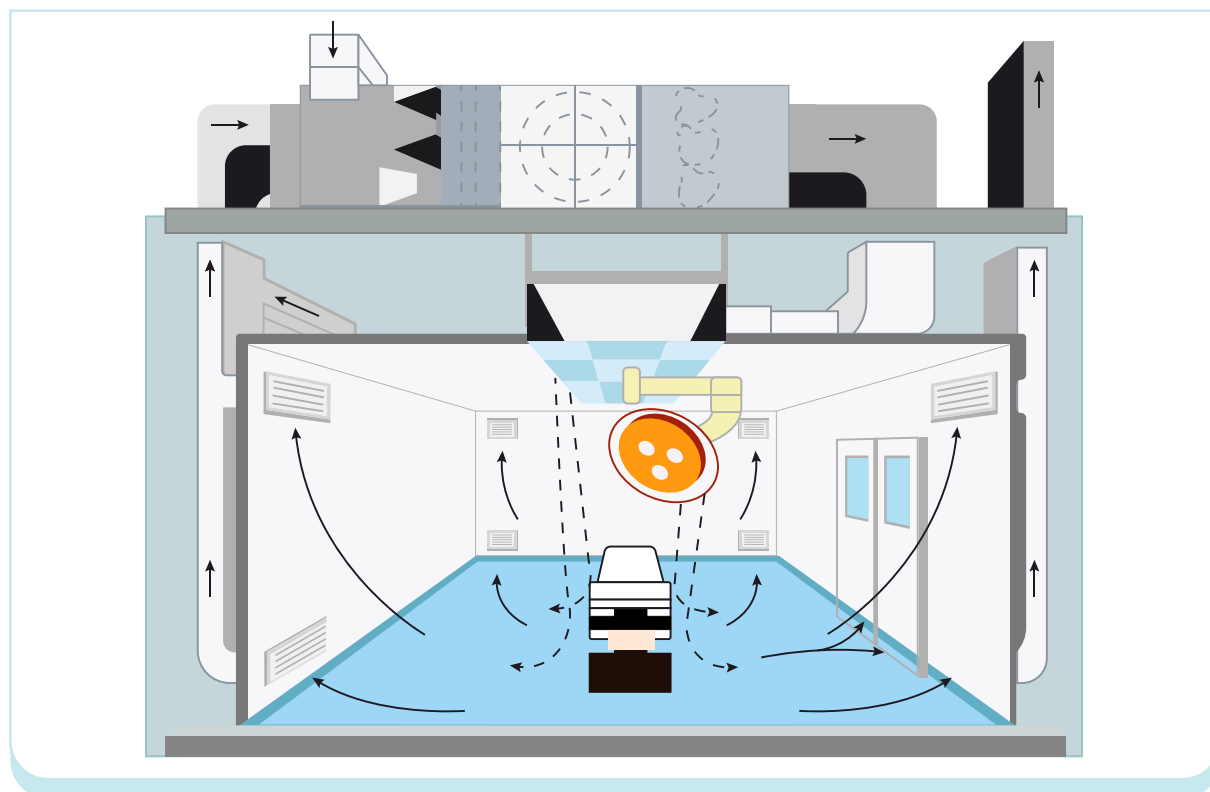
Tabla 2. Niveles de filtración según el RITE

Nivel de filtración	Clase de filtro	Norma	Ubicación
1	F5	UNE EN 779	En la toma de aire exterior, si el conducto tiene una longitud mayor de 10 m; en caso contrario, se debe colocar en la entrada de aire de la central de tratamiento de aire o después de la eventual sección de mezcla.
2	F9	UNE EN 779	Después de la unidad de tratamiento de aire y al comienzo del conducto de impulsión.
3	H13	UNE EN 1822-1	Lo más cerca posible del local a tratar o bien en la proximidad del grupo de locales de un mismo tipo: en el caso de locales de la clase I, en la propia unidad terminal de impulsión de aire

III. Direcciones flujo aire zona quirúrgica según tabla 2 de la UNE 100713

En zonas quirúrgicas la instalación requerirá de unos condicionantes específicos en cuanto al diseño que vienen indicados en la norma UNE citada. También es necesario indicar que según el tipo de quirófano A (de altas exigencias) o B se requerirá flujo laminar o no.

Figura 8. Ejemplo de flujo de aire en un quirófano



Fuente: Revista Mundo HVAC&R

Tabla 3. SEQ Tabla * ARABIC 3: Direcciones del flujo de aire en las diferentes estancias de un quirófano

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
		Quirófano aséptico	Quirófano séptico	Lavabo	Antesala de entrada	Antesala de salida	Local instrumental limpio (junto quirófano)	Almacén material estéril	Pasillo quirófano	Preparación instrumental limpio	Preparación instrumental sucio	Esterilización parte limpia	Esterilización parte sucia	Sala despertar (dentro área quirófano)	Sala estar personal	Local limpieza	Vestuario personal, local limpio	Vestuario personal, local sucio	Vestuario personal con WC, local sucio	Esclusa pacientes	Esclusa de abastecimiento	Esclusa de eliminación
1	Quirófano aséptico																					
2	Quirófano séptico																					
3	Lavabo	←	0																			
4	Antesala de entrada	←	0	0																		
5	Antesala de salida	←	0	0	0																	
6	Local instrumental limpio (junto quirófano)	←	↑	↑	↑	↑																
7	Almacén material estéril (junto quirófano)	←	↑																			
8	Pasillo de quirófano			←	←	←	←	←														
9	Preparación instrumental limpio						0	←	↑													
10	Preparación instrumental sucio								←	←												
11	Esterilización parte limpia	←	↑					0	↑	↑												
12	Esterilización parte sucia								←		0	←										
13	Sala despertar (dentro área quirófano)								←													
14	Sala estar personal								←													
15	Local limpieza								←	←	0	←	0									
16	Vestuario personal, local limpio								←													
17	Vestuario personal, local sucio								←								←					
18	Vestuario personal con WC, local sucio																←	←				
19	Esclusa pacientes								←					0								

20	Esclusa de abastecimiento							←												
21	Esclusa de eliminación	←						←												
22	Resto Hospital									←	←	←	←		←	←	←	←	←	←
23	Aire exterior	←	←					←		←	←	←		←	←					

3.2.3 TIPOLOGÍA DE SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN.

Existe una gran variedad de diseños y equipos para climatizar locales; por esto mismo y por el hecho de que varios sistemas tienen características comunes, es muy difícil hacer una clasificación con diferenciaciones netas entre unos y otros.

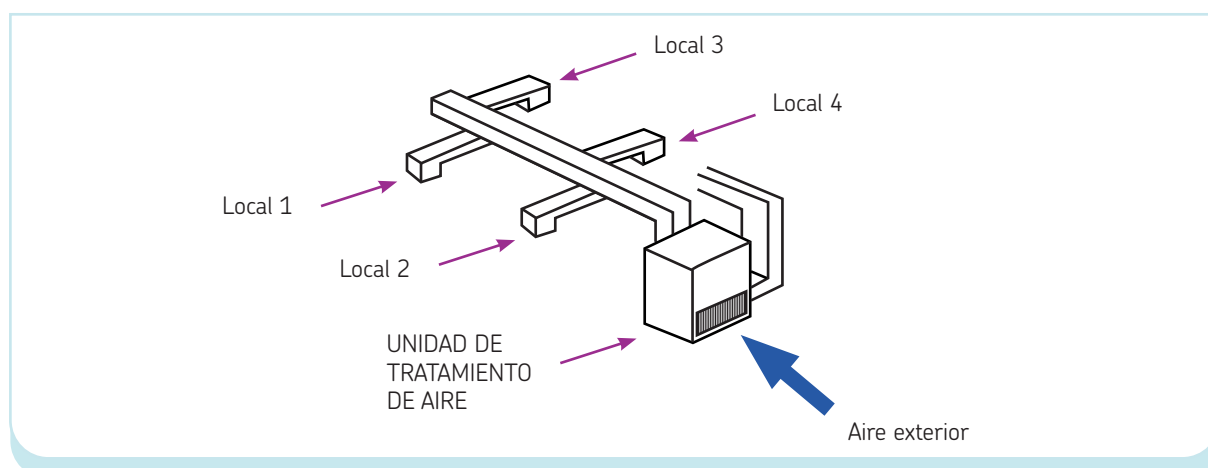
En función de las tres partes básicas que componen una instalación térmica: producción, distribución y emisión, podemos indicar:

- I. **Producción térmica:** Está formada por generadores de calor y frío. Mientras que para generar calor lo más usual es utilizar calderas o bombas de calor, para generar frío, especialmente en hospitales pequeños, se utilizan enfriadoras agua-agua junto a torres de refrigeración en el interior o enfriadoras agua-aire en el exterior.
- II. **Distribución:** El fluido transportador de energía térmica procedente de los generadores de calor y/o frío debe ser transportado a los locales a climatizar mediante alguno de los siguientes fluidos: agua, aire o refrigerante. Se pueden clasificar las instalaciones dependiendo del tipo de fluido como:
 - **Instalaciones todo aire,** formadas por climatizadores con sistemas de conductos, mediante los cuales al local le llega solo aire que es utilizado para compensar las cargas térmicas en el recinto climatizado sin recibir ningún tratamiento posterior.

En este tipo de instalación se tiene la capacidad para controlar la renovación del aire y la humedad del ambiente. Además, en ellas se lleva a cabo la regulación de la temperatura ambiente mediante una regulación continua sobre la temperatura del aire de impulsión o sobre el caudal de aire de éste.

Entre las ventajas que proporciona este tipo de instalación incluyen el mantenimiento centralizado de los equipos, un funcionamiento silencioso, debido a que los equipos mecánicos se encuentran fuera de los locales a climatizar y una facilitación de recuperación de energía. Por el contrario, se necesitan falsos techos amplios lo que dificulta futuras reformas y existe una dificultad de control de la temperatura ambiente en los locales climatizados por este tipo de instalación.

Figura 9. Diagrama de funcionamiento de una instalación todo aire



- **Instalaciones agua-aire**, formadas *fan coils* con aporte de primario mediante los cuales al local le llega agua y aire.

Por un lado, el aire (primario) es utilizado para proveer las necesidades de ventilación y pretratamiento térmico de los locales. Por otro lado, el agua se distribuye hasta los elementos terminales, donde pasa el aire tratado junto con el aire de recirculación en el mismo local. Este aire (secundario) compensa la carga sensible a través de la batería por la que circula agua fría/caliente o gas refrigerante.

El tipo más representativo es el climatizador con conductos para proveer el aire primario a cada *fan coil* situado en el local a climatizar.

Las ventajas más significativas que proporciona este tipo de instalación son: un mejor control de temperatura ambiente en los locales y un funcionamiento silencioso. Por el contrario, no poseen un mantenimiento centralizado y necesitan un aporte de aire primario para la ventilación y generan ruidos mecánicos en los locales a climatizar.

Lo más habitual en un hospital es disponer de sistemas de climatización agua-aire en las áreas que se necesite un control más específico por parte del usuario para un mayor confort, como por ejemplo las habitaciones de hospitalización, con un sistema a 4 tubos, para poder requerir frío o calor según necesidades. En el resto de zonas se utilizan de forma generalizada sistemas todo aire, agrupándolos por áreas de similares características.

- III. Emisión en locales:** Se suelen utilizar difusores y rejillas, que pueden estar incorporadas en los propios equipos (unidades terminales) o formar parte de la red de conductos de distribución.

Los elementos más destacados en las instalaciones de climatización son:

- **Sistema de humectación**

La humectación se realiza mediante la inyección de vapor, utilizando lanzas apropiadas. El agua que se utilice para producir vapor debe tener, como mínimo, calidad de agua potable. Para evitar el crecimiento de gérmenes se debe proceder, en caso de ser necesario, a un tratamiento adecuado del agua para garantizar la inocuidad toxicológica del aire de impulsión.

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

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

- **Recuperación de calor**

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

A pesar de no ser estrictamente obligatorio, es recomendable emplear intercambiadores de calor que garanticen la total independencia entre los flujos de entrada y salida de aire.

Las eficiencias mínimas en calor sensible sobre aire exterior y las pérdidas de presión máximas en función del caudal del aire exterior deben ser como mínimo las indicadas en siguiente tabla extraída del RITE:

Tabla 4. Eficiencias y presiones según RITE en función del caudal de aire exterior

Caudal de aire exterior	Eficiencia mínima	Pérdida de presión máxima
M3/s	%	Pa
de 0,5 a 1,5	50	180
de 1,5 a 3,0	55	200
de 3,0 a 6,0	60	220
de 6,0 a 12	70	240
más de 12	75	260

> Baterías

La batería del climatizador se debe colocar delante del segundo nivel de filtración.

Todas las baterías de refrigeración deben estar montadas sobre una bandeja de recogida de condensados provista de un desagüe. Para evitar entradas no deseadas desde el desagüe, se instalará un sifón con un sello hidráulico de altura adecuada a la presión existente en la cámara de aire; el mínimo es de 50 mm de diámetro.

En ningún caso es admisible la conexión directa del sifón a la red general de desagües del edificio.

Con el fin de facilitar las operaciones de limpieza y desinfección en el interior de la batería, el número de rangos de las baterías no debe ser mayor que cuatro. Cuando por dimensiones una batería requiera más de cuatro rangos, se dispondrán dos baterías en serie, lado agua y lado aire, con flujos globalmente en contracorriente.

Se recomienda que la velocidad de paso del aire a través de las baterías de refrigeración sea tal que no se provoque el arrastre de gotas de agua, haciendo innecesaria la instalación de separadores de gotas.

En caso de ser necesario, los separadores de gotas se colocarán en el sentido de circulación del aire, detrás de la batería de refrigeración y siempre delante del segundo nivel de filtración.

Los separadores de gotas deben ser resistentes a la corrosión, de fácil limpieza y deben poder desinfectarse.

La batería, la bandeja de recogida del agua y los separadores de gotas deben ser resistentes a la corrosión, se deben poder limpiar y desinfectar. La batería debe ser accesible desde ambos lados (entrada y salida del aire).

> Tomas y descargas de aire

Para mantener la calidad del aire en el interior del bloque quirúrgico es primordial la situación de las tomas de aire exterior respecto de fuentes de contaminación (descargas de aire, humos, terreno, cubiertas, etc.).

Se seguirán las recomendaciones establecidas en el apartado 6.1 de la norma UNE 100713:2005 sobre tomas de aire exterior y salidas de aire de expulsión.

En la siguiente tabla se indican las distancias mínimas entre la toma de aire exterior y algunas fuentes de contaminación que se recomiendan en la norma.

Tabla 5. Distancia mínima de toma de muestra

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

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

➤ **Conductos**

Los conductos deben ser lo más cortos posibles y deben estar provistos de registros de inspección según la norma UNE ENV 12097.

No se permite el empleo de tramos de conducto flexible, excepto para la conexión a unidades terminales de aire y con una longitud máxima de 2 metros.

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

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

Los conductos de impulsión y extracción deberán estar provistos de compuertas herméticas para evitar el intercambio de aire entre locales en situaciones anormales de funcionamiento. En el conducto de impulsión la compuerta de cierre se colocará antes del tercer nivel de filtración. El conducto de extracción la compuerta de cierre se colocará en un tramo de conducto antes de la unión con conductos procedentes de otros locales, aunque sean del mismo tipo.

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

3.2.4 MANTENIMIENTO INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN EN UN HOSPITAL

3.2.4.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento específico de la instalación de climatización de un hospital, y en especial de los quirófanos y salas especiales, puede afectar la seguridad de estos espacios y de sus usuarios.

La normativa de referencia para mantener estas instalaciones es la siguiente:

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios
- UNE 100012:2005
- UNE 100030:2005 IN. Esta norma sólo se menciona para las torres de refrigeración y los condensadores evaporativos
- UNE 100004:2006
- UNE 100713:2005
- UNE-EN 12097 (Obligatoria según el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios para realización de registros de conductos)

Como regla general, se deberá disponer de un registro de operaciones de mantenimiento e históricos, fácil de consultar y a disposición de los técnicos competentes.

Las operaciones se clasifican en dos niveles: obligatorio y ordinario. El nivel obligatorio indica que la actuación la impone la reglamentación española vigente. El nivel ordinario, indica que, aunque la operación no sea obligatoria desde la reglamentación vigente, se recomienda su realización desde la ingeniería, consultores independientes, normativas UNE o fabricantes.

3.2.4.2 CONCEPTOS GENERALES

El personal de mantenimiento deberá cumplir los requisitos siguientes:

- Personal con cierta exclusividad en áreas críticas.

- > Existencia de programa de mantenimiento exclusivo.
- > Existencia de control interno / externo periódico sobre el estado del mantenimiento.
- > Trabajo conjunto con el personal de limpieza y responsable del control ambiental.

Se deberá prestar especial cuidado en la sala técnica de climatizadores:

- > Vigilar condiciones de calidad de toma de aire exterior.
- > Limpieza periódica de las diferentes secciones de las unidades climatizadoras y de los conductos. En especial la batería de condensados.
- > Sustitución de las diferentes etapas de filtros de las unidades climatizadoras.
- > Revisión periódica del funcionamiento de las unidades humectadoras y su limpieza interior y de la lanza de vapor.

En el interior de quirófanos y salas especiales se deberá prestar especial atención a:

- > Seguir una estricta disciplina en la manera de realizar las operaciones de mantenimiento (vestido, herramientas, repuestos, embalajes...).
- > Cuidar el nivel de ensuciamiento de los filtros absolutos.
- > Realizar las operaciones de cambio de filtros.
- > Controlar periódicamente el funcionamiento de los elementos de control y medida.
- > Mantener las condiciones de estanqueidad de los elementos de cierre del quirófano.
- > Analizar registros históricos del sistema de gestión.

A continuación, se detallan algunas de las operaciones particulares a realizar sobre los equipos y elementos de las instalaciones de climatización de un quirófano.

3.2.4.3 OPERACIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN QUIRÓFANOS

Equipo: Red de conductos de aire y accesorios

- > Periodicidad: Anual
- > Nivel: Obligatorio
- > Normativa: Recomendado según UNE 100012:2005
 - 01. Determinar necesidad de higienización mediante una evaluación del estado de higienización del sistema mediante inspección visual, la realización de un muestreo del estado de las superficies y la realización de un análisis de la calidad del aire de ventilación.
- > Si es necesaria la higienización se recomienda seguir los protocolos de higienización definidos en la norma UNE 100012:2005.

Equipo: Red de conductos de aire y accesorios

- > Periodicidad: Anual
- > Nivel: Ordinario
- > Podría añadirse al listado de trabajos de la orden de trabajo siguiente:
 - 01. Inspeccionar el estado del aislamiento.
 - 02. Verificar la estanqueidad inspeccionando las juntas y las conexiones.
 - 03. Verificar la inexistencia de vibraciones.
 - 04. Comprobar, ajustar y regular los caudales.
 - 05. Limpiar los tramos de conducto que presenten suciedad.

Equipo: Red de conductos de aire y accesorios

- > Periodicidad: Anual
- > Nivel: Ordinario
- > Normativa: Recomendado según UNE 100030

- 01. Inspección de estado exterior: oxidaciones, uniones, cintas adhesivas desprendidas, fisuras, pérdidas de aislamiento, enlucidos, etc. Corrección de defectos encontrados.
- 02. Inspección de estanquidad. Localización de fugas de aire por juntas o uniones: sellado de uniones.
- 03. Inspección de deformaciones en conducto: corrección de deformaciones o aplicación de refuerzos.
- 04. Inspección de signos de humedad, goteras de agua sobre conductos.
- 05. Verificación de inexistencia de corrosiones en conductos metálicos. Limpieza y protección de zonas oxidadas.
- 06. Inspección de estado de uniones.
- 07. Inspección del estado del aislamiento térmico exterior y barrera antivapor y reparación si procede.
- 08. Inspección de acoplamientos y uniones flexibles o elásticas con máquinas: corrección de roturas y fugas.
- 09. Inspección de los soportes: verificación de espaciado, anclajes, fijaciones a los tirantes, tacos de anclaje, inexistencia de vibraciones.
- 10. Inspección interior: suciedad acumulada; desprendimiento de paneles, deflectores, aislamiento, etc. Limpieza interior si procede según norma UNE 100012.
- 11. Inspección interior de conductos de fibra de vidrio: verificación de inexistencia de deterioros en las superficies en contacto con el aire, erosiones en la fibra de vidrio. Reparaciones si procede.
- 12. Comprobación del estado de burletes y juntas de los registros de acceso y sustitución si procede.
- 13. Comprobación de cierre y ajuste de compuertas manuales de regulación de caudal.
- > Silenciadores
 - 01. Inspección de estanquidad: corrección de fugas de aire.
 - 02. Inspección de uniones y acoplamientos elásticos con conductos y máquinas. Reparación de defectos.
 - 03. Medición de caudales en circulación y pérdidas de carga y comparación con los valores de diseño.
- > Compuertas de regulación motorizadas
 - 01. Inspección de estado de lamas y goznes de soporte. Limpieza de superficies en contacto con el aire y engrase de goznes, si procede.
 - 02. Comprobación del posicionamiento de las compuertas. Apertura y cierre manual.
 - 03. Verificación de la fijación de las lamas. Verificación de la inexistencia de ruidos y vibraciones provocadas por el flujo de aire durante el funcionamiento normal. Ajustes si procede.
 - 04. Inspección de los sistemas de accionamiento mecánico: apriete de tornillos y timonería y engrase de rótulas si procede.
 - 05. Verificación del estado y funcionamiento de servomotores. Apriete de conexiones eléctricas. Comprobación de respuesta a las señales de mando.
 - 06. Verificación de recorridos en compuertas motorizadas. Inspección final de carrera. Ajustes si procede.
- > Elementos de difusión, retorno y extracción de aire
 - 01. Inspección del estado exterior: Limpieza de superficies y zonas de influencia.
 - 02. Verificación de la fijación de las lamas. Verificación de la inexistencia de ruidos y vibraciones provocadas por el flujo de aire durante el funcionamiento normal. Ajustes si procede.
 - 03. Verificación de estado y funcionalidad de compuertas de regulación de caudal: manuales o automáticas. Comprobación de libre apertura y cierre. Ajustes si procede.
 - 04. Inspección de deflectores. Corrección de orientaciones si procede.
 - 05. Medición de caudales de aire, por muestreo y comparación con los valores de diseño.
 - 06. Verificación del estado y afianzamiento de marcos y elementos de sujeción.
 - 07. Inspección del sellado de elementos de difusión a conductos y paramentos. Corrección si procede.
- > Compuerta de sobrepresión
 - 01. Inspección de soporte de lamas. Verificación de que no existen ruidos ni golpeteos anómalos durante el funcionamiento. Comprobación del cierre de los pasos de aire en situación de reposo.
 - 02. Limpieza de superficies exteriores.

Equipo: Red de conductos de aire y accesorios

- > Periodicidad: Cada 2 años
- > Nivel: Ordinario
- > Normativa: Recomendado según norma UNE 100004:2006
- > Compuertas cortafuegos
 - 01. Comprobación de funcionamiento: eliminación de obstáculos para su libre cierre y apertura.
 - 02. Inspección de los mecanismos de actuación y de su respuesta a las señales de mando.
 - 03. Inspección de fusibles y conexiones eléctricas. Apriete de conexiones.
 - 04. Comprobación del estado de la clapeta de obturación y de que queda abierta después de la inspección.

Equipo: Unidades de tratamiento de aire (climatizadores)

- > Periodicidad: Mensual
- > Nivel: Obligatorio
- > Normativa: Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios IT 3
 - 01. Revisar y limpiar los filtros. Reponerlos si es necesario.
 - 02. Inspeccionar visualmente la ausencia de fugas en prensas, racores y juntas de la red de tuberías y accesorios.

Equipo: Unidades de tratamiento de aire (climatizadores)

- > Periodicidad: Bimensual
- > Nivel: Ordinario
- > Normativa: Recomendado por norma UNE 100004:2006
 - 01. Desmontar y limpieza del chicle y electrodos (autoproducción) del humidificador.
 - 02. Desmontar y limpiar la bomba de drenaje del humidificador.
 - 03. Comprobar el correcto apriete en los ventiladores.
 - 04. Comprobar el correcto funcionamiento de las compuertas de toma y salida de aire.
 - 05. Verificar los presostatos diferenciales en el sistema de control.
 - 06. En caso de humectadores de placa húmeda, si es necesario desinfectar o sustituir.

Equipo: Unidades de tratamiento de aire (climatizadores)

- > Periodicidad: Semestral
- > Nivel: Obligatorio
- > Normativa: Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios IT 3
 - 01. Engrasar las compuertas.
 - 02. Comprobar el correcto funcionamiento del desagüe de condensados.
 - 03. Comprobar la ausencia de vibraciones y ruidos.
 - 04. Engrasar los rodillos y elementos móviles.
 - 05. Verificar los anclajes.
 - 06. Verificar y ajustar la alineación de las poleas.
 - 07. Verificar el estado de corrosión y aplicar protecciones antioxidantes si es necesario.
 - 08. Limpieza general y comprobación de la estanquidad de la bandeja de condensados.
 - 09. Verificación general de la estanquidad de las juntas de unión.
 - 10. Inspeccionar el aislamiento térmico.
 - 11. Inspeccionar los soportes antivibratorios.
 - 12. Verificar y ajustar las sondas y los elementos de campo.
 - 13. Verificar el correcto funcionamiento de las válvulas según las señales de mando.

- 14. Verificar y ajustar los órganos de acción de las válvulas motorizadas.
- 15. Comprobar la estanqueidad de las válvulas de interceptación.
- 16. Revisión y limpieza de los filtros de agua.
- 17. Realizar la limpieza exterior y revisión general de las baterías y comprobar la ausencia de pérdidas.

Equipo: Unidades de tratamiento de aire (climatizadores)

- > Periodicidad: Semestral
- > Nivel: Obligatorio
- > Normativa: Recomendaciones de la norma UNE 100012:2005
 - 01. Determinar necesidad de higienización mediante una evaluación del estado de higienización del sistema mediante inspección visual, la realización de un muestreo del estado de las superficies y la realización de un análisis de la calidad del aire de ventilación.
- > Se recomienda seguir los Protocolos de higienización definidos en la norma UNE 100012:2005.

Equipo: Unidades de tratamiento de aire (climatizadores)

- > Periodicidad: Anual
- > Nivel: Obligatorio
- > Normativa: Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios IT 3
 - 01. Realizar la limpieza exterior y revisión general de las baterías y comprobar la ausencia de pérdidas.
 - 02. Comprobar la circulación de las baterías purgando si es necesario.
 - 03. Inspeccionar la inexistencia de fugas en los tramos visibles de la red de tuberías, comprobar la estanqueidad de los circuitos de distribución.

Equipo: Unidades de tratamiento de aire (climatizadores)

- > Periodicidad: Anual
- > Nivel: Ordinario
- > Normativa: Recomendaciones según norma UNE 100004:2006 IN
 - 01. Inspección de estado de superficies exteriores, limpieza y eliminación de corrosiones.
 - 02. Repaso de pintura de las superficies exteriores.
 - 03. Inspección de tejadillos exteriores de protección.
 - 04. Inspección de cierres de puertas y registros.
 - 05. Reparación y cambio de burletes, si procede.
 - 06. Limpieza de las superficies interiores de todas las secciones y módulos.
 - 07. Verificación del estado y funcionalidad de los soportes antivibratorios.
 - 08. Verificación de estado de impermeabilizaciones, juntas y telas asfálticas. Reparación si procede.
 - 09. Inspección de los tornillos de unión de módulos.
 - 10. Sustitución de tornillos oxidados.
 - 11. Inspección del estado de los aislamientos termoacústicos interiores y reparación si procede
 - 12. Inspección del circuito de alumbrado interior.

Equipo: Filtros

- > Periodicidad: Mensual
- > Nivel: Ordinario
- > Normativa: Según recomendaciones de la norma UNE 100004:2006 IN
 - 01. Verificación de inexistencia de fugas de aire por juntas de paneles, puertas y registros.
 - 02. Inspección de estado y limpieza de filtros de aire. Limpieza o preferentemente sustitución, cuando sea preciso.

Equipo: Filtros

- > Periodicidad: Anual
- > Nivel: Ordinario
- > Normativa: Según recomendaciones de la norma UNE 100004:2006 IN
 - 01. Inspección de estado de superficies exteriores, limpieza y eliminación de corrosiones.
 - 02. Repaso de pintura de las superficies exteriores.
 - 03. Inspección de cierres de registros y puertas. Reparación y cambio de burletes, si procede.
 - 04. Inspección de los tornillos de unión de módulos. Sustitución de tornillos oxidados.
 - 05. Limpieza de las superficies interiores de los módulos y secciones de filtración.
 - 06. Inspección del estado de los aislamientos termo acústicos interiores o exteriores y reparación si procede.
 - 07. Comprobación de la estanqueidad de los portamarcos y bastidores de soporte de filtros y reparación si procede.

Equipo: Filtros

- > Periodicidad: Cada dos años
- > Nivel: Ordinario
- > Normativa: Según recomendaciones de la norma UNE 100004:2006 IN
 - 01. Verificación del estado y estanquidad de uniones flexibles en embocaduras a conductos y reparación si procede.
 - 02. Comprobación del funcionamiento del control automático avisador de filtros sucios.

Equipo: Instalación general

- > Periodicidad: Anual
- > Nivel: Ordinario
- > Normativa: Norma UNE 100713:2005
 - 01. Realizar análisis higiénico según protocolo:
- A. Medición de la estanquidad entre la junta de la célula filtrante y el perfil de estanquidad de la carcasa soporte.
- B. Contaje de partículas. El contaje de partículas en los locales con ambiente de clase I se realizará directamente en el aire impulsado.
- C. Medición de la concentración de microorganismos en el aire. La medición se debe realizar en los quirófanos y en el resto de los locales con ambiente clase I, en la impulsión del aire y detrás de la unidad terminal.
- D. Comprobación del sentido de circulación del aire. Se debe realizar, con el local cerrado, mediante la prueba de humo.

3.2.4.4 OPERACIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO POR ENTIDADES DE CONTROL**Equipo: Instalación general**

- > Periodicidad: Cada 4 años
- > Nivel: Obligatorio
- > Normativa: Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios
 - 01. Realizar inspección sistemas de calefacción, ventilación y agua caliente sanitaria

Equipo: Instalación térmica completa

- > Periodicidad: Cada 15 años
- > Nivel: Obligatorio

- Normativa: Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios
 - 01. Realizar inspección instalación térmica completa

3.3 GASES MEDICINALES

3.3.1 INTRODUCCIÓN

Los gases medicinales tienen la consideración de medicamentos especiales desde 2005 cuando son recogidos por la Ley 25/1990 del 20 de diciembre del Medicamento en su artículo 54bis. La singularidad de estos fármacos, así como el de otros gases productos sanitario de uso medicinal, es que requiere de instalaciones, de dispositivos, de sistemas y de equipos que garanticen de una forma segura su almacenamiento y/o producción. Así mismo, garantizará su correcta distribución y su suministro al paciente, conservando inalterables las características técnicas de calidad, certificadas por empresas farmacéuticas y exigidas en la Real Farmacopea Española o, en su defecto, por la Farmacopea Europea. En los procesos de fabricación y control de los gases medicinales, se tendrán en cuenta las normas relativas a la correcta fabricación de medicamentos vigentes en la Unión Europea, publicadas por el Ministerio de Sanidad y a las de los gases medicinales licuados producidos en plantas industriales, con la consideración de principios activos, se regirán por las normas ICH Q7A sobre buenas prácticas para principios activos.

Al conjunto de todos los elementos que permiten suministrar los gases medicinales al paciente, tras su descarga desde cisternas criogénicas provenientes de fabricantes farmacéuticos a depósitos criogénicos instalados en recintos del hospital y su posterior canalización, se le denomina sistema de distribución de gases medicinales (SDGM). Todos y cada uno de los elementos que lo componen deben de tener el certificado europeo de producto sanitario.

El SDGM, por lo tanto, transporta y distribuye a través de una red de canalizaciones los gases medicinales autorizados como medicamento y aquellos gases con la consideración de productos sanitarios desde las unidades de almacenamiento y/o producción hasta las tomas de consumo final o, en casos muy específicos, hasta puntos donde desempeñan su función, como es el caso del nitrógeno líquido producto sanitario para la criopreservación.

Asimismo, también forman parte del SDGM tanto el sistema de eliminación de medicamentos (gas anestésico) como la instalación utilizada para la succión de los fluidos corporales (vacío).

La Agencia Española del Medicamento y de Productos Sanitarios (AEMPS), agencia estatal perteneciente al Ministerio de Sanidad, es la responsable de autorizar la comercialización de todos los medicamentos y productos sanitarios utilizados en España.

Entre ellos, se encuentran los siguientes gases medicinales con consideración de medicamento:

- Oxígeno (O_2) en dos formatos: licuado (criogénico) y en estado gaseoso comprimido a 200 bares
- Protóxido de nitrógeno (N_2O): licuado a presión.
- Aire medicinal como gas comprimido o producción on site a través de un mezclador o un compresor de aire.
- Óxido nítrico comprimido
- Mezcla de oxígeno comprimido y protóxido de nitrógeno comprimido.

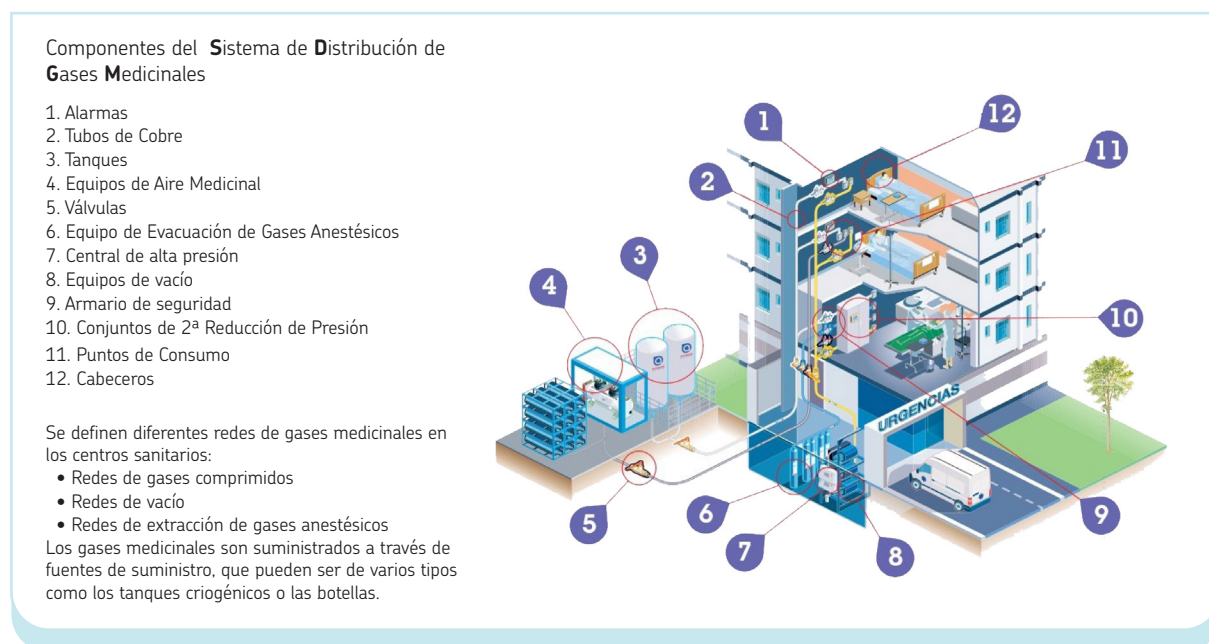
Y los gases con la consideración de productos sanitarios:

- Dióxido de carbono (CO_2)
- Nitrógeno líquido para la criopreservación

3.3.2 DISTRIBUCIÓN DE GASES MEDICINALES Y PRODUCTOS SANITARIOS

La forma de distribuir los gases medicinales considerados como medicamento y los gases considerados como productos sanitarios viene determinada principalmente por su consumo, de tal forma que su gestión sea la óptima tanto en términos de coste, calidad, trazabilidad y logística como en términos de seguridad.

Figura 10. Esquema básico de distribución de gases medicinales en un hospital



Fuente: Air Liquide Healthcare

3.3.2.1 DISTRIBUCIÓN DE GASES MEDICINALES Y PRODUCTOS SANITARIOS MEDIANTE BOTELLAS

Este método de distribuir el gas utiliza botellas/balas transportables como envase y no requiere de ninguna instalación adicional, exceptuando aquellas que garantizan las medidas de seguridad exigibles para recipientes a presión. El gas se encuentra comprimido a alta presión (200 bares en el caso del oxígeno comprimido) y mediante un manorreductor, incorporado a la propia botella, se reduce la presión. El caudal se regula conectando directamente al paciente un caudalímetro, según prescripción facultativa.

Este método de suministro y distribución de los gases no requiere, como se ha indicado previamente, de ninguna instalación, aunque es necesario disponer de espacios acondicionados que cumplan con las recomendaciones y la normativa de conservación y de seguridad de los diferentes tipos de gases comprimidos en recipientes. Se necesitará un almacén general de stock de las botellas, almacén de stocks intermedios y espacios seguros en el área de influencia del paciente donde poder situar las botellas para su suministro directo. La reposición del almacén se realizará siguiendo las pautas de la técnica de gestión de la carga FEFO (*first expires, first out*), por la que los productos más próximos a caducar se dispensan antes y a igualdad de caducidad se priorizan los más antiguos.

3.3.2.2 DISTRIBUCIÓN DE GASES MEDICINALES CANALIZADOS

Es el sistema de distribución de gases medicinales que cuenta con un mayor número de instalaciones. Se utilizan, como envases para su distribución, redes de tuberías canalizadas que pueden llegar a cubrir grandes distancias desde los depósitos criogénicos de almacenamiento a las tomas finales de suministro al paciente.

El gas se transporta en estado líquido en cisternas criogénicas y se descarga mediante bombas adecuadas a tanques criogénicos situados en el recinto hospitalario en los que se almacena. La entrega del gas licuado se documentará con el lote de fabricación, la analítica del producto y un certificado de calidad del gas medicamento o gas producto sanitario.

El conjunto de todos los elementos que permiten suministrar el gas, forman el sistema de distribución de gases medicinales y está compuesto por varios elementos, de tal manera que todos ellos deben tener el certificado europeo de producto sanitario.

3.3.2.3 DISTRIBUCIÓN DE GASES MEDICINALES Y PRODUCTOS SANITARIOS MIXTOS

Este método de distribución del gas comprimido utiliza como envase en primer lugar las botellas para, en segundo lugar, canalizar el gas hasta las tomas finales o puntos de uso final. La diferencia con la distribución únicamente mediante botellas consiste en disponer de una instalación de rampa o rampas de botellas a alta presión con una central de reducción y control de la presión, conectadas a una red de canalización que suministra el gas a una presión nominal de distribución a las diferentes tomas. Cada rampa dispondrá de un número limitado de botellas del mismo tamaño que se conectarán en paralelo. En caso de existir dos rampas, se instalará un selector de fuentes de funcionamiento neumático que permite seleccionar la rampa de suministro a la canalización por diferencia de presiones, quedando la segunda rampa de reserva (*back up*).

Este método de distribución de gases se utiliza principalmente en áreas específicas donde se requiere un gas determinado para técnicas concretas, como es el caso del uso del óxido nítrico como medicamento en las unidades de cuidados intensivos o en el caso de la especialidad de aparato digestivo en las técnicas de laparoscopia en las que se utiliza para la insuflación del tubo digestivo el dióxido de carbono CO₂ como gas producto sanitario.

> Fuentes de suministro

Cada sistema de suministro de los distintos gases medicinales debe comprender al menos tres fuentes de suministro independientes:

1. Fuente de suministro primaria. Esta fuente de suministro debe estar conectada de forma permanente y debe ser la fuente de suministro principal del centro hospitalario.
2. Fuente de suministro secundaria. Esta fuente de suministro está conectada de forma permanente y debe de suministrar gas de forma automática en el caso de que la fuente principal sea incapaz de hacerlo.
3. Fuente de suministro de reserva. Esta fuente de suministro está conectada de forma permanente y está preparada para usarse en los casos en el que la fuente primaria y fuente secundaria fallen activándose de manera manual o automática.

La capacidad y almacenamiento de cualquier sistema de suministro se debe basar en la demanda de caudal, la utilización y la frecuencia de utilización estimadas. Con todo ello, las características principales de una red de gases medicinales son:

- Poseer tres fuentes de suministro.
- Mantener la presión y el caudal independiente de la fuente de suministro en funcionamiento.
- Automatización del cambio entre una fuente de suministro y otra, sin interferir en el caudal y la presión de suministro.
- Mantenimiento de los equipos que componen el sistema de distribución de gases medicinales sin necesidad de realizar un corte de suministro.

> Tanques criogénicos

Los tanques criogénicos son depósitos para el almacenamiento de fluidos criogénicos en estado líquido constituidos por un recipiente interior de acero inoxidable y una envolvente de acero al carbono. El aislamiento térmico se realiza con relleno de la cámara entre los dos depósitos con material aislante y alto vacío.

A la salida de los tanques es necesaria la instalación de un evaporador atmosférico, el cual hace de intercambiador de calor y se produce el proceso físico de evaporación que consiste en el paso lento y gradual del estado líquido del gas hacia un estado gaseoso.

El transporte desde las plantas de producción de los laboratorios farmacéuticos se realizará en cisternas criogénicas y la descarga mediante bombas criogénicas. Se necesitará una zona de descarga del gas licuado que deberá de tener la superficie no bituminosa con el objeto de evitar la presencia de materiales combustibles durante su proceso.

> **Instalación de producción de aire medicinal**

El aire medicinal medicamento se puede producir mediante dos procesos diferentes. En el caso de elegir un sistema de distribución de gases medicinales para el suministro de los gases medicamento, se tendrá que escoger su método de producción, bien mediante mezcladores de nitrógeno y de oxígeno o bien mediante centrales de compresores y etapas de filtración. Las instalaciones necesarias para cada caso son diferentes y presentan peculiaridades y requerimientos de diseño distintos.

La producción de aire sintético medicinal mediante mezcladores ofrece mayores garantías dado que su producción es a partir de la mezcla de dos productos – oxígeno líquido y nitrógeno líquido – producidos por laboratorios farmacéuticos bajo buenas prácticas de fabricación (BPF) o good manufacturing practice (GMP), aplicables a las operaciones de fabricación de medicamentos o productos médicos, garantizando la calidad y constituyendo un factor que asegura que los productos se fabrican de forma uniforme y controlada, de acuerdo con las normas de calidad adecuadas al uso que se pretende dar a los productos y conforme a las condiciones exigidas para su comercialización. El conjunto compresor-cadena de filtración son instalaciones concebidas para producir in situ aire medicinal a partir de aire ambiente, el cual es comprimido y se le da un tratamiento exhaustivo para garantizar que cumple con la calidad exigida por la farmacopea europea, suministrando a la red de canalización para su distribución a las tomas finales de consumo.

La central de producción de aire medicinal produce un medicamento en continuo, por lo que debe de cumplir con los requisitos para el diseño, instalación, función, rendimiento, pruebas, puesta en servicio y documentación tanto de la normativa industrial norma UNE EN ISO 7396-1, así como con los requisitos respecto del marcado CE de producto sanitario regulado mediante el R.D. 1591/2009, de 16 de octubre, por el que se regulan los productos sanitarios.

> **Centrales de alta presión**

Las centrales de alta presión son dispositivos certificados como productos sanitarios, que gracias a su sistema de inversión garantizan la alimentación en continuo de las redes de distribución de gases medicinales a partir de rampas de botellas o de bloques de botellas.

> **Tubería de gases medicinales**

Los tubos utilizados son de cobre. Todos los componentes para instalar en las redes de distribución de gases medicinales deberán estar certificadas como “desengrasadas para uso con oxígeno”.

Todas las uniones se realizan con soldadura oxiacetilénica utilizando como material de aporte una varilla de plata libre de cadmio con un contenido mínimo del 30% Ag. De esta manera, se consiguen soldaduras con una resistencia adecuada. Todas las soldaduras serán realizadas en presencia de atmósfera inerte para evitar la formación de residuos que pudieran llegar a pacientes.

> **Cuadros de regulación y reducción**

La instalación, como se detalla más adelante, puede disponer de uno o dos cuadros de regulación de la presión. La presión de los gases a la salida de los tanques criogénicos es muy superior a la presión de servicio en la toma final. Por ejemplo, el oxígeno comprimido a la salida de los evaporadores es de 11 – 13 bares, mientras que su presión de servicio nominal es de 4 – 5 bares. Esta reducción de presión se consigue, por un lado y en menor cuantía, por las pérdidas de carga propias del paso del gas por las tuberías de distribución hasta llegar a las tomas de consumo final y, principalmente, por

cuadros de reducción de presión mediante manorreductores. El sistema podrá disponer de un único cuadro de reducción de presión o de dos cuadros. La elección determinará el diseño y el modo de funcionamiento de la instalación.

➤ **Válvula de corte**

Las válvulas de corte son dispositivos certificados como productos sanitarios, instalados para sectorizar y aislar las zonas de la red definidas en proyecto.

➤ **Toma de gases**

Las tomas de gases son dispositivos certificados como productos sanitarios, tienen como finalidad efectuar conexiones rápidas en la red de gases medicinales. Estas tomas son exclusivas para cada gas desde su fabricación. Imposibilitan la conexión de un dispositivo de suministro de distinto gas al de la toma. Disponen de doble válvula antirretorno que permite el cambio de la toma sin realizar ningún corte de suministro de gas.

➤ **Sistema de alarmas**

El sistema de alarmas es un dispositivo certificado como producto sanitario, garantiza la seguridad de la red desde la central de alta presión hasta la toma mural. Este sistema controla el conjunto de la red y señala cualquier anomalía a través de señales sonoras, luminosas y visuales.

Existen diferentes tipos de alarmas para el control de la instalación para los profesionales responsables de la instalación y de aviso al personal sanitario asistencial por parámetros de funcionamiento fuera de los rangos predeterminados, de tal forma que se puedan adoptar las medidas alternativas necesarias.

3.3.2.4 OTROS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

➤ **Red de vacío**

Las centrales de vacío son dispositivos certificados como productos sanitarios y están concebidas para producir in situ una depresión en un sistema canalizado. Constan de bombas de vacío por las que, mediante una red de canalizaciones, se consigue una fuente de vacío con la que, entre otras cosas, poder succionar y recoger secreciones producidas durante intervenciones quirúrgicas o generadas a consecuencia de enfermedades.

La central de vacío dispone de:

- Bombas de vacío que producen la depresión.
- Válvulas de corte y antirretorno.
- Sistema de filtrado doble de partículas y bacteriológico.
- Cuadro de control y de alarmas.

➤ **Sistema de extracción de gases anestésicos (SEGA)**

Se instalan normalmente en salas de cirugía e intervencionismo con el objetivo de expulsar de forma segura, por el principio de Venturi, fuera del edificio los vapores residuales de los gases anestésicos volátiles que salen del circuito de anestesia, al no ser inhalados por el paciente, durante la administración de la anestesia o bien, que son exhalados por él mientras se recuperan de la anestesia.

➤ **Nitrógeno producto sanitario para la criopreservación**

El nitrógeno líquido con la consideración de producto sanitario para la criopreservación se utiliza para la conservación de muestras en unas condiciones muy específicas a temperaturas inferiores a -170 °C. Para ello se dispone de recipientes, ubicados en una sala de criopreservación, en los que se contienen dichas muestras sumergidas en nitrógeno líquido. Éste, se almacena también en estado líquido en tanques criogénicos situados en recintos exteriores y su proceso de almacenamiento y llenado se realiza exactamente igual que en el caso de los gases medicamento en estado líquido como es el caso del oxígeno líquido.

Mediante una instalación específica canalizada de tuberías de alto vacío, para garantizar el máximo aislamiento posible, se conduce y se introduce en los recipientes. Cuando el nivel del nitrógeno líquido en su interior alcanza un valor mínimo y requiere que sea rellenado, este proceso se realiza de forma automática. Los recipientes están ubicados en una sala denominada de criopreservación que debe de cumplir con todos los requisitos de seguridad necesarios, puesto que un litro de nitrógeno líquido se transforma en 680 litros de gas, lo que significa que una fuga o pérdida de nitrógeno líquido al transformarse en gas por el cambio de temperatura, desplazaría rápidamente el oxígeno de la sala convirtiéndose en un riesgo potencial y rápido de asfixia. Por lo que, entre otras cosas, la sala dispone de detectores de anoxia para asegurar el nivel de concentración de oxígeno adecuado ante el riesgo de fugas del nitrógeno líquido.

3.3.3 PARÁMETROS DE DISEÑO

La manera de distribuir los gases medicamento, principalmente el oxígeno y el aire medicinal, así como los gases producto sanitario por el hospital determinará la necesidad de unas u otras instalaciones. El modo de funcionamiento vendrá condicionado por numerosos factores.

Por un lado, factores económicos, logísticos y de gestión que abordan los recursos de infraestructuras, espacios, accesos y la ubicación geográfica donde se encuentra el hospital. Para poder distribuir los gases mediante redes canalizadas es necesario disponer de recintos exteriores donde se ubiquen los tanques criogénicos, a los que deben de tener acceso las cisternas criogénicas. Además, otro factor es la ubicación geográfica del hospital a la que el laboratorio farmacéutico debe de garantizar el suministro programado y periódico en condiciones normales y de manera inmediata en el caso de emergencia. Por último, los recursos de los que disponga el hospital para asumir los costes asociados a las infraestructuras necesarias para un sistema de distribución de gas medicinal canalizado y para garantizar su trazabilidad y calidad en los puntos finales de consumo.

Tabla 6. Requerimientos y ventajas de las fuentes de suministro en función del estado del gas

Gas en estado líquido	Requerimientos	Ventajas
	Zona de descarga con superficie no bituminosa	Mayor volumen de producto con menor volumen de espacio utilizado: 1 litro de oxígeno líquido se transforma en 850 litros de oxígeno gaseoso a 15° C y presión atmosférica
	Recinto con tanques criogénico	
	Telemetría para controlar nivel de los depósitos	
	3 fuentes de suministro	Se reduce la logística a la descarga del camión cisterna
	Cuadros selectores de fuentes	Se eliminan los riesgos derivados de la manipulación inadecuada de las botellas
	Grandes redes de tuberías de canalización	Se elimina el transporte de botellas en ascensores y pasillos
	Cuadros de reducción de presión. Reducción simple o reducción doble	Producto almacenado en un único lugar y distribuido hasta el punto de consumo a través de canalizaciones
	Cuadros de alarmas	Se elimina la preocupación por la pérdida o el daño de las botellas
	Tomas finales de consumo	Se minimiza el riesgo de ruptura del stock de gas, se dispone permanentemente de gases en el punto de consumo
	Accesibilidad a llaves de corte de sectorización de zonas	Suministro de mayores caudales
		Se elimina de las salas de tratamiento, controles, etc de botellas
	Necesidad de muestras en tomas de unidades críticas y puntos más alejados de la fuente de suministro para comprobar la calidad del gas medicinal	El precio/litro del gas en estado líquido es inferior al precio/litro del gas comprimido envasado en botellas, además se eliminan las pérdidas residuales
	Necesidad de un mantenimiento de la instalación	Disminución potencial del riesgo en caso de incendio
		Fácil trazabilidad

Por otro lado, en el caso de los sistemas de distribución de gases medicinales, además están los criterios de diseño, cálculo y selección tanto de las centrales como de las redes de gases medicinales que deben de cumplir toda la normativa industrial y sanitaria vigente aplicable.

A la hora de diseñar un SDGM hay que tener cuatro parámetros fundamentalmente:

1. La capacidad y el almacenamiento de las tres fuentes de suministro necesarias que deben de cumplir todas las condiciones de seguridad.
2. El caudal que deberá de llegar a todos los puntos de consumo final de la red.
3. La presión nominal de servicio de cada gas que deberá de llegar a todos los puntos de consumo final de la red.
4. La calidad certificada del gas en los puntos finales de consumo.

Para abordar los tres primeros criterios para el diseño de la instalación, es imprescindible partir de la identificación de consumo por áreas del hospital, que vendrá determinado por el número de tomas finales de uso por cada uno de los gases y de su tiempo o frecuencia de uso, con ello se podrá calcular la capacidad de las centrales y de los tanques criogénicos. Con el volumen diario de gas en estado gaseoso consumido se calcula el volumen de gas líquido requerido. Si se añade como variable la frecuencia de llenado de los depósitos que se pretende tener, se obtendrá la capacidad del tanque criogénico.

Para el cálculo de las centrales es importante el diseño de la arquitectura de la red de tuberías de cada gas, que vendrá establecido por la ubicación física de las tomas finales y que generará una determinada caída de presión en el gas. Utilizando como envase para su distribución de instalaciones de redes de canalizaciones, encontrándose el gas en estado gaseoso, se transporta a una presión en la que únicamente debe vencer las pérdidas de carga debidas a la distancia hasta llegar a su punto de uso final a la presión de servicio.

Para todo ello, se tendrá en cuenta que las presiones nominales de distribución de los gases canalizados deben de ser las siguientes:

Tabla 7. Presiones nominales en función del tipo de gas canalizado

	P_{nom} (bar)	P_{max} (bar)	P_{min} (bar)
Oxígeno	4,8	5,3	4,3
Aire Medicinal	4,5	5,0	4,1
Protóxido de Nitrógeno	4,2	4,6	3,8
Dióxido de Carbono	4,0	4,4	3,6
Aire Motriz	7,0	8,1	6,0
Aire E.G.A.	5,0	5,5	4,5
Vacío	P_{max} 0,6 bar absolutos		

Como se puede comprobar, las presiones de suministro son diferentes en cada uno de los gases para evitar el riesgo de retrocontaminación.

3.3.3.1 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE REDUCCIÓN SIMPLE

El sistema de distribución de simple etapa o reducción simple consiste en instalar un conjunto de regulación al inicio de la red; es decir, justo después de la válvula de corte general; y ajustar la presión de suministro teniendo en cuenta las pérdidas de carga del sistema para que cada toma esté alimentada con una presión estable.

El sistema de distribución de reducción simple presenta las siguientes ventajas:

- El funcionamiento es sencillo al presentar un solo conjunto de regulación de presión.
- Presenta bajos costes de mantenimiento derivados de contar con un único conjunto de regulación de presión.

3.3.3.2 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE DOBLE REDUCCIÓN

El sistema de doble reducción es un sistema de distribución de gases medicinales también llamado sistema de distribución de doble etapa, en el que se instalan dos conjuntos de regulación.

El primero a la salida de la central de gases regulando la presión a un valor de 8.5 – 9 bares, de tal forma que toda la red de distribución o red primaria dispondrá de una presión suficiente para poder añadir más puntos de consumo.

El segundo, se sitúa en el cuadro de zona a la entrada de cada servicio que regula a la presión de suministro (4,3 – 4,8 bares en función del gas) la red secundaria que se alimenta exclusivamente de los puntos de consumo de dicho servicio.

El sistema de distribución de doble reducción presenta las siguientes ventajas:

- Presenta una gran estabilidad de la presión en todas las tomas, incluso cuando el porcentaje de uso y las necesidades de caudal varían, evitando caídas de presión en situaciones de sobreconsumo como las experimentadas en los hospitales durante la pandemia ocasionada por la COVID-19.
- Permite una flexibilidad de ajuste de la presión en los puntos de suministro en función de las necesidades de cada servicio.
- Al tener la red primaria una presión casi del doble de la de suministro se asegura una flexibilidad en la red instalada, pudiendo ampliarse o modificarse las necesidades de los servicios a los que se les da suministro.
- Minimiza los costes de instalación al realizar la distribución de la red primaria en una presión superior, esto hace que se reduzca el diámetro necesario de las canalizaciones y, por tanto, se reduce el tamaño de los accesorios y de la mano de obra.

En el diseño del trazado de la red de tuberías que se distribuirá por todo el hospital, se deben de tener los siguientes aspectos en consideración:

1. Los gases deberán de llegar a todos los servicios clínicos que lo necesiten. Se diseñará el recorrido tratando de minimizar las pérdidas de presión.
2. Las tuberías discurrirán por falsos techos y verticales, tratando de ser accesibles en todos los tramos en los que sea posible, de tal manera que no interfieran con el recorrido de otras instalaciones (eléctricas, climatización, red de distribución de agua sanitaria, contra incendios, etc.).
3. Los elementos de regulación, control y sectorización estarán accesibles e identificada su ubicación tanto en planos como físicamente (falsos techos, patinillos, registros, etc.).

3.3.3.3 PUNTOS CRÍTICOS

Los puntos críticos de un SDGM vendrán derivados por cada uno de los cuatro parámetros de diseño.

1. La capacidad y el almacenamiento de las tres fuentes de suministro vendrá determinada por el consumo y por la frecuencia de uso.
2. Se debe garantizar en todo momento la presión y el caudal de servicio en la red del SDGM. Los puntos más críticos serán aquellos que provengan del ramal de canalización más largo de toda la red en los que se genera la mayor caída de presión.
3. Se debe certificar la calidad de cada gas en todos los puntos de consumo. Por ello, es imprescindible realizar controles analíticos de la calidad del gas mediante la toma de muestras en los puntos de consumo de las unidades más críticas, y en aquellos puntos de consumo más alejados de los tanques de almacenamiento.

A modo de recomendación, el Procedimiento de Gestión de Gases Medicinales, documento elaborado en colaboración por parte de la Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria (SEFH), la Asociación de Fabricante de Gases Industriales y Medicinales (AFGIM) y la Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria (AEIH), establece las siguientes recomendaciones, según el número de camas existentes en el hospital, de cantidad de muestras a realizar:

Tabla 8. Relación del número de muestras en diferentes áreas según el número de camas

Nº camas	Quirófano	U.C.I.	M.I.	UR	Neonatología	Ptos+alejados
100-200	2	2	2	2	2	2
200-500	3	3	3	3	3	3
> 500	4	4	4	4	4	4

3.3.4 MANTENIMIENTO

Una correcta gestión y realización de las operaciones de mantenimiento son fundamentales para asegurar el correcto funcionamiento de las instalaciones de suministro de gases medicinales.

3.3.4.1 MANTENIMIENTO DE CENTRALES DE GASES.

Las centrales de gases son básicas para el suministro de gases medicinales a un centro hospitalario ya sea como fuente principal de suministro o como fuente de reserva que entra en servicio en caso de fallo en la fuente principal. Además, hay que tener en cuenta que se trata de unos equipos con marcado CE producto sanitario por lo que hay que cumplir rigurosamente con los mantenimientos especificados por los fabricantes de los equipos.

Debido a que son instalaciones que en parte trabajan en alta presión, sobre los 200 bares, hay que ser muy rigurosos con el mantenimiento de estas. Su mantenimiento debe incluir control periódico en el que se revise el estado de todos los elementos de la central prestando especial interés en los elementos que corresponden a la parte de alta presión como son:

- > Los reductores de alta presión
- > Y los latiguillos de conexión de las botellas

3.3.4.2 MANTENIMIENTO DE EQUIPOS A PRESIÓN

> Depósitos criogénicos

En el mantenimiento preventivo de estos equipos se debe comprobar su correcto funcionamiento, asegurando los sistemas de seguridad y chequeando el estado de los principales elementos que forman las instalaciones criogénicas.

> Mezcladores de aire sintético y Centrales compresoras de aire

El mantenimiento preventivo de los mezcladores de aire sintético y las de las centrales compresoras de aire se divide en diferentes tipos de intervenciones (periódico cada 3 o 4 meses, anual o quinquenal) y en cada una de ellas se realizan distintas operaciones, siguiendo siempre las indicaciones del fabricante ya que además hay que tener en cuenta que se trata de unos equipos con marcado CE producto sanitario. Además, todos los materiales necesarios en los mantenimientos deberán ser repuestos originales.

Aparte del mantenimiento preventivo, todos los equipos a presión deben superar un mantenimiento técnico-legal que está incluido dentro del Reglamento de Equipos a Presión, aprobado por el Real Decreto 2060/2008 de 12 de diciembre. Éstos se ven afectados por la Instrucción Técnica Complementaria ITC-EP 4 de dicho Reglamento. Para este tipo de equipos se distinguen 3 niveles de inspección resumidos en la **tabla 9**. Una vez realizado el mantenimiento correspondiente, el servicio técnico autorizado emite un informe de revisión en el que se puede comprobar el estado del equipo.

Tabla 9. Periodicidad de las inspecciones obligatorias de equipos a presión

Equipos	Nivel A	Nivel B	Nivel C
	Cada 3 años	Cada 4 años	Cada 12 años
Depósitos crigénicos	> Comprobación documental > Inspección visual > Revisión de condiciones reglamentarias	> Pruebas del nivel A > Prueba de los accesorios de seguridad > Prueba de estanqueidad vacío	> Pruebas del nivel B > Prueba neumática a $P=1,1 \cdot P_{\max}$
	Cada 3 años	Cada 6 años	Cada 12 años
Mezcladores de aire sintético y centrales compresoras de aire	> Comprobación documental > Inspección visual > Revisión de condiciones reglamentarias	> Pruebas del nivel A > Prueba de los accesorios de seguridad > Ensayos no destructivos	> Pruebas del nivel B > Prueba hidráulica $P=1,1 \cdot P_{\max}$

3.3.4.3 MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE VACÍO

El mantenimiento preventivo de los equipos de vacío se divide en diferentes tipos de intervenciones (periódico cada 4 meses y bienal) y en cada una de ellas se realizan distintas operaciones, siguiendo siempre las indicaciones del fabricante ya que hay que tener en cuenta que se trata de unos equipos con marcado CE producto sanitario.

Todos los materiales necesarios en los mantenimientos son repuestos originales.

El mantenimiento técnico legal no aplica, porque la presión del calderín es inferior a 0,5 bares.

3.3.4.4 MANTENIMIENTO DE REDES DE GASES

La distribución de los gases medicinales en el interior de los hospitales se realiza a través de la red de distribución. Esta red está compuesta por una serie de equipos que deben ser correctamente mantenidos. Adicionalmente, estos equipos deben tener marcado CE producto sanitario por lo que hay que seguir rigurosamente las especificaciones de los fabricantes en cada caso. Los principales equipos que componen dicha red de distribución y que se debe prestar especial atención en su mantenimiento son:

- > Conjuntos de segunda reducción: Son conjuntos instalados en las canalizaciones internas del hospital y su función principal es la de regular y estabilizar la presión de suministro a cada área del centro sin que haya fluctuaciones en la misma que puedan afectar el suministro al paciente. El mantenimiento es muy sencillo, consiste en el cambio de un kit de piezas (básicamente las que sufren desgaste como lo son las juntas y los filtros).
- > Tomas de gases: Las tomas de gases medicinales son los últimos elementos de la instalación de un centro hospitalario antes de que el gas sea dosificado al paciente. Además de las tomas de gases medicinales y vacío, existen las tomas SEGA, que son las tomas que se utilizan para la extracción de los gases anestésicos. Para el mantenimiento de las tomas AFNOR, cada una dispone de un filtro a la salida que impide que pueda llegar cualquier tipo de partícula o impureza al paciente. El mantenimiento es muy sencillo, consiste en el cambio de un kit de piezas, básicamente las que sufren desgaste como las juntas y los filtros, con los siguientes criterios: en zonas críticas como los quirófanos, urgencias y UCI, una vez cada año y cada dos años en el resto de zonas hospitalarias.

3.4 AGUA CALIENTE SANITARIA

3.4.1 INTRODUCCIÓN

Normalmente, en los centros hospitalarios existe una única línea de abastecimiento de agua potable la cual abastece unos aljibes donde se acumula. Toda la demanda de agua, tanto para instalaciones como para consumo humano, se proporciona desde los mismos, por lo que un fallo en dicho punto supondría el desabastecimiento del agua potable tanto para uso general como para instalaciones esenciales (agua caliente sanitaria, climatización, sistema contra incendios).

El agua caliente sanitaria es fundamental y de uso diario en los centros hospitalarios. La interrupción de esta puede provocar un paro en la actividad asistencial. El agua que se emplea para dar este servicio es agua de consumo humano (potable), procedente de la red de suministro que ha sido calentada.

Por la forma en la que se produce el ACS se distingue entre dos tipos de instalaciones:

- > Producción instantánea
- > Producción con acumulación

3.4.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ACS

En el diseño de las instalaciones de ACS deben aplicarse condiciones análogas a las de las redes de agua fría.

En los edificios en los que sea de aplicación la contribución mínima de energía solar para la producción de agua caliente sanitaria, de acuerdo con la sección HE-4 del DB-HE, deben disponerse, además de las tomas de agua fría, previstas para la conexión de la lavadora y el lavavajillas, sendas tomas de agua caliente para permitir la instalación de equipos bitérmicos.

Tanto en instalaciones individuales como en instalaciones de producción centralizada, la red de distribución debe estar dotada de una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o mayor que 15 m.

La red de retorno se compondrá de

- A. Un colector de retorno en las distribuciones por grupos múltiples de columnas. El colector debe tener canalización con pendiente descendente desde el extremo superior de las columnas de ida hasta la columna de retorno. Cada colector puede recoger todas o varias de las columnas de ida que tengan igual presión.
- B. Columnas de retorno: desde el extremo superior de las columnas de ida, o desde el colector de retorno hasta el acumulador o calentador centralizado.

Las redes de retorno discurrirán paralelamente a las de impulsión.

En los montantes, debe realizarse el retorno desde su parte superior y por debajo de la última derivación particular. En la base de dichos montantes se dispondrán válvulas de asiento para regular y equilibrar hidráulicamente el retorno.

Excepto en viviendas unifamiliares o en instalaciones pequeñas, se dispondrá una bomba de recirculación doble, de montaje paralelo o gemelas, funcionando de forma análoga a como se especifica para las del grupo de presión de agua fría. En el caso de las instalaciones individuales podrá estar incorporada al equipo de producción.

Para soportar adecuadamente los movimientos de dilatación por efectos térmicos deben tomarse las precauciones siguientes:

- En las distribuciones principales deben disponerse las tuberías y sus anclajes de tal modo que dilaten libremente, según lo establecido en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE para las redes de calefacción.
- En los tramos rectos se considerará la dilatación lineal del material, previendo dilatadores si fuera necesario, cumpliendo para cada tipo de tubo las distancias que se especifican en el Reglamento antes citado.

El aislamiento de las redes de tuberías, tanto en impulsión como en retorno, debe ajustarse a lo dispuesto en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE.

3.4.2.1 DIMENSIONADO DE LAS REDES DE IMPULSIÓN

El cálculo se realizará con un primer dimensionado seleccionando el tramo más desfavorable de la red y obteniéndose unos diámetros previos que posteriormente habrá que comprobar en función de la pérdida de carga que se obtenga con los mismos

3.4.2.2 DIMENSIONAMIENTO DE LOS TRAMOS

El dimensionado de la red se hará a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se partirá del circuito considerado como más desfavorable que será el que cuente con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica.

En primer lugar, se calcula el caudal máximo de cada tramo que será igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo con la tabla 2.1 de caudal instantáneo mínimo de agua fría del HS4 (Documento Básico de Higiene y Salubridad HS con comentarios del Ministerio de Fomento).

Posteriormente se establecen los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con un criterio adecuado para determinar el caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.

Se selecciona la velocidad de cálculo comprendida dentro de los intervalos siguientes:

- tuberías metálicas: entre 0,50 y 2,00 m/s
- tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0,50 y 3,50 m/s

Se obtiene el diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad.

3.4.2.3 DIMENSIONADO DE LAS REDES DE RETORNO DE ACS

Para determinar el caudal que circulará por el circuito de retorno, se estimará que, en el grifo más alejado, la pérdida de temperatura sea como máximo de 3 °C desde la salida del acumulador o intercambiador en su caso.

En cualquier caso, no se recircularán menos de 250 l/h en cada columna, si la instalación responde a este esquema para poder efectuar un adecuado equilibrado hidráulico.

El caudal de retorno se podrá estimar según reglas empíricas de la siguiente forma:

- a. Considerar que se recircula el 10% del agua de alimentación (como mínimo). De cualquier forma, se considera que el diámetro interior mínimo de la tubería de retorno es de 16 mm.
- b. Los diámetros en función del caudal recirculado se indican en la tabla siguiente:

Tabla 10. Relación entre diámetro de tubería y caudal recirculado de ACS: Documento de Salubridad HS4 tabla 4.4

Diámetro nominal de la tubería	Caudal recirculado (l/h)
½	140
¾	300
1	600
1¼	1100
1½	1800
2	3300

El espesor del aislamiento de las conducciones, tanto en la ida como en el retorno, se dimensionará de acuerdo con lo indicado en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios RITE y sus Instrucciones Técnicas complementarias ITE.

3.4.2.4 COMPROBACIÓN DE LA PRESIÓN

Se comprobará que la presión disponible en el punto de consumo más desfavorable supera con los valores mínimos y que en todos los puntos de consumo no se supera el valor máximo indicado, de acuerdo con lo siguiente:

- Determinar la pérdida de presión del circuito sumando las pérdidas de presión total de cada tramo. Las pérdidas de carga localizadas podrán estimarse desde un 20% a un 30% de la producida sobre la longitud real del tramo o evaluarse a partir de los elementos de la instalación.
- Comprobar la suficiencia de la presión disponible: una vez obtenidos los valores de las pérdidas de presión del circuito, se comprueba si son sensiblemente iguales a la presión disponible que queda después de descontar la presión total, la altura geométrica y la residual del punto de consumo más desfavorable. En el caso de que la presión disponible en el punto de consumo fuera inferior a la presión mínima exigida sería necesaria la instalación de un grupo de presión.

3.4.2.5 GENERALIDADES

> Soportes

Para el diseño y colocación de los soportes de las tuberías, se emplearán las instrucciones del fabricante considerando el material empleado, su diámetro y la colocación (enterrada o al aire, horizontal o vertical). Hay que destacar que las conexiones entre tuberías y equipos accionados por motor de potencia mayor que 3 kW se efectuarán mediante elementos flexibles.

Los circuitos hidráulicos de diferentes edificios conectados a una misma central térmica estarán hidráulicamente separados del circuito principal mediante intercambiadores de calor.

> Vaciado y purga

Todas las redes de tuberías deben diseñarse de tal manera que puedan vaciarse de forma parcial o total. Los vaciados parciales se harán en puntos adecuados del circuito, a través de un elemento que tendrá un diámetro mínimo nominal de 20 mm.

El vaciado total se hará por el punto accesible más bajo de la instalación a través de una válvula con diámetro mínimo, en función de la potencia térmica del circuito.

Los puntos altos de los circuitos deben estar provistos de un dispositivo de purga de aire, manual o automático. El diámetro nominal del purgador no será menor que 15 mm.

> Expansión

El circuito deberá estar equipado con un dispositivo de expansión de tipo cerrado, que permita absorber, sin dar lugar a esfuerzos mecánicos, el volumen de dilatación del fluido.

Es válido el diseño y dimensionado de los sistemas de expansión siguiendo los criterios indicados en el capítulo 9 de la norma UNE 100155.

> Circuitos cerrados

1. Los circuitos cerrados con fluidos calientes dispondrán, además de la válvula de alivio, de una o más válvulas de seguridad. El valor de la presión de tarado, mayor que la presión máxima de ejercicio en el punto de instalación y menor que la de prueba, vendrá determinado por la norma específica del producto. Su descarga estará conducida a un lugar seguro y será visible. En el caso de circuitos cerrados de generación solar térmica, la descarga estará conducida al depósito de llenado de la instalación para garantizar la recuperación del fluido caloportador, en caso de ser técnicamente viable.

En el caso de generadores de calor, la válvula de seguridad estará dimensionada por el fabricante del generador.

Son válidos los criterios de diseño de los dispositivos de seguridad indicados en el apartado 7 de la norma UNE 100155.

Se dispondrá un dispositivo de seguridad que impida la puesta en marcha de la instalación si el sistema no tiene la presión de ejercicio de proyecto o memoria técnica.

> Dilatación

Las variaciones de longitud a las que están sometidas las tuberías debido a la variación de la temperatura del fluido que contiene se deben compensar con el fin de evitar roturas. En el caso de instalaciones solares se debe tener en cuenta tanto en el diseño de los compensadores de dilatación, como en el diseño del circuito, que las temperaturas del fluido pueden presentar grandes oscilaciones.

En las salas de máquinas se pueden aprovechar los frecuentes cambios de dirección, con curvas de radio largo, para que la red de tuberías tenga la suficiente flexibilidad y pueda soportar los esfuerzos a los que está sometida.

En los tendidos de gran longitud, tanto horizontales como verticales, los esfuerzos sobre las tuberías se absorberán por medio de compensadores de dilatación y cambios de dirección.

Los elementos de dilatación se pueden diseñar y calcular según la norma UNE 100156.

Para las tuberías de materiales plásticos son válidos los criterios indicados en los códigos de buena práctica emitidos por el CTN 53 de AENOR.

> Golpe de ariete.

Para evitar los golpes de ariete producidos por el cierre brusco de una válvula existen una serie de parámetros en función del diámetro tal como se muestra en la **tabla 11**:

Tabla 11. Especificaciones de tipos de válvulas en función del diámetro

$\phi > \text{DN100}$	Las válvulas de mariposa llevarán desmultiplicador
$\phi > \text{DN32}$	Se prohíbe el empleo de válvulas de retención de simple clapeta
$\text{DN32} < \phi < \text{DN150}$	Se podrán utilizar válvulas de retención de disco o de disco partido, con muelle de retorno
$\phi > \text{DN150}$	Las válvulas de retención serán de disco, o motorizadas con tiempo de actuación ajustable

> Aislamiento térmico de tuberías

Todas las tuberías y accesorios, así como equipos, aparatos y depósitos de las instalaciones térmicas dispondrán de un aislamiento térmico cuando contengan:

- Fluidos refrigerados con temperatura inferior a la temperatura del ambiente del local por el que discurren.
- Fluidos con temperatura superior a 40 °C cuando estén instalados en locales no calefactados, entre los que se deben considerar pasillos, galerías, patinillos, aparcamientos, salas de máquinas,

falsos techos y suelos técnicos. Se excluyen las tuberías de torres de refrigeración y las de descarga de compresores frigoríficos, salvo cuando estén al alcance de las personas.

Cuando las tuberías o los equipos estén instalados en el exterior del edificio, la terminación final del aislamiento deberá poseer la protección suficiente contra la intemperie. En la realización de la estanquidad de las juntas se evitará el paso del agua de lluvia.

Los equipos, componentes y tuberías, que se suministren aislados de fábrica, deben cumplir con su normativa específica en materia de aislamiento o la que determine el fabricante. En particular, todas las superficies frías de los equipos frigoríficos estarán aisladas térmicamente con el espesor determinado por el fabricante.

Para evitar la congelación del agua en tuberías expuestas a temperaturas del aire menores que la de cambio de estado se podrá recurrir a estas técnicas: empleo de una mezcla de agua con anticongelante, circulación del fluido o aislamiento de la tubería calculado de acuerdo a la norma UNE-EN ISO 12241, apartado 6. También se podrá recurrir al calentamiento directo del fluido incluso mediante «tracedo» de la tubería excepto en los subsistemas solares.

Para evitar condensaciones intersticiales se instalará una adecuada barrera al paso del vapor; la resistencia total será mayor que 50 MPa·m²·s/g. Se considera válido el cálculo realizado siguiendo el procedimiento indicado en el apartado 4.3 de la norma UNE-EN ISO 12241.

En toda instalación térmica por la que circulen fluidos no sujetos a cambio de estado, en general las que el fluido caloportador es agua, las pérdidas térmicas globales por el conjunto de conducciones no superarán el 4 % de la potencia máxima que transporta.

Para el cálculo del espesor mínimo de aislamiento se podrá optar por el procedimiento simplificado o por el alternativo. Para instalaciones de más de 70 kW debe utilizarse el método alternativo. En ningún caso el espesor mínimo debe ser menor al especificado en la tabla siguiente:

Tabla 12. Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan ACS que discurren por el interior y el exterior de los edificios RITE

Diámetro exterior (mm)	Aislamiento de tuberías para ACS	
	Interior	Exterior
$D \leq 35$	30	40
$35 < D \leq 60$	35	45
$60 < D \leq 90$	35	45
$90 < D \leq 140$	45	55
$140 < D$	45	55

3.4.3 COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

> Intercambiadores:

Debido a que el agua de las calderas no es apta para consumo debe existir un elemento que separe la misma del agua de consumo. Nos encontramos generalmente con dos tipos de intercambiadores:

- Tubulares: diseñados para que la transmisión térmica se produzca al hacer atravesar un fluido a través de los tubos que se encuentran rodeados por otro fluido y protegidos dentro de una carcasa.
- Placas: la transmisión de calor se produce al atravesar dos fluidos por placas en lugar de tubos. Estas placas proporcionan una mayor área de intercambio térmico, por lo que son capaces de transferir mucho más calor en comparación con intercambiadores tubulares de un volumen similar. Los materiales más utilizados pueden ser de acero inoxidable AISI 304, AISI 316 L o 254 SMO y titanio. Para las juntas se utiliza NBR (nitrilo), EPDM, EPDM Prx, FPM (vitón), HNB.

> Depósitos:

En los depósitos de acumulación de ACS se distinguen dos tipos básicos:

- Los interacumuladores que contienen en su interior un intercambiador. Estos pueden ser bien de doble envolvente (instalaciones pequeñas) o de serpentín.
- Los acumuladores que se limitan a contener el agua ya calentada.

Todos los depósitos deben disponer de una boca de registro para la realización de las tareas de mantenimiento y limpieza.

Las características más importantes para la elección de un depósito es el material de fabricación: acero inoxidable, acero con tratamientos específicos como pinturas epoxi y acero con esmalte vitrificado. Hay que tener en cuenta que los acumuladores sufren el impacto de los tratamientos anti-legionela que comentaremos más adelante.

> Válvulas:

Las válvulas para ACS pueden ser de regulación utilizadas para agua de consumo, motorizadas que actúan mediante servomotores controlados generalmente por las sondas de temperatura o termostáticas que actúan mediante un elemento sensible a la temperatura que las posiciona de manera continua.

> Bomba de circulación

Podemos distinguir las bombas del circuito primario, que se utilizan para transferir el calor desde el sistema de generación hasta el sistema de intercambio.

En el circuito primario el agua tiene muy poca agresividad al tratarse de un circuito cerrado. Generalmente se elimina el oxígeno mediante purgas y normalmente solo se renueva el agua nueva cuando se realiza mantenimiento o reparación.

Los circuitos secundarios y de re-circulación reciben el agua de consumo continuamente, por lo que es un agua más agresiva a los materiales de los dispositivos de las instalaciones.

> Contadores

Deben ser aparatos homologados y en ACS se requieren de forma individual para controlar el consumo de los usuarios en un edificio.

> Tuberías

La elección de la tubería es fundamental para el buen funcionamiento de la instalación, siendo factores determinantes la seguridad, durabilidad y fiabilidad. Lo principal es la elección del material de tubería y el aislamiento:

Materiales

Los materiales más frecuentes son metálicos como el acero inoxidable o el cobre y los termoplásticos, como los multicapa a base de polímeros, estando prohibido el uso de los tubos de aluminio y cualquier composición que contenga plomo.

En cuanto a sus características técnicas, la tubería de acero inoxidable y la tubería multicapa se comportan de una forma similar en aplicaciones de fontanería y calefacción para temperaturas que no superen los 90 grados. En este caso, ambos materiales con dilataciones muy similares.

Con grandes diámetros (mayores de 32mm) debemos tener en cuenta también la presión a la que se someten las tuberías. Sistemas como el multicapa soportan hasta 10 bares mientras que los sistemas de acero inoxidable certifican una presión de trabajo de hasta 16 bares.

Además, en instalaciones vistas, el acero inoxidable cuenta con una mayor resistencia frente a golpes o posibles quemazones, también aporta una mejor estética (por sus acabados metalizados) y mayor sensación de robustez.

Las tuberías multicapa pueden tener dificultades de resistencia frente a la cloración del agua o frente a las agresivas sustancias químicas utilizadas para desinfectar la instalación antes de su puesta en marcha o durante el mantenimiento, para la eliminación de gérmenes patógenos y bacterias como la legionella. En cuanto al coste, hay que evaluar en cada caso el coste del material, que es inferior al resto, el del montaje y tiempo de vida útil.

> Aislamiento térmico

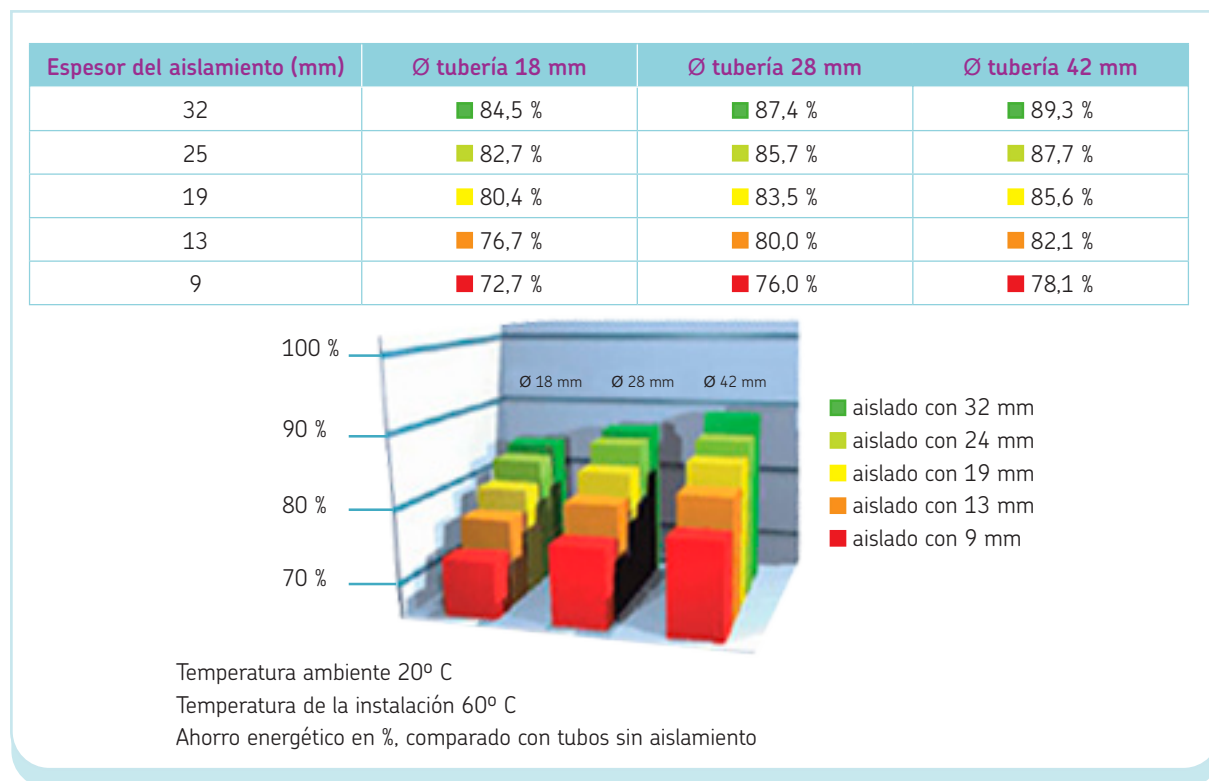
Uno de los aspectos más importantes de las instalaciones de ACS es el aislamiento térmico. Esto permite un ahorro que debe ser tenido en cuenta en la fase de diseño.

La normativa se recoge en la instrucción IT 1.2.4.2 del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, donde se especifican los requisitos del aislamiento térmico de redes de tuberías, así como los documentos básicos DB-HS y DB-SI del Código Técnico de la Edificación.

Los tipos de aislamientos que nos encontramos de manera más frecuente son:

- > **Espuma elastomérica:** se fabrica a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada y con un elevado factor de resistencia a la difusión de vapor de agua y buen comportamiento en cuanto a la reacción al fuego. Es un aislamiento térmico con un excelente rendimiento en baja y media temperatura y además de fácil instalación.
- > **Lana mineral:** conocida como lana de vidrio y lana de roca. Las principales materias primas usadas en la fabricación de la lana de roca son basalto, ofita y escoria, usándose el carbón de coque como fuente de energía. Estos materiales se introducen en un horno tipo cubilote y son fundidos hasta convertirse en el vidrio que se transformará posteriormente en lana de roca.
- > **Espuma de polietileno:** Material aislante plástico, celular, flexible o semirrígido, basado en polímeros derivados principalmente del etileno y/o del propileno. La conductividad térmica suele ser más elevada que en los materiales anteriores, por lo que su aislamiento térmico es menor, al igual que su precio, en comparación con las coquillas de lana mineral o de espuma elastomérica.

Figura 11. Ejemplos de ahorros energéticos en función del espesor aislante y el diámetro de tubería



Fuente: Instalaciones y eficiencia energética

Selección del tipo de aislamiento:

Los datos técnicos más importantes a tener en cuenta para la elección del aislamiento térmico de las tuberías son los siguientes:

- Conductividad térmica del aislamiento de tuberías. Cuanto menor sea la conductividad mejor será el aislamiento térmico del material. En la ficha técnica del fabricante, deberá figurar este valor (ensayado según normas homologadas), a una temperatura dada (generalmente son 10°C).
- Espesor del aislamiento térmico de tuberías. Cuanto mayor sea este valor, mejor comportamiento térmico se obtiene. Aportada por los fabricantes en milímetros, está estrechamente relacionada con los requerimientos normativos del Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE), en los que se fijan los espesores a emplear, en función de la temperatura de trabajo y los diámetros de la tubería.
- Rango de las Temperaturas de Trabajo. Es necesario que el fabricante aporte las temperaturas máximas y mínimas de trabajo a las que pueden ser sometidos los materiales de aislamiento, sin que sufran deterioro.
- Reacción al Fuego del Aislamiento. Aunque no es un dato a tener en cuenta para la eficiencia y ahorro energético, sí lo es en cuanto a seguridad y adecuación a la normativa sobre materiales empleados en las instalaciones y su reacción al fuego. La clasificación en cuanto a su reacción al fuego debe ser la correspondiente a la norma UNE EN 13501-1:2007+A1:2010 y los requerimientos exigidos en el documento básico DB SI del Código Técnico de la Edificación
- Conductividad térmica del aislamiento de tuberías. Cuanto menor sea la conductividad mejor será el aislamiento térmico del material.

➤ Sistemas de generación de ACS

Básicamente los sistemas utilizados son:

- Termo eléctrico: equipos que a través de una resistencia con energía eléctrica calienta el agua.
- Caldera: la generación de energía térmica se produce mediante un quemador de gas, gasoil o combinando ambos, mixto.
- Solar térmica: Convierte la energía de la radiación solar en energía térmica.
- Aerotermia: sistema de bombas de calor de última generación diseñadas para aportar refrigeración en verano, calefacción en invierno o agua caliente todo el año.

3.4.4 MEDIDAS DE AHORRO EN EL AGUA CALIENTE SANITARIA

Uno de los principales métodos de ahorro consiste en la concienciación del personal a la hora de no malgastar los recursos. Es por ello, por lo que se deben hacer campañas para concienciar no solo del uso, sino también en caso de detección de una avería (grifos que gotean, cisternas abiertas, manchas de humedad...) se avise a la mayor brevedad posible al técnico correspondiente.

No obstante, existen equipos que optimizan el consumo de agua, mediante diferentes técnicas, tales como: los perlizadores que generan un ahorro entre un 40% y un 70% del consumo del agua, los grifos temporizados o los termostáticos. En el caso de los temporizados, aunque el dispositivo aporte más agua de la que necesitemos, evita que se queden grifos abiertos durante largos periodos de tiempo, aunque no evita los fallos en el cierre de este, con lo cual no están exentos de la avería típica del goteo. Los grifos termostáticos, permiten una regulación de temperatura automática que evita el derroche del agua al establecer la temperatura deseada.

3.4.5 MANTENIMIENTO PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA LEGIONELA

Las instalaciones de agua caliente sanitaria (ACS), si no son convenientemente diseñadas y mantenidas, pueden convertirse en focos amplificadores de la bacteria *Legionella*, causante de la legionelosis.

El Real Decreto 865/2003 de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis incluye a las instalaciones de agua caliente sanitaria en su ámbito de aplicación.

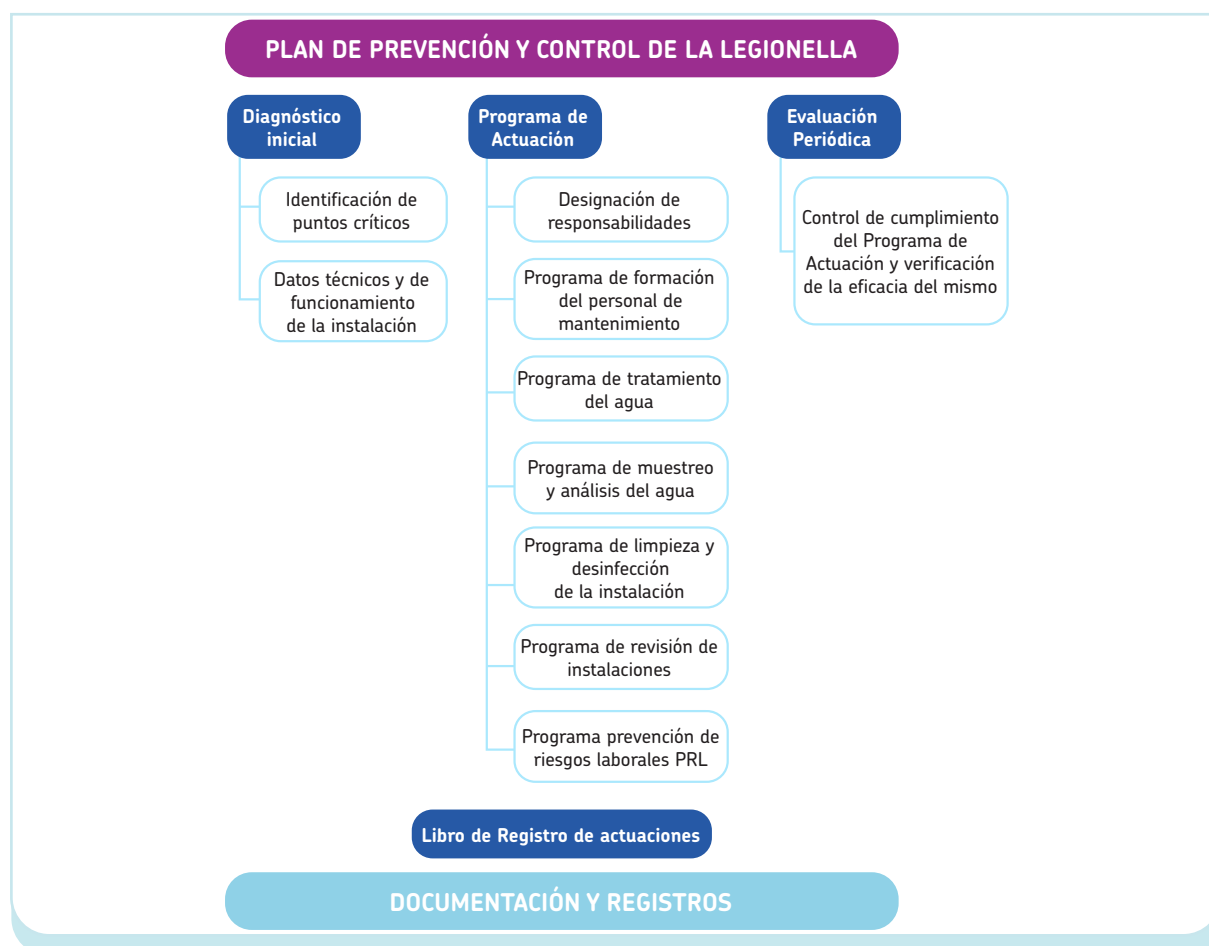
Las instalaciones más sencillas han sido clasificadas como “instalaciones con menor probabilidad de proliferación y dispersión de *Legionella*”; las instalaciones con acumulador y circuito de retorno están clasificadas como “instalaciones con mayor probabilidad de proliferación y dispersión de *Legionella*”.

De manera general, las instalaciones de ACS deben cumplir las siguientes condiciones de funcionamiento:

- Tener una temperatura de acumulación, de choque térmico y en puntos terminales superior a 60°C, 70°C y 50°C respectivamente.
- Garantizar la estanqueidad, la circulación, la realización de purgas para el vaciado y eliminación de sedimentos.
- Disponer de filtros mecánicos de partículas de dimensiones comprendidas entre 80 µm y 150 µm. (según UNE UNE-EN 13443-1)
- Facilitar la accesibilidad a los equipos para su inspección, limpieza, desinfección y toma de muestras.
- Resistencia de los materiales a la desinfección ya sea por cloración o por choque térmico, evitando el crecimiento microbiano y la formación de biocapa en el interior de las tuberías.

Además, según la norma UNE 100030 se debe implantar un plan de prevención y control de la *Legionella* (PPCL) que incluya un programa de actuación en el que se contemplen por un lado las operaciones de mantenimiento higiénico sanitario en las instalaciones durante la fase de explotación. Y, por otro lado, las operaciones de mantenimiento técnico (mecánico, eléctrico, preventivo, etc.) según el reglamento vigente, las cuales deben seguir el siguiente esquema:

Esquema 1. Fuente UNE 100030. Punto 6.1.2.



En la revisión de una instalación se comprobará su correcto funcionamiento y su buen estado de conservación y limpieza, incluyendo todos los elementos, así como los sistemas utilizados para el tratamiento de agua. Se realizará con la periodicidad reflejada en la tabla siguiente:

Tabla 13. Periodicidad de las revisiones de la instalación de ACS

Elemento	Periodicidad
Funcionamiento de la instalación: Realizar una revisión general del funcionamiento de la instalación, incluyendo todos los elementos, reparando o sustituyendo aquellos elementos defectuosos	ANUAL
Estado de conservación y limpieza de los depósitos y acumuladores: Debe comprobarse mediante inspección visual que no presentan suciedad general, corrosión, o incrustaciones.	TRIMESTRAL
Estado de conservación y limpieza de los puntos terminales (grifos y duchas): Debe comprobarse mediante inspección visual que no presentan suciedad general, corrosión, o incrustaciones. Se realizará en un número representativo, rotatorio a lo largo del año de forma que al final del año se hayan revisado todos los puntos terminales de la instalación.	MENSUAL
Purga de válvulas de drenaje y tuberías	MENSUAL
Purga del fondo de acumuladores	SEMANAL
Apertura de grifos y duchas de instalaciones no utilizadas, dejando correr el agua unos minutos	SEMANAL
Control de temperatura en depósitos acumuladores y una muestra representativa de grifos	DIARIO
Equipos de tratamiento de agua	MENSUAL

Se elaborarán y aplicarán programas de mantenimiento incluyendo al menos los siguientes puntos.

- Elaboración de un plano señalizado de cada instalación que contemple todos sus componentes, que se actualizará cada vez que se realice alguna modificación. Se recogerán en éste los puntos o zonas críticas en donde se debe facilitar la toma de muestras del agua.
- Revisión y examen de todas las partes de la instalación para asegurar su correcto funcionamiento, estableciendo los puntos críticos, parámetros a medir y los procedimientos a seguir, así como la periodicidad de cada actividad.
- Programa de tratamiento del agua que asegure su calidad. Este programa incluirá productos, dosis y procedimientos, así como introducción de parámetros de control físicos, químicos y biológicos, los métodos de medición y la periodicidad de los análisis.
- Programa de limpieza y desinfección de toda la instalación para asegurar que funciona en condiciones de seguridad, estableciendo claramente los procedimientos, productos a utilizar y dosis, precauciones a tener en cuenta y la periodicidad de cada actividad.
- Existencia de un registro de mantenimiento de cada instalación que recoja todas las incidencias, actividades realizadas, resultados obtenidos y las fechas de paradas y puestas en marcha técnicas de la instalación, incluyendo su motivo.

Todo el personal que trabaje en operaciones de mantenimiento higiénico-sanitario, deberá cumplir las disposiciones de la legislación vigente en materia de capacitación para realizar tratamientos con biocidas.

> Limpieza y desinfección

Una desinfección no será efectiva si no va acompañada de una limpieza exhaustiva.

Las instalaciones de agua fría de consumo humano y de agua caliente sanitaria se limpiarán y desinfectarán como mínimo, una vez al año, cuando se pongan en marcha la instalación por primera vez, tras una parada superior a un mes, tras una reparación o modificación estructural, cuando una revisión general así lo aconseje y cuando así lo determine la autoridad sanitaria.

Para la realización de la limpieza y la desinfección se utilizarán sistemas de tratamiento y productos aptos para el agua de consumo humano.

➤ **Desinfección en caso de brote**

En el caso de producirse un brote se realizará un tratamiento en todo el sistema de distribución de agua caliente sanitaria, tal y como se especifica en el anexo 3 del Real Decreto 865/2003.

Todas las actividades realizadas con motivo de la aparición de un brote de legionelosis en una instalación han de quedar reflejadas en el registro de mantenimiento de forma que estén siempre disponibles para las autoridades sanitarias.

Todos los elementos desmontables deberán tratarse teniendo en cuenta que sólo puede utilizarse cloro, procediendo a la renovación de aquellos elementos de la red en los que se aprecie alguna anomalía, en especial los que se vean afectados por procesos de corrosión e incrustación.

3.4.6 PUNTOS CRÍTICOS

El sistema de alimentación de agua del centro es un tema que se debe analizar, ya sea por la falta o por el exceso de presión que puede generar un problema grave en nuestra instalación o porque debe realizarse un pretratamiento, como por ejemplo la descalcificación o cloración.

De forma general, hay que tener en los siguientes puntos:

- Sistemas de generación: aunque no es objeto de este capítulo los sistemas de generación deben estar debidamente mantenidos y asegurar la disponibilidad del suministro. En el caso de la solar térmica se debe prestar especial atención a que el fluido caloportador cumpla con los requisitos para evitar que deteriore las instalaciones en caso de heladas. Asimismo, el sistema de dispersión de calor debe estar bien dimensionado para soportar los meses de mayor radiación y de menor demanda y las válvulas de seguridad deben estar bien taradas. Es muy frecuente encontrarse instalaciones que durante el verano actúan las válvulas de seguridad y al realizar el llenado el circuito se llena con agua de abasto (agua no glicolada) provocando que en las primeras heladas las tuberías revienten.
- Las llaves de paso pueden llegar a ser un problema en nuestra instalación si no nos aseguramos de que su funcionamiento es correcto, especialmente las que de manera general permanecen abiertas. Esto puede provocar que cuando tengamos que actuar para anular algún circuito, realizar alguna intervención o resolver una avería nos encontremos con la imposibilidad de aislar un único ramal.
- Los acumuladores son parte fundamental de la instalación para poder abastecer la demanda, se debe tener especial cuidado con su mantenimiento, sobre todo cuando se realizan las limpiezas y desinfecciones. Debe optarse por un único método: cloración o choque térmico. En ningún caso debe combinarse ambas.

El trazado de las tuberías debe ser en la medida de lo posible accesible, así como contar con sistemas que permitan absorber las dilataciones. Se debe tener en cuenta cuando se combinen diferentes materiales en tuberías las compatibilidades de todos ellos. La corrosión siempre atacará al material más débil. Actualmente existen técnicas de prensado para las instalaciones de tuberías que no sólo simplifican la instalación, sino que también agilizan la reparación. A diferencia de la soldadura, dejan la unión más limpia y libre de rebabas.

De forma general, se deben revisar las instalaciones con el objeto de evitar aguas estancadas y revisar periódicamente las zonas que en determinadas épocas del año permanecen cerradas. Existen técnicas no invasivas como ultrasonidos para analizar la degradación de las tuberías de nuestra instalación, especialmente deben revisarse los colectores y tramos que puedan provocar un corte en el suministro de agua caliente sanitaria.

3.5 TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

3.5.1 INTRODUCCIÓN

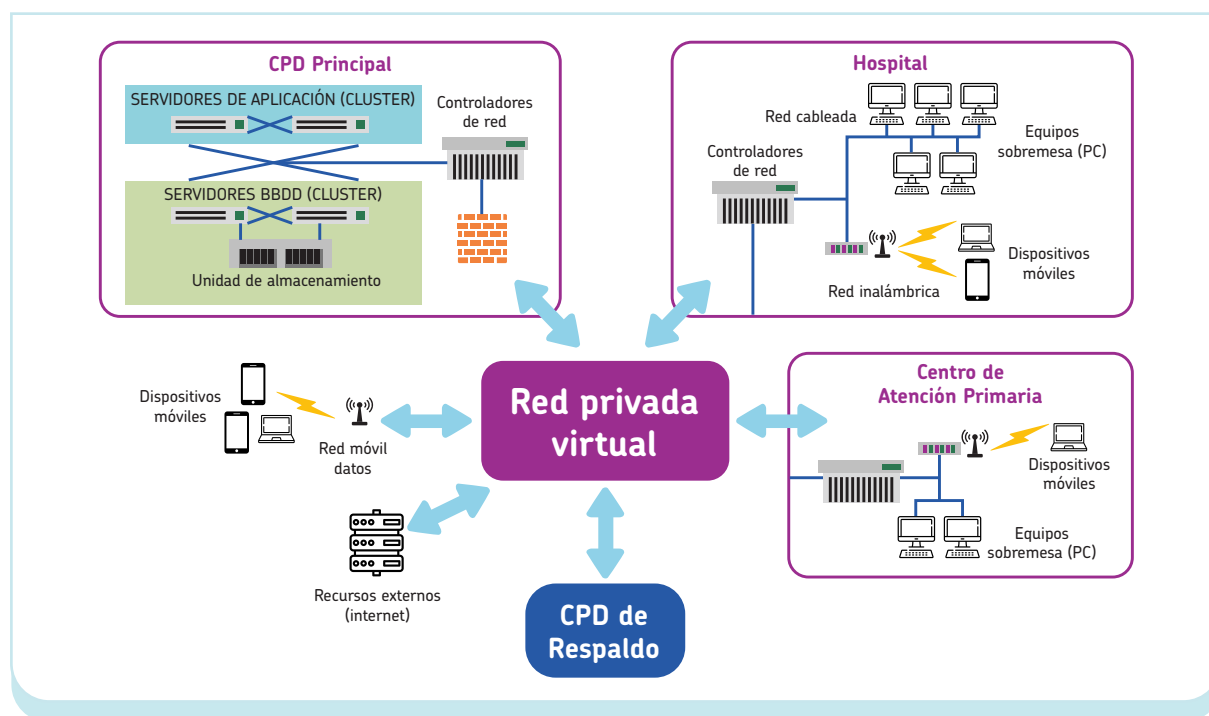
Las tecnologías de la información y comunicación (TIC) están configuradas por la combinación de varios elementos para la realización de su función: *software*, *hardware*, red de comunicaciones y centro de procesamiento de datos.

El elemento más importante entre estos componentes suele ser el **software**, el cual puede tomar la forma de diferentes tipos de programas informáticos. Un programa informático puede definirse como un conjunto ordenado y estructurado de instrucciones específicas que, cuando se ejecutan, permiten realizar una o más tareas en un ordenador. El software es, por tanto, el componente lógico de un ordenador, intangible pero esencial para su funcionamiento.

De esta forma, el software es un elemento intangible que requiere un segundo elemento puramente físico para facilitar su operación. Este segundo elemento es el **hardware**, el cual se compone de un conjunto de dispositivos físicos (microprocesador, memoria, unidades de disco, monitor, teclado, impresora, etc.). La composición y características de estos dispositivos pueden variar según las necesidades del sistema.

Además, la necesidad de trabajar en un entorno colaborativo ha llevado a la inclusión de un tercer elemento: **la red de comunicaciones**. Esta red permite conectar diferentes ordenadores e implica la adición de canales físicos entre los diferentes puntos que componen la red. También requiere la instalación de *software* y *hardware* específicos para administrar la comunicación. Así, una red de comunicaciones permite compartir información y recursos entre computadoras, formando lo que se conoce como una red de ordenadores. Mención especial merece aquí todo el desarrollo asociado al internet de las cosas o *Internet of Things* (IoT), el cual ha incrementado enormemente las necesidades y la heterogeneidad de las redes de comunicaciones inalámbricas, añadiendo un elemento adicional de complejidad al proceso de diseño y definición de la infraestructura de red.

Además, cabe destacar que el *software*, el *hardware* y las redes de comunicaciones se unen de manera importante en lo que se conoce como **centros de procesamiento de datos (CPD)**. Un CPD reúne todos los dispositivos necesarios para la gestión centralizada de un grupo de aplicaciones informáticas corporativas (servidores de aplicaciones, servidores de bases de datos, unidades centralizadas de almacenamiento de datos, sistemas de comunicaciones, etc.). De esta forma, la protección física de los equipos en este entorno es fundamental, ya que es de vital importancia para las operaciones de cualquier centro hospitalario.

Figura 12. Ejemplo de arquitectura de alto nivel de una infraestructura TIC

Fuente: Air Liquide

En base a todo lo expuesto, durante el presente capítulo, dado que en la mayor parte de organizaciones sanitarias se tiende a una centralización de los elementos referentes al *software* y al *hardware* en los CPD centrales, se pondrá el **foco en la red de comunicaciones** (incluyendo todos sus elementos asociados) por su relevancia en las instalaciones hospitalarias.

3.5.2 DISEÑO DE LA RED DE COMUNICACIONES

Como se ha indicado anteriormente, **la red de comunicaciones es la base que permite trabajar de forma coordinada a las aplicaciones críticas del hospital**, donde la mayoría de ellas están relacionadas con las actividades clave del centro. El rendimiento de las inversiones realizadas en el HIS (*Hospital Information System* – sistema de gestión hospitalaria), el PACS (*Picture Archiving and Communication System* – sistema de comunicación y archivo de imágenes) y otros sistemas de información hospitalarios, sólo se pueden materializar si esos activos están siempre disponibles para los usuarios de una manera confiable, segura y altamente optimizada, bien sea en un puesto fijo o en movilidad.

Además, la red del hospital está sometida a la **presión constante de los nuevos requisitos** impulsados por el desarrollo tecnológico y por el comportamiento social digital. Los médicos necesitan acceder a información desde sus dispositivos móviles, como teléfonos inteligentes y tabletas, mientras que los pacientes y visitantes exigen conectividad a internet para redes sociales y entretenimiento. A esto se suman también los dispositivos y sensores de IoT que están creando hospitales inteligentes o *smart hospitals* que también afectan en gran medida a las experiencias del médico y del paciente en el hospital.

Por tanto, hace falta tener en cuenta una serie de **factores clave** a la hora de diseñar o dimensionar una red de comunicaciones hospitalarias. En los siguientes puntos se indican y describen algunos de estos factores clave.

3.5.2.1 SUBREDES Y GESTIÓN DEL TRÁFICO

Desde la completa introducción de la imagen médica digital o la historia clínica electrónica, pasando por la interconexión de dispositivos médicos (bombas de infusión, monitores de constantes o sistemas

de llamada a enfermería) y llegando a la posible conexión de objetos cotidianos (puertas, termómetros, sensores de calidad del aire, etc.), el aumento de los requerimientos y las demandas sobre las redes de comunicación hospitalarias no deja de crecer. De esta forma, es clave que la red de un hospital esté preparada para este entorno hiperconectado. Para ello, es necesario asegurar la conectividad en todas las instalaciones (tanto cableada como inalámbrica) además de ofrecer un ancho de banda suficiente.

Tecnologías como las redes LAN (*Local Area Network*) virtuales y STP (*Spanning Tree Protocol*) permiten crear redes privadas virtuales sobre MPLS (*Multi-Protocol Label Switching*), permitiendo así definir distintas redes con distintos niveles de aprovisionamiento, seguridad y recursos asociados. A estas tecnologías se suma además el SPB (*Shortest Path Bridging*), el cual simplifica la creación y gestión de redes privadas virtuales, facilitando aún más esta gestión de redes virtuales.

A nivel de requerimientos, es importante tener en cuenta que la red hospitalaria debe por un lado adaptarse al usuario, para ello es fundamental que se priorice la disponibilidad de los recursos a aquellos usuarios que de verdad lo necesiten. Además, ésta se debe adaptar a las aplicaciones, es decir, la red debe poder identificar, diferenciar y priorizar en tiempo real el tráfico de aplicaciones críticas frente a aquellas aplicaciones más tolerantes a la latencia y la fluctuación. Por último, la red hospitalaria debe aplicar la seguridad hasta el dispositivo final, para ello se requiere una infraestructura de red que sea segura desde el dispositivo de usuario final hasta el CPD central para que solo los autorizados tengan acceso a la información que necesitan.

3.5.2.2 COMUNICACIÓN INALÁMBRICA COMO ESTÁNDAR

Hoy en día, se debe suponer que el modo predeterminado de la mayoría de los dispositivos de la red hospitalaria son inalámbricos. De forma creciente, la mayoría de los dispositivos en el ámbito hospitalario son de tipo móvil: dispositivos de usuario como teléfonos VoIP, estaciones de trabajo móviles, tabletas y teléfonos inteligentes, dispositivos clínicos como bombas de infusión, dispositivos de captura de imagen móviles (radiología, MRI) y otros dispositivos como tags de localización, sensores de temperatura, sensores de calidad del aire, etc. Además, los usuarios esperan la misma experiencia cuando usan sus dispositivos inalámbricos que cuando usan sus puestos fijos. Por tanto, es importante dimensionar la red inalámbrica y garantizar el acceso unificado para asegurar el mismo rendimiento y las mismas características de conectividad.

La tecnología inalámbrica dominará como medio de acceder a la información del paciente a medida que los HIS y sistemas de historia clínica electrónica se vuelvan cada vez más compatibles con tabletas o teléfonos inteligentes. La estandarización de la tecnología inalámbrica gigabit ultrarrápida (IEEE 802.11ac) permite aumentar la velocidad de transferencia de archivos pesados, lo que impulsará un mayor uso de la captura y visualización de imágenes mediante el uso de dispositivos móviles. Incluso hay fabricantes de equipos de telemetría médica basados en 802.11, lo cual puede ser el primer paso para eliminar los protocolos patentados basados en las frecuencias del servicio de telemetría médica inalámbrica (WMTS – *Wireless Medical Telemetry Systems*).

La cobertura se asume, por supuesto, dentro de la instalación, pero no se deben descuidar las áreas donde el personal, los pacientes o los visitantes se congregan fuera de las salas y áreas de examen: cafeterías, jardines, estacionamientos e incluso ascensores son áreas donde la cobertura puede marcar una gran diferencia para la productividad de los profesionales sanitarios y para una satisfacción general a nivel de experiencia de pacientes y visitantes. Se debe prestar mucha atención a la cobertura en áreas populares para asegurar suficiente densidad de puntos de acceso: puestos de enfermería, auditorios, cafeterías y salones para el personal, etc.

No obstante, la cobertura total no es suficiente: para mantener un alto rendimiento para todos los usuarios que se conecten de forma inalámbrica, la capacidad es crítica. Por esta razón, IEEE 802.11ac es el estándar recomendado para todas las implementaciones nuevas. Los dispositivos personales en su mayor parte ya son compatibles con 802.11ac e incluso dispositivos más antiguos que admiten 802.11n se beneficiarán de un mayor rendimiento y una mayor duración de la batería.

3.5.2.3 VISIÓN HOLÍSTICA DE LA RED

La red de acceso LAN cableada, como todos los elementos de una red hospitalaria moderna, debe enfocarse en la maximización de la disponibilidad y el rendimiento. Para ello, se deben eliminar puntos únicos de fallo implementando un sistema robusto y una arquitectura de red que pueda redirigir en caso de que haya algún fallo en algún enlace. Además, debería ser posible sacar de la red a un dispositivo automáticamente en caso de comportamiento anómalo, mediante la utilización de tecnologías de aprovisionamiento automático inteligente (por ejemplo, SPB). Es interesante también disponer de un único sistema de administración de red, que permita tener una vista de toda ella, incluyendo tanto dispositivos fijos como inalámbricos.

3.5.2.4 ADAPTAR EL CORE DE RED

Una red de acceso eficiente y de alto rendimiento es tan buena como la red central a la que se conecta. El núcleo de red es la parte más crítica de la infraestructura del hospital, por lo que, de nuevo la redundancia, la resiliencia y el rendimiento son elementos clave.

Al planificar la red es importante tener en cuenta lo siguiente:

- La implementación de *switches* de acceso con enlaces de 10G a un núcleo de 40G o 100 G elimina los cuellos de botella y permite el diseño óptimo de redes virtuales.
- La optimización de la infraestructura cableada mediante la reducción de la cantidad de capas en el diseño de la red al eliminar la capa de distribución, lo cual reduce tanto las necesidades de inversión (CAPEX) como los gastos de operación (OPEX).
- El potencial rediseño de las LAN virtuales (*vLAN*) a través de la aplicación de políticas basadas en flujo y definidas por software, lo cual puede optimizar el tráfico tanto en las rutas cableadas como inalámbricas sin necesidad de cambiar la parte hardware de la red existente.
- La elección de *switches* de nuevo diseño con menor consumo energético.
- El apoyo en proveedores que ofrezcan modelos escalables que no requieran grandes inversiones iniciales y que permitan ir adaptándose paulatinamente a las necesidades.

3.5.2.5 DISPONER DE UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN DE RED CENTRALIZADA

Dada la gran saturación y la alta demanda a la que se enfrentan los equipos técnicos de los hospitales, es muy recomendable disponer de herramientas que permitan optimizar las operaciones de gestión de la red. Entre otras, esta herramienta de gestión centralizada podría permitir gestionar:

- Los elementos de red y los recursos del hospital, así como otras posibles ubicaciones remotas (consultorios, centros de especialidades, etc.).
- Redes privadas virtuales.
- Políticas de seguridad y priorización del tráfico tanto en redes cableadas como inalámbricas.
- Servicios de autenticación, autorización y trazabilidad para políticas de BYOD (*Bring Your Own Device*).

3.5.2.6 OFRECER SERVICIOS DE CONECTIVIDAD A USUARIOS EXTERNOS

Dada la gran cantidad de tiempo que tanto los pacientes como los acompañantes pueden llegar a pasar en un hospital, es importante poder ofrecer servicios de conectividad que les permitan pasar su estancia de forma más agradable. No obstante, es importante que estos servicios de conectividad no tengan impacto en los profesionales del centro, por ello se debe disponer de políticas para garantizar que el acceso y el rendimiento de los usuarios internos no se vea degradado.

Además, en muchos casos, los hospitales deben ofrecer servicios de conectividad a la red corporativa a profesionales ajenos al propio centro. Este tipo de accesos habitualmente han sido ofrecidos mediante configuraciones manuales muy intensivas en tiempo y recursos por parte de los equipos técnicos del hospital. Por tanto, resulta importante disponer de mecanismos que permitan implementar políticas BYOD (*Bring Your Own Device*, uso de dispositivos personales en el ámbito profesional) que por un

lado faciliten el acceso a la red en base a la información de contexto disponible y, que por otro lado, ofrezca opciones de autoservicio a la hora de enrolar nuevos dispositivos por parte de los usuarios.

3.5.2.7 EXTENDER LOS SERVICIOS DE CONECTIVIDAD MÁS ALLÁ DE LAS PAREDES DEL HOSPITAL

A la hora de desplegar y dimensionar una nueva red, es importante tener en cuenta las necesidades de que dicha red vaya más allá del edificio del hospital, extendiéndose potencialmente a otros centros o clínicas, centros administrativos remotos, hogares de los profesionales o incluso a ambulancias o vehículos medicalizados. Para ello, es fundamental contar con:

- Puntos de acceso y *switches* que puedan desplegarse en exteriores para ofrecer conectividad en lugares al aire libre como zonas de aparcamiento o jardines.
- Opciones de conexión punto a punto y/o punto a multipunto basadas en WLAN que permitan extender la red a otro edificio sin necesidad de tender cables.
- Puntos de acceso remoto que permitan a los profesionales clínicos trabajar desde el hogar u otras ubicaciones remotas igual que si estuvieran en el hospital.
- Tecnologías de vehículos conectados para transformar las ambulancias en una extensión del hospital, proporcionando acceso a todos los datos y al historial médico del paciente mientras se realiza el traslado.

3.5.3 MANTENIMIENTO DE LA RED DE COMUNICACIONES

A la hora de diseñar el mantenimiento de la infraestructura de red del hospital, es interesante aplicar un enfoque basado en diferentes niveles similar al que se pueda aplicar a otras aplicaciones o servicios TIC. En este sentido, se indica a continuación una descripción de los diferentes niveles que podrían aplicar a un servicio de **mantenimiento correctivo** de una infraestructura de red hospitalaria:

- **Nivel 1:** Punto de acceso al que dirigir peticiones, incidencias o consultas relacionadas con el correcto funcionamiento del servicio. Se encargará de la tramitación de peticiones, resolución de incidencias y respuesta a consultas, o derivación de cualquiera de ellas al segundo nivel de atención, en caso de que excedan las posibilidades, conocimientos, autorizaciones u objetivos definidos en el primer nivel.
- **Nivel 2:** Servicio de atención especializado, desempeñando potencialmente las mismas tareas que las señaladas en el primer nivel, diferenciándose por el nivel de especialización y por la obligación de resolver todas las peticiones, incidencias o consultas que se planteen, salvo las previstas de resolución en el nivel 3. Incluye los desplazamientos al lugar de la incidencia, así como la resolución y verificación de las oportunas medidas correctivas.
- **Nivel 3:** Servicio de soporte técnico experto incluyendo, en su caso, escalado con el fabricante. Normalmente, este soporte del fabricante estará incluido en el servicio de mantenimiento y será responsabilidad de la empresa que ofrezca estos servicios el gestionar dicho escalado según los acuerdos establecidos en el contrato.

Además de estos niveles de servicio de mantenimiento correctivo, se pueden implementar también medidas de **mantenimiento preventivo**. En este caso, se estaría haciendo referencia a la instalación de nuevas versiones de *software*, parches, resolución de vulnerabilidades, etc. Estas actualizaciones deben ser realizadas en el equipamiento indicado, pudiendo requerir en ocasiones la presencia in-situ de personal técnico cualificado. Por último, es recomendable incluir también un servicio de **mantenimiento experto de consulta y configuración**. Este servicio puede incluir:

- **Servicio de consulta y asesoramiento.** Este servicio consiste en la prestación de asesoramiento a consultas sobre procedimientos operacionales, evolución de producto, proyectos de ampliación y/o mejora de los equipos y/o sus funcionalidades, etc.
- **Servicio de configuración.** Este servicio consiste en el diseño, prueba e implementación de configuraciones específicas. La prestación de este servicio requerirá la preparación de la configuración por personal técnico especializado y posterior conexión remota para su implementación en aplicaciones de pre-explotación en primer lugar y posteriormente en producción.

3.5.4 PUNTOS CRÍTICOS

Es necesario un análisis detallado de las **características de rendimiento de los componentes** ofrecidos por cada proveedor. Este análisis debe incluir lo siguiente:

- Verificar la **compatibilidad** de estos componentes con la infraestructura ya en uso en la organización.
- Verificación de la **vida útil** proyectada del componente, teniendo en cuenta sus posibilidades **de expansión y crecimiento** (escalabilidad). Esto es muy importante para asegurar que seguirá siendo útil mientras sea razonablemente posible, y para confirmar que la base tecnológica de los componentes esté actualizada, a fin de evitar la compra de productos que vayan a ser discontinuados antes de haber sido amortizados.
- Evaluar las diferentes **opciones de contratación**, cuando se disponga de más de una. Por ejemplo, ciertos dispositivos pueden ser alquilados dentro de un modelo de servicio, lo que ofrece ciertas ventajas para su reemplazo en caso de fallo o amortización.
- Establecer claramente el **alcance de los servicios contratados**. En el caso del *software*, por ejemplo, esto aplicaría a los términos de la licencia del producto (indicando también la propiedad del código fuente resultante de potenciales desarrollos), la formación de los usuarios, las actualizaciones de aplicaciones, etc.
- Incluir los **servicios de soporte y mantenimiento**, determinando claramente su alcance y períodos de vigencia. Si es posible, los plazos de renovación deben estar preestablecidos.
- Evaluar el nivel de **dependencia de un proveedor** que podría influir en estas compras. No obstante, a veces tal dependencia es inevitable, como por ejemplo, con la instalación del software del sistema.

Además, aquellos con responsabilidades en la toma de decisiones deben ser particularmente conscientes de algunas cuestiones relativas a la planificación de las infraestructuras de TIC en el ámbito hospitalario:

- La planificación debe estar siempre orientada al **medio plazo**. De esta forma, se puede obtener una solución que encuentre un equilibrio entre dos riesgos opuestos. Por un lado, las decisiones a corto plazo pueden conducir a la saturación de los recursos existentes que pueden ralentizar o incluso llegar a detener el sistema (la capacidad de la red inalámbrica es un buen ejemplo). Por otro lado, la planificación a largo plazo puede llevar al error de desplegar una infraestructura sobredimensionada, que luego se volverá anticuada antes de que haya sido completamente amortizada, ya que los avances continuos en la tecnología base dan como resultado la rápida y progresiva aparición de elementos de mayor rendimiento y precios cada vez más bajos. Por tanto, lo ideal es orientar la planificación a medio plazo, incluyendo hitos intermedios que permitan evaluar el cumplimiento de los objetivos principales, a la vez que se van detectando desviaciones en el corto plazo y que se van implementando las medidas correctoras necesarias.
- Toda infraestructura tiene una **vida útil finita**, por lo que cada año el plan debe incluir una sección para cubrir la sustitución de equipos amortizados o anticuados, así como la ampliación o adecuación de estos para prolongar su vida útil (si esa opción es económicamente viable para la organización). Además, antes de proceder con la eliminación definitiva de un dispositivo, toda la información confidencial que pueda contener debe ser eliminada.

Por último, al igual que en otros sectores profesionales, la **formación** de los empleados de la organización es un elemento fundamental en el ámbito de las TIC hospitalarias, especialmente considerando el rápido progreso de la industria y los continuos esfuerzos de actualización que ello conlleva. Esta formación debe incluir temas tan diversos como métodos de gestión de proyectos, estándares e incluso las leyes bajo las cuales deben operar las organizaciones sanitarias (ej: GDPR). También es útil planificar la formación inicial y los cursos de actualización. La primera debería ofrecerse cuando se introduzcan los nuevos sistemas y también cuando se contraten nuevos empleados. Por su lado, los cursos de actualización se pueden utilizar para actualizar los conocimientos de los empleados, así como para enseñarles cómo manejar las nuevas funciones que pueden aparecer a medida que evolucionan los sistemas.

En este sentido, es recomendable planificar dos niveles de formación diferentes:

- Capacitación avanzada en funciones de uso frecuente, como administración de sistemas básicos, gestión de usuarios, tratamiento de incidencias menores, etc.

- › Formación básica en funciones de uso poco frecuente, especialmente en tareas que requieren la participación de especialistas externos a la organización, para permitir un adecuado seguimiento de las acciones de estos especialistas externos, que pueden incluir: despliegues de nuevas infraestructuras, introducción de nuevos dispositivos, etc.

Otra idea interesante es organizar ocasionalmente actividades básicas de formación cruzada. De esta forma, se podría proporcionar formación en gestión sanitaria a profesionales TIC y formación en gestión de TIC a profesionales sanitarios y gestores de servicios sanitarios. Esto puede ayudar a reducir la brecha que existe entre las diferentes profesiones, reforzando así su colaboración.

3.6 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

3.6.1 INTRODUCCIÓN

La instalación de protección contra incendios (PCI) es fundamental en cualquier sector, pero debido a sus particularidades goza de una extraordinaria importancia en el ambiente hospitalario.

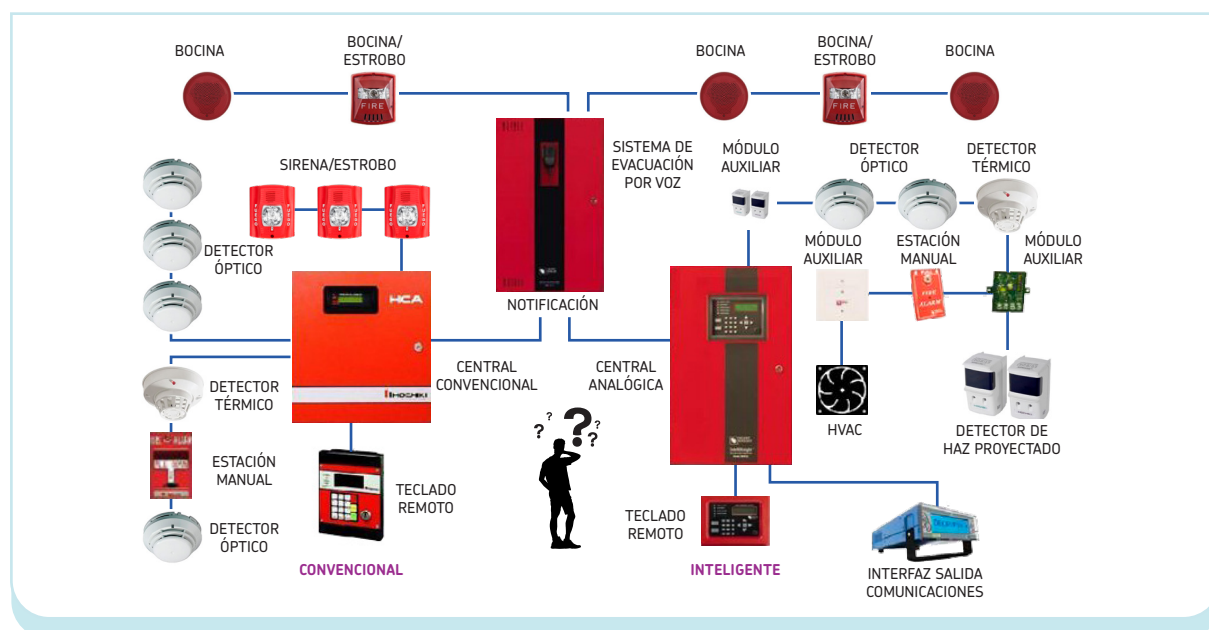
El diseño de los hospitales en sus fases más tempranas se ve influenciado de forma determinante por la instalación de protección contra incendios, ya que desde un primer momento se deben planificar las divisiones o sectorizaciones del edificio, los núcleos verticales protegidos o escaleras de emergencia y rutas de evacuación, lo que conlleva un estudio concurrente de los usos, superficies y ocupaciones de cada zona.

Esta instalación engloba dos disciplinas muy diferenciadas pero que a su vez se complementan de manera clave en la lucha contra el fuego, saber:

- › Prevención y detección de incendios,
- › Extinción del fuego.

La prevención y detección de cualquier conato de incendio en sus inicios serán decisivos en el éxito de su control y extinción a tiempo sin mayores consecuencias. La central de detección de incendios es el cerebro de la instalación que de forma automática es capaz de detectar un determinado aumento brusco de temperatura o presencia de humo en cualquier estancia y al mismo tiempo, dar órdenes a los distintos elementos de actuación, tales como: actuaciones concretas destinadas a la comunicación y alarma de incendio, control y sectorización o incluso disparar de forma automática sistemas de extinción del incendio, para lo cual se habrán dispuesto los dispositivos adecuados como pueden ser rociadores o *sprinklers*.

La central de incendios puede actuar de forma decisiva también sobre otra serie de instalaciones enviando órdenes de funcionamiento concreto en caso de alarma de incendio como la parada sectorizada de sistemas de climatización, activación de sistemas de extracción o ventilación, actuación sobre puertas cortafuegos, apertura permanente de puertas automáticas en vías de evacuación, parada de ascensores de uso común (excluyendo ascensores de emergencia) previa situación de los mismos en planta segura, etc.

Figura 13. Esquema básico de un sistema de protección contra incendios

Fuente: Fevox

3.6.2 DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

En el diseño de la instalación de protección contra incendios en hospitales debemos contemplar de forma concurrente la normativa vigente estatal y cualquier otra normativa local de aplicación.

El Código Técnico de la Edificación cuenta con una sección enfocada a la protección contra incendios en hospitales. En este código se recogen las medidas mínimas que deben ser garantizadas en uso hospitalario, entendiendo como tal, además de hospitales, cualquier otro tipo de centro asistencial como pueden ser sanatorios, clínicas, residencias geriátricas o de personas discapacitadas, y en general centros que cuentan con hospitalización 24 horas y por ende pacientes que requieren asistencia ante una posible evacuación. Ello supone que estos centros deben estar diseñados con la premisa de minimizar las posibilidades de una emergencia de incendio que obligue a la evacuación de estos pacientes.

Un segundo pilar en cuanto a normativa de aplicación es el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios y sus tres anexos, comúnmente llamado RIPCI. Este reglamento entró en vigor el 12 de diciembre de 2017 por el Real Decreto 513/2017 de 22 de mayo con el objeto de definir los requisitos y condiciones exigibles en el diseño, instalación, mantenimiento e inspección de todos los equipos que componen las instalaciones contra incendios.

3.6.2.1 SECTORIZACIÓN

En cuanto a los requisitos de sectorización, el CTE exige que las plantas con zonas de hospitalización o con zonas especiales como UVI, quirófanos, etc. deben estar compartimentados en al menos dos sectores de incendio, cada uno de ellos con una superficie construida que no exceda de 1.500 m² y con espacio suficiente para albergar a los pacientes de uno de los sectores contiguos. Como excepción se contemplan aquellas plantas cuya superficie construida no exceda de 1.500 m², que tengan salidas directas al espacio exterior seguro y cuyos recorridos de evacuación hasta ellas no exceda de 25 m. Para el resto de las zonas del edificio la limitación en cuanto a superficie construida que establezca sector de incendio se fija en 2.500 m².

Cualquier sector de incendio debe cumplir con unos valores establecidos de resistencia al fuego en sus paredes, techos y puertas que lo delimitan. En el caso de uso hospitalario el CTE exige una resistencia en minutos de:

- › El 120 para plantas bajo rasante.
- › El 90 para edificios con altura de evacuación hasta 15 metros.
- › El 120 para edificios con altura de evacuación entre 15 metros y 18 metros.
- › El 180 para edificios con altura de evacuación superior a 18 metros.

Siendo:

- E: la resistencia a la llama y el gas caliente.
- I: la limitación del calentamiento permisible en el lado no expuesto.

Para edificios de altura de evacuación superior a 28 metros, se exige el 180 para las plantas bajo rasante.

Se debe prestar especial atención a los locales y zonas de riesgo especial.

El CTE establece para uso hospitalario los siguientes tipos de riesgo en función de uso del local y volumen construido:

Tabla 14. Nivel de riesgo en un hospital en función del volumen del local

Hospitalario	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto
› Almacenes de productos farmacéuticos y clínicos	$100 < V \leq 200 \text{ m}_3$	$200 < V \leq 400 \text{ m}_3$	$V > 400 \text{ m}_3$
› Esterilización y almacenes anejos		En todo caso	
› Laboratorios clínicos	$V \leq 350 \text{ m}_3$	$350 < V \leq 500 \text{ m}_3$	$V > 500 \text{ m}_3$

Además de estas zonas específicas de uso hospitalario, hay que tener en cuenta cualquier local común a otro tipo de edificios y considerado igualmente de riesgo especial como por ejemplo salas de máquinas, centros de transformación, talleres de mantenimiento, lavanderías, cocinas, almacenes de residuos, aparcamientos, etc. Todos ellos deben cumplir con las consideraciones especiales de locales de riesgo especial integrados en edificios según se indica en el CTE:

Tabla 15. Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios

Característica	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Resistencia al fuego de la estructura portante	R 90	R 120	R 180
Resistencia al fuego de las paredes y techos que separan la zona del resto del edificio	EI 90	EI 120	EI 180
Vestíbulo de independencia en cada comunicación de la zona con el resto del edificio	-	Sí	Sí
Puertas de comunicación con el resto del edificio	El ₂ 45-C5	2 x El ₂ 30-C5	2 x El ₂ 45-C5
Máximo recorrido hasta alguna salida del local	$\leq 25 \text{ m}$	$\leq 25 \text{ m}$	$\leq 25 \text{ m}$

3.6.2.2 EVACUACIÓN

Para el diseño de recorridos de evacuación se hace fundamental conocer y cumplir con los niveles de ocupación en función del uso previsto en cada zona, a estos efectos el Código Técnico aporta los siguientes valores para Uso Hospitalario:

- › Salas de espera: 2 m²/ persona.
- › Zonas de hospitalización: 15 m²/ persona.
- › Servicios ambulatorios y de diagnóstico: 10 m²/ persona.
- › Zonas destinadas a tratamiento de pacientes internados: 20 m²/ persona.

En uso hospitalario se permite la existencia de una única salida de planta o de recinto para plantas o

locales únicamente cuando la superficie construida se encuentra por debajo de 90m². Como norma general en estos casos no se permiten los recorridos de evacuación de distancia superior a 25 metros hasta salida de planta.

Cuando se dispone de más de una salida de evacuación se permite que los recorridos de evacuación no excedan 50 metros, a excepción de zonas donde se prevea la presencia de ocupantes que duermen o en plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo donde estos recorridos de evacuación no pueden exceder 35 m.

Para el diseño de los elementos de evacuación se utiliza la tabla 4.1 del Código Técnico donde con unas sencillas fórmulas que dependen fundamentalmente del número de personas que se prevé pasen por ese elemento, se define el ancho de puertas, pasillos, rampas, escaleras y resto de elementos de recorridos de evacuación. Como apunte hay que indicar que en uso hospitalario cualquier puerta o paso debe dejar una luz mínima de 1,05 metros, y en el caso de pasillos y rampas deben contar como mínimo con 2,20 metros de ancho.

En el diseño de escaleras de evacuación descendente se debe tener en cuenta que en zonas de hospitalización o de tratamiento intensivo no se admite una escalera no protegida.

En los recorridos de evacuación se dispondrá la señalización correspondiente para indicar de forma inequívoca la dirección a seguir en caso de incendio. Estas señales de evacuación están definidas en la norma UNE 23034:1988, deben ser visibles desde cualquier origen de evacuación y deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro de alumbrado.

En aparcamientos y establecimientos de pública concurrencia cuya ocupación exceda de las 1000 personas, se dispondrá un sistema de control de humo de incendio como puede ser ventilación forzada y que se activará de forma automática durante la evacuación de los ocupantes.

3.6.2.3 EXTINCIÓN DE INCENDIOS

La extinción de incendios es la parte activa de la lucha contra el fuego, por este motivo los edificios deben estar dotados de forma adecuada en este sentido. El Código Técnico especifica qué instalaciones deben incluirse en el Uso Hospitalario:

- › Extintores portátiles en las zonas de riesgo especial alto con un extintor móvil de 25 kg por cada 2.500 m² de superficie. En resto de zonas un extintor tipo 21A-113B a 15 metros de recorrido en cada planta desde cualquier origen de evacuación.
- › Bocas de incendio equipadas.
- › Ascensores de emergencia en zonas de hospitalización y tratamiento intensivo cuando la altura de evacuación exceda de 15 metros.
- › Columna seca si la altura de evacuación excede de 15 metros.
- › Sistema de detección y alarma con detectores, pulsadores manuales y posibilidad de transmisión de alarmas locales y generales. En centros con más de 100 camas deberá contar además con comunicación telefónica directa con el servicio de bomberos.
- › Hidrantes: Al menos uno si la superficie construida supera los 2.000 m², y a partir de 10.000 m² otro hidrante adicional por cada 10.000 m².
- › Instalación automática de extinción por ejemplo en cocinas de uso hospitalario por encima de 20 kW de potencia instalada.

En términos arquitectónicos del diseño del edificio, y de cualquier instalación de incendios hay que tener en cuenta los requerimientos necesarios para el paso de vehículos de bomberos, permitiendo siempre una anchura mínima libre de 3,5 metros, así como gálibo de 4,5 metros y capacidad portante del vial no inferior a 20 kN/m². Se tendrá especial atención al arbolado y cualquier otro obstáculo que pueda entorpecer el paso de bomberos y sus trabajos cerca de la fachada, así como la existencia de huecos de fachadas en todas las plantas.

3.6.3 COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

> Central de Incendios

El sistema de detección de incendios puede ser de dos tipos, convencional o analógico, siendo esta última la utilizada en hospitales. La diferencia radica en la información que recibe la central de incendios sobre la ubicación del incendio. La detección convencional está orientada a espacios diáfanos por lo que no es el más adecuado para zonas muy compartimentadas como pueden ser los hospitales. Por el contrario, la detección analógica es un sistema mucho más complejo y avanzado en el sentido en que se componen de lazos cerrados bidireccionales, en los que se intercalan detectores, pulsadores y sirenas estando cada componente perfectamente identificado de forma unívoca y aportando una información exacta de la zona del incendio. Además, permite una configuración muy diversa que permite programar actuaciones en función del tipo y zona de alarma, mandando órdenes concretas a otras instalaciones de climatización, ascensores, puertas cortafuegos etc.

> Detectores

Todo incendio va a acompañado de manifestaciones de humo, llamas o de un aumento repentino de la temperatura por lo que existen detectores específicos de humo, de llamas o térmicos.

Figura 14. Tipos de detectores comerciales



Fuente: Kilsen detección y Bosch

Los detectores de humo se deben situar en zonas donde se prevea que el desarrollo del incendio sea lento con mucho humo, pero poco calor y con baja presencia de llamas. En zonas donde la temperatura pueda aumentar rápidamente o donde pueda darse un alta la concentración de polvo en suspensión, o humos como en garajes o cocinas dando lugar a falsas alarmas con detectores de humo, se debe optar por instalar detectores termovelocimétricos. Los detectores de llama sin embargo se utilizan en zonas de riesgo de combustión sin humo como por ejemplo en presencia de gases o líquidos combustibles.

> Pulsadores de alarma

El sistema de detección de incendios debe llevar intercalados en la zona de detección una red de pulsadores de alarma. Estos equipos consisten en pulsadores manuales cuyo accionamiento transmite la alarma a la central. Deben ir protegidos frente a un accionamiento involuntario o accidental con un cristal.

Figura 15. Ejemplo de pulsador de alarma



Fuente: Banco de imagen

> Protección activa contra el fuego

Tras la detección de un incendio se debe contar en la instalación con los elementos de extinción adecuados según el tipo de fuego que puede originarse en cada zona y teniendo en cuenta sus particularidades como pueden ser cuadros eléctricos, archivos, presencia de combustibles líquidos o gaseosos inflamables, etc. Existen básicamente extintores hídricos, de espuma química, de espuma física, de anhídrido carbónico o de polvo seco, adecuados cada uno de ellos a extinguir el fuego de la forma más efectiva, ya sea por enfriamiento, sofocación, eliminación del combustible, por inhibición de la reacción en cadena o combinaciones de alguna de ellas.

Las BIEs o bocas de incendio equipadas son el punto terminal de una red de agua destinada a la extinción del fuego en un área limitada. Se componen de armario metálico, devanadera, manguera, lanza, válvula de paso y manómetro. Son alimentadas por un aljibe y grupo de presión de uso exclusivo y preparado en todo momento para entrar en funcionamiento.

Figura 16. Ejemplo de BIEs



Fuente: Banco de imagen

La instalación de columna seca se realiza en edificios de gran altura como apoyo a las brigadas de incendios y de uso exclusivo, instalándose normalmente en la caja de escalera, con conexión de alimentación en fachada y bocas de columna en las diferentes plantas según una localización fijada por normativa.

La red de hidrantes también es de uso exclusivo de bomberos y personal debidamente autorizado. A diferencia de la instalación de columna seca, los hidrantes se mantienen con presión para dar servicio de forma instantánea y atacar el fuego desde el exterior del edificio.

Además de estos sistemas de extinción manuales, existen sistemas de extinción automática diseñados para controlar un incendio desde sus inicios, como por ejemplo, la instalación fija de rociadores automáticos de agua o sprinklers. Su activación ante una detección es individual y se produce al alcanzar cada rociador una temperatura fijada. Cuentan con una alta efectividad debido a su actuación ante un fuego precoz facilitando al mismo tiempo el acceso al área afectada ya que refrigeran la zona, disminuyen el humo y aumentan la visibilidad. En el diseño de estas instalaciones automáticas se debe tener en cuenta el tipo de riesgo que entraña el local, clasificándose en riesgo ligero, ordinario y extra, aplicando en consecuencia unas densidades diferentes de descarga. Este tipo de instalación se puede encontrar dentro de un hospital por ejemplo en las áreas destinadas a almacenamiento.

Del mismo modo existen instalaciones de extinción automática mediante agente extintor de espuma o polvo químico seco que se utilizan por ejemplo para incendios en tanques de combustibles líquidos.

3.6.4 MANTENIMIENTO

El responsable de mantenimiento del hospital debe verificar que todos los productos y equipos instalados llevan la marca de conformidad a normas UNE/EN y marcado CE. Debe además exigir a las empresas instaladoras y mantenedoras su certificado y autorización por la consejería de industria correspondiente y que cumplan con los requisitos establecidos en el RIPCI. Estas empresas deben

estar debidamente habilitadas por el órgano competente de la comunidad autónoma correspondiente de un seguro de responsabilidad civil. Tienen que disponer de personal contratado adecuado a su nivel de actividad y es imprescindible que cuenten con un certificado de calidad implantado ISO 9001.

Las empresas mantenedoras tienen la obligación de corregir a petición del titular de la instalación las deficiencias o averías que se produzcan en la instalación que mantienen. Deben entregar un informe técnico presentando las deficiencias encontradas en la instalación, cualquier tipo de avería de equipos, dispositivos o sistemas, así como cualquier elemento que se encuentre fuera de normativa vigente. Deben conservar durante un período de al menos 5 años, la documentación referente a operaciones de mantenimiento o reparaciones realizadas en la instalación. Por último, deben emitir un certificado del mantenimiento periódico efectuado en el que se detallan los equipos o sistemas afectados y una lista de las comprobaciones realizadas durante las operaciones ejecutadas con las anotaciones y resultados obtenidos firmados por la empresa mantenedora y por el titular o representante de la instalación para dar constancia de su conformidad y del recibo de esta documentación.

3.7 SALAS ESPECIALES

3.7.1 INTRODUCCIÓN

Las salas especiales, limpias, o de ambiente controlado, son acepciones que, aunque no sean idénticas se utilizan para este tipo de dependencias. La norma ISO 14644 define la sala limpia como local donde se controla la concentración de las partículas del aire, y que se construye y se utiliza de manera que el número de partículas introducidas o generadas y existentes en el interior sea lo más bajo posible y donde, además, se pueden controlar otros parámetros importantes como la temperatura, la humedad y la presión.

Existen diferentes zonas hospitalarias que cumplen con todos los requisitos anteriores y, por lo tanto, pueden ser consideradas salas limpias, entre ellas están:

- › Los quirófanos, paritorios y salas de intervencionismo (endoscopias, radiología vascular, etc.).
- › La Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) y las unidades o boxes de aislamiento de pacientes: UCI general, unidad quemados, unidad de trasplantes, UCI pediátrica y UCI neonatal, unidad de reanimación.
- › Las salas blancas o de laboratorio: Salas blancas de preparación de fármacos, Sala de autopsias, Diagnóstico in vitro, Laboratorios de análisis clínicos.

Las características principales de las salas especiales son:

- › El aire que entra en la estancia es filtrado para llevar a cabo la eliminación de partículas y es renovado completamente para evitar la acumulación de polvo.
- › La presión de las salas blancas es superior a la del exterior, para evitar la contaminación derivada de la entrada de aire del exterior al abrir las puertas o negativa si se requiere que no sea expulsado ningún elemento al exterior.
- › El objetivo siempre es que el aire filtrado fluya de los espacios más limpios a los menos limpios.

3.7.2 QUIRÓFANOS

El bloque quirúrgico (BQ) de un hospital suele estar constituido por diferentes dependencias: almacenes de estéril, pasillos, vestíbulo, vestuarios, salas de estar y los quirófanos con sus salas anexas auxiliares: zona de lavado, esclusa de acceso y esclusa de sucio.

El BQ debe situarse en la proximidad física de la unidad de cuidados críticos, ser fácilmente accesible desde el servicio urgencias y las unidades de hospitalización polivalente asignadas a especialidades quirúrgicas, y con una adecuada comunicación -que puede ser telemática; tubo neumático; etc.- con anatomía patológica, diagnóstico por la imagen y laboratorios.

Los diseños con un único pasillo de circulación para cada uno de los distintos tráficos de la unidad (pacientes, personal, material estéril y material usado) son soluciones contrastadas y con altos índices de satisfacción, que no fomentan errores o ambigüedades de funcionamiento. Las personas cuando se mueven son las principales fuentes de microorganismos. Se reduce la carga bacteriana disminuyendo el número de personas y sus movimientos, así como asegurando un adecuado flujo y renovación de aire. Se debe restringir el acceso a las diversas áreas del BQ y segregar los elementos de tráfico dentro del BQ: zonas de acceso general, zonas de acceso limitado, zonas de acceso restringido y zonas operatorias.

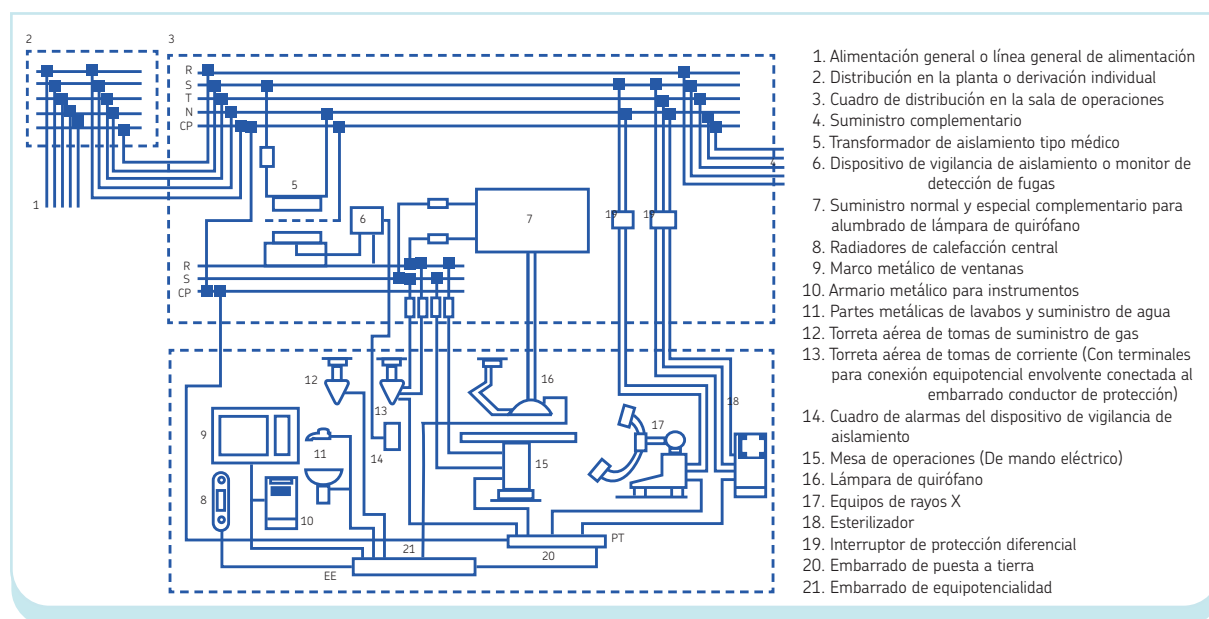
3.7.2.1 DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DEL BQ

Las infraestructuras sanitarias, en general, tienen condicionantes específicos desde el punto de vista de las instalaciones eléctricas; pero es en zonas como los bloques quirúrgicos donde el nivel de exigencia es mayor. Esto viene motivado por los requisitos de las actividades que en ellos se desarrollan y la criticidad del estado de los pacientes. Así, las instalaciones eléctricas dentro del BQ deben contribuir a garantizar un alumbrado tanto normal como de emergencia además de suministro eléctrico ininterrumpido.

La instalación eléctrica en quirófanos se realizará según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, con un transformador y un panel de aislamiento por cada quirófano, y un detector de fugas en el interior de la sala de intervención. Tendrán suelo conductivo y tomas de tierra para la conexión de todas las masas a la red equipotencial. Cada quirófano dispondrá de un SAI y estará conectado a la red soportada por grupo electrógeno.

El suministro se realiza a través de un transformador de aislamiento y dispositivo de vigilancia de nivel de aislamiento, con el cuadro de mando y protección por quirófano o sala de intervención situado fuera del mismo, fácilmente accesible y en sus inmediaciones. El cuadro de alarma del dispositivo de vigilancia del nivel de aislamiento deberá estar en el interior del quirófano o sala de intervención y ser fácilmente visible y accesible.

Figura 17. Esquema general de instalación eléctrica en quirófanos



Fuente: Ministerio de ciencia y tecnología BOE 2002

Los suelos de los quirófanos o salas de intervención serán del tipo antielectrostático y su resistencia de aislamiento no deberá exceder de 1 MΩ, salvo que se asegure que un valor superior, pero siempre inferior a 100 MΩ, no favorezca la acumulación de cargas electrostáticas peligrosas.

Según el REBT, en su instrucción ITC-BT-28, los centros hospitalarios son centros clasificados como locales de pública concurrencia. Como tales deben garantizar el suministro eléctrico a servicios de seguridad en caso de fallo del suministro normal. Para ello deben dotarse de un suministro complementario al suministro normal. Atendiendo al porcentaje de potencia del suministro complementario respecto al suministro normal, puede exigirse, en general:

- > Suministro de socorro: 15% de la potencia normal.
- > Suministro de reserva: 25% de la potencia normal.

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

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

- Limitar el nivel de gérmenes en el aire en las áreas con necesidad de protección especial (zona de operaciones y mesas de instrumental). Para ello es necesario crear un patrón de flujo que desplace el aire contaminado lejos de estas zonas.
- Asegurar la circulación del caudal de aire necesario entre los diferentes locales y por lo tanto evitar que entre el aire de las salas contiguas menos limpias usando diferentes presiones de aire. Para ello se recomienda, por un lado, que las paredes de separación entre locales con diferentes exigencias sean completamente estancas, y por otro lado, que las entradas y salidas se realicen mediante esclusas (sin apertura simultánea de las puertas).
- Limitar la concentración de gases de anestesia y de otras sustancias en las zonas de ocupación.
- Proporcionar un ambiente confortable para el equipo quirúrgico y los pacientes controlando la temperatura, humedad y la ventilación.

Según el riesgo de infección, los quirófanos se clasifican en:

- Quirófanos de clase A: con un riesgo de infección “muy alto”, esta denominación se reserva para los quirófanos de trasplantes, cardiovasculares, neurocirugía, ortopedia y oftalmología, a las que les corresponde una ISO 5 ó 6.
- Quirófanos de clase B: con un riesgo de infección “alto”, hace referencia al resto de especialidades quirúrgicas, a las que les corresponde una ISO 7.
- Quirófanos de clase C: con un riesgo de infección “moderado”, hace referencia a salas de partos y salas de cirugía ambulatoria (cirugía menor o pequeña cirugía), a las que les corresponde una ISO 8.

En el apartado 6.6 de la norma UNE se especifica que en los quirófanos tipo A y tipo B (clase I) se requiere un caudal de aire superior a 2.400 m³/h y a 20 renovaciones/hora.

Se debe impulsar un caudal mínimo de aire exterior de 1.200 m³/h para mantener la concentración de gases anestésicos y desinfectantes dentro de un nivel aceptable (menor a 1,4 ppm). No obstante, la recomendación es que la totalidad del aire impulsado en el quirófano proceda del exterior.

Además, es necesario asegurar un nivel de concentración media de gérmenes en el aire en la zona de protección. Este nivel será definido por el servicio de medicina preventiva en función del tipo de intervención a realizar y las recomendaciones de la norma UNE 100713:2005 la cual indica que los quirófanos cuenten con los siguientes sistemas de difusión:

- > Quirófanos tipo A: Sistemas de difusión de aire por flujo laminar.
- > Quirófanos tipo B: Sistema de difusión de aire por mezcla de aire o flujo laminar.

Por último, se recomienda que la separación entre el quirófano de tipo A y las zonas sucias se realicen mediante esclusas.

3.7.2.2 FUNCIONAMIENTO DEL QUIRÓFANO FUERA DE HORAS DE SERVICIO

Fuera de las horas de servicio debe asegurarse el funcionamiento de la instalación de acondicionamiento de aire de los quirófanos. Así se evitará su contaminación con aire procedente de otras zonas.

Por el mismo motivo, cuando los quirófanos no estén operativos debe mantenerse en funcionamiento la climatización, si bien se pueden disminuir los caudales de aire, habrá que garantizar la diferencia de presiones con las salas contiguas.

Los periodos de limpieza y mantenimiento se considerarán como tiempos operativos. Es importante que durante estos periodos se mantenga la disciplina en cuanto a circulaciones de personas y cierre de puertas y esclusas.

El paro completo de las instalaciones es admisible solamente para realizar tareas urgentes de mantenimiento y reparación y deben limitarse a un periodo mínimo.

Cuando las instalaciones deban permanecer completamente paradas se debe garantizar que no se produzca circulación de aire a través de los conductos de impulsión y retorno. Para ello deben estar cerrados con compuertas herméticas.

3.7.3 UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS (UCI)

La Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), es la zona del hospital donde se desarrolla una asistencia multidisciplinar, que cumple unos requisitos funcionales, estructurales y organizativos, de forma que garantiza las condiciones de seguridad, calidad y eficiencia adecuadas para atender pacientes que, siendo susceptibles de recuperación, requieren soporte respiratorio o que precisan soporte respiratorio básico junto con soporte de, al menos, dos órganos o sistemas. Además, también se atienden a todos los pacientes complejos que requieran soporte por fallo multiorgánico e incluso a pacientes que requieren un menor nivel de cuidados.

La UCI debe localizarse, dentro del hospital, en una zona claramente diferenciada y con acceso controlado. Al igual que otras unidades de hospitalización especial, requiere una conexión espacial y funcional directa con otros servicios del hospital tales como el bloque quirúrgico (y su zona de recuperación postanestésica), urgencias, radiodiagnóstico, gabinetes de exploraciones funcionales centrales (hemodinámica, electrofisiología...), por lo que topológicamente su posición en el conjunto difiere respecto a la de las unidades de hospitalización polivalentes. Como cualquier otra unidad considerada, la UCI no debe ser tráfico de paso hacia cualquier otra unidad.

3.7.3.1 CARACTERÍSTICAS DE LA UCI

Las zonas que constituyen la UCI son las siguientes:

1. Acceso y recepción de familiares
2. Sala de UCI: boxes de pacientes y control de enfermería
3. Apoyos generales de la unidad
4. Personal

El diseño general de la unidad y, especialmente, de la sala de la UCI (habitaciones de pacientes y control de la unidad) debe responder por una parte a la necesidad de disponer de un ambiente de privacidad para el paciente y por otra, a facilitar una observación y control continuo del mismo por parte del personal de la unidad.

A continuación, se establecen para cada zona, las características básicas de cada uno de los locales que la integran, estableciéndose recomendaciones en cuanto a diversos aspectos relacionados con las condiciones funcionales y ambientales que deben requerir en relación con las funciones y criterios de organización y funcionamiento establecidos. Las presentes recomendaciones son aplicables tanto a nuevas unidades como a las intervenciones sobre unidades en funcionamiento.

1. Zona de acceso y recepción de familiar / visitante

Esta zona se encuentra destinada a desarrollar los recursos destinados al familiar y visitante del paciente ingresado, en un ambiente confortable que le permita estancias prolongadas.

En esta zona, el familiar recibe la información acerca del paciente ingresado y se prepara, de acuerdo con condiciones establecidas por la unidad, para ingresar en la zona de la sala de pacientes de la UCI.

2. Zona de sala de UCI: habitaciones (boxes) de pacientes y control de enfermería.

Esta zona se encuentra destinada a los pacientes ingresados en habitaciones (boxes) individuales localizadas en el mismo espacio común de la zona de trabajo de enfermería de manera que exista un control y observación directa e indirecta de los pacientes en todo momento. Esta configuración de pacientes y personal que los atienden localizados en una misma sala permite la atención de los enfermos tanto en situaciones controladas como en las de emergencias.

3. Zona de apoyos generales.

Uno de los aspectos más importantes de esta zona son los espacios de almacenamiento de diversos materiales y equipos. Se recomienda que estos locales se encuentren centralizados y asociados a la circulación general de la unidad, para facilitar el control del material almacenado. Resulta esencial disponer de un análisis previo del sistema de almacenamiento adoptado durante la fase de programación funcional, así como de la gestión de los distintos materiales, periodos de reposición, sistema de carros y demás aspectos logísticos.

4. Zona de personal.

Dentro de la unidad, en una localización más interna vinculada a la circulación horizontal y/o vertical del hospital, se localizan los locales de apoyo vinculados al trabajo del personal dentro de la unidad, de manera que sirvan para el trabajo de coordinación multidisciplinar.

3.7.3.2 DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DE UCI

La UCI debe disponer de instalación eléctrica, agua, oxígeno, vacío, iluminación y sistemas de control ambiental, adecuadas a las necesidades de tratamiento intensivo de los pacientes ingresados en la misma.

> Electricidad

El cuadro eléctrico principal de la UCI debe estar conectado a los sistemas eléctricos de emergencia: grupo electrógeno y sistema de alimentación ininterrumpida.

Asimismo, debe disponer de una instalación eléctrica segura en cuanto al suministro y a los riesgos. Los equipos de sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI) y paneles de aislamiento deben disponer de un espacio específico en el interior de la unidad que asegure su mantenimiento sin afectar al funcionamiento habitual de la unidad.

> Presión

La presión debe ser mayor en la zona de atención a pacientes que en el resto de las zonas de la UCI.

> Agua

Con objeto de poder conectar equipos de dialización satélites, es necesario que haya un número de tomas suficientes de agua osmotizada para posibilitar el funcionamiento de máquinas de hemodiálisis.

> Gases medicinales

El suministro de oxígeno y aire comprimido se debe realizar desde las correspondientes centrales del hospital. En cada habitación se consideran necesarias cuatro tomas de oxígeno y cuatro tomas de aire. Las tomas dispondrán de alarmas de presión y sistemas de cierre.

➤ **Iluminación**

El sistema de iluminación debe proporcionar un nivel adecuado para la realización del trabajo del personal, con un máximo de 300 lux, compatible con una iluminación suave que permita proporcionar un cierto confort al paciente.

La iluminación para la atención de situaciones de emergencia o tratamientos especiales, debe estar comprendida entre 1.000 y 1.500 lux en la habitación, debiendo estar localizada directamente sobre la cama del paciente, con sistemas que no produzcan sombras. Esta iluminación resulta necesaria para la realización de técnicas como traqueotomías, curas, drenajes y demás actuaciones necesarias.

➤ **Sistemas de control ambiental**

Se requiere un mínimo de 6 renovaciones/hora del aire de la habitación, con 2 renovaciones de aire exterior.

La temperatura entre 21 y 24 °C, cada habitación debe disponer de un sistema de control de temperatura que pueda graduarse para adecuarse a las necesidades de confort de cada paciente.

La ventilación se realiza con todo aire exterior con filtros HEPA, y con una tasa de 10 renovaciones por hora. La humedad relativa del aire se debe situar entre el 45 y el 55 %.

➤ **Sistema de comunicación**

La unidad dispondrá de un sistema de comunicación con voz e imagen que incluye un código específico para alarmas vitales. Este sistema estará disponible en los diferentes locales de las distintas zonas en las que se encuentre el personal que asiste a los pacientes.

➤ **Sistemas de transporte**

La unidad dispondrá de un sistema de transporte neumático de muestras y documentos cuya estación terminal se localiza en la proximidad al mostrador del control de enfermería en la zona de la sala de la UCI.

3.7.4 UNIDAD DE CIRUGÍA MAYOR AMBULATORIA (UCMA)

La definición de CMA (Cirugía Mayor Ambulatoria) que se emplea es la establecida en el Real Decreto 1277/2003: «Procedimientos quirúrgicos terapéuticos o diagnósticos, realizados con anestesia general, loco-regional o local, con o sin sedación, que requieren cuidados postoperatorios de corta duración, por lo que no necesitan ingreso hospitalario».

La estructura general de la Unidad de Cirugía Mayor Ambulatoria se compone, al menos, de:

➤ **Zona de recepción y administración.**

Las condiciones de esta zona permitirán realizar labores de recepción, información y administración de datos.

➤ **Sala de espera para pacientes y acompañantes.**

Reunirá las condiciones de luz y confort adecuados

➤ **Aseos para acompañantes.**

Ajustados a las necesidades

➤ **Vestuario.**

El vestuario contará con un espacio adecuado y suficiente que permita que los pacientes puedan cambiarse de ropa ayudados por un acompañante.

➤ **Salas de Consulta.**

En esta sala es donde el coordinador de la actividad pasa consulta junto con el personal de enfermería correspondiente. Contará, al menos, con el mobiliario básico para desarrollar dicha actividad (mesa, sillas y camilla para la realización de exploraciones).

> Sala de Readaptación al Medio.

Esta zona es la que ocupará el paciente antes y después del procedimiento quirúrgico. Se realiza inicialmente la preparación del paciente para la intervención quirúrgica y posteriormente el seguimiento tras la misma.

3.7.5 UNIDAD DE REANIMACIÓN (REA)

La Unidad de Reanimación, también conocida como sala del despertar, es una unidad en la que se atiende a pacientes críticos postquirúrgicos y a pacientes que han requerido anestesia para someterse a procedimientos fuera de la zona de quirófano.

La finalidad última de la unidad de recuperación es tener al paciente altamente vigilado hasta que se encuentre en condiciones de seguridad óptimas para ir a su habitación o a su domicilio.

3.7.6 LABORATORIOS/ SALAS BLANCAS

Los laboratorios o salas blancas son áreas dentro del hospital en las que se llevan a cabo tareas que requieren un ambiente estéril. Las zonas hospitalarias que se clasifican como salas blancas incluyen entre otras:

- Salas blancas de preparación de fármacos
- Sala de autopsias
- Diagnóstico in vitro
- Laboratorios de análisis clínicos

La preparación de material y productos estériles en este tipo de instalaciones debe realizarse en zonas separadas dentro de zonas limpias, las cuales deben ser accesibles mediante esclusas reservadas para el personal y/o los equipos y materiales. Las zonas limpias deben mantener un nivel de limpieza adecuado y han de estar dotadas de aire filtrado a través de filtros de una eficacia apropiada.

Es importante tener en cuenta que cada operación realizada en este tipo de salas exige un grado adecuado de limpieza del entorno en estado de funcionamiento para minimizar los riesgos de contaminación microbiana o de partículas en el producto o los materiales que se estén manipulando. A fin de cumplir las condiciones en funcionamiento, estas zonas deben diseñarse de forma que alcancen ciertos niveles especificados de limpieza del aire cuando la instalación esté completa y operativa, con los equipos de producción instalados pero sin que esté presente el personal (página 3 de 23. Ministerio de Sanidad y Política Social. Agencia española de medicamentos y productos sanitarios)

Para la obtención de productos y materiales estériles se distinguen cuatro grados:

- Grado A: zona donde se realizan operaciones de alto riesgo tales como la zona de llenado, de bandejas de tapones, de ampollas y viales abiertos y de realización de conexiones asépticas. Normalmente estas operaciones se realizan en estaciones de trabajo de flujo laminar. Los sistemas de flujo laminar deben proporcionar una velocidad homogénea del aire en un intervalo de 0,36 – 0,54 m/s (valor orientativo) a nivel del punto de trabajo en entorno abierto. Debe demostrarse y validarse el mantenimiento de la laminaridad. Se puede utilizar un flujo de aire unidireccional y velocidades más bajas en aisladores cerrados y con guantes.
 - Grado B: entorno para la zona de grado A en el caso de preparación y llenado asépticos.
 - Grados C y D: zonas limpias para realizar fases menos críticas de la fabricación de productos estériles.
- Clasificación de salas limpias y dispositivos de aire limpio

Las salas limpias y los dispositivos de aire limpio deben monitorizarse de forma habitual en funcionamiento y los puntos de monitorización deben basarse en un estudio formal de análisis de riesgos y en los resultados obtenidos durante la clasificación de las salas y/o dispositivos de aire limpio.

Los laboratorios cada vez más consisten en cadenas automatizadas que realizan todas las operaciones, especialmente en el caso de los laboratorios de análisis clínicos. Una interrupción de suministro eléctrico aún estando conectado a grupo electrógeno, conlleva una pérdida de las determinaciones y muestras que estuvieran realizándose en ese momento, así como una pérdida económica en los reactivos. Por lo que es necesario su conexión a los SAls.

3.7.7 MANTENIMIENTO DE LAS SALAS ESPECIALES

A la hora de hablar del mantenimiento de una sala blanca o sala de ambiente controlado tenemos que distinguir entre, el mantenimiento preventivo y la validación de la sala.

Entendemos como mantenimiento preventivo a aquel mantenimiento destinado a reducir la probabilidad de fallo o degradación del funcionamiento de una instalación. El mantenimiento preventivo se realiza con el fin de evitar fallos en los equipos antes de que estos ocurran.

Por otro lado, la validación de la sala se refiere a las acciones y ensayos que se realizan con el objetivo de verificar el buen funcionamiento de esta y el correcto cumplimiento de los requisitos de ambiente controlado.

Es decir, a la hora de mantener una sala se ha de realizar un mantenimiento preventivo de las diferentes instalaciones que la componen y una validación del correcto funcionamiento de la sala en sí misma.

3.7.7.1 VALIDACIÓN DE SALAS ESPECIALES

Tal y como indica la norma UNE 171340 la validación de una sala ha de realizarse previamente a la puesta en marcha de la sala, tras un mantenimiento (incluidos los cambios de filtros) y de manera anual.

A continuación, se muestran los tipos de mantenimiento, validación, periodicidad y criterio de validación de las salas blancas que se establecen en la norma UNE 171340.

Tabla 16. Criterios para la validación de salas especiales según la UNE 171340

Salas de ambiente controlado	Validación previa a puesta en marcha	Validación post mantenimiento (incluidos cambios de filtros)	Validación anual "en reposo"
Organismo de validación	EXTERNO	EXTERNO o INTERNO	EXTERNO
Parámetros ambientales	> Tª y HR % > Microbiología > Partículas clasificación > Ruido	> Tª y HR % > Microbiología > Partículas clasificación > Ruido	> Tª y HR % > Microbiología > Partículas clasificación > Ruido
Parámetros de instalación	> Presión diferencial > Validación colocación filtro absoluto > Caudales y renovación/h > Sentido del flujo aire > Análisis de configuración del flujo de aire > Recuperación de la sala	> Presión diferencial > Clasificación del quirófano > Según el alcance de la reforma	> Presión diferencial > Validación colocación filtro absoluto > Caudales renovaciones/h > Sentido del flujo aire > Ensayo de recuperación de la sala
Condiciones técnicas de la tabla A.1 de la Norma UNE 100713			
Condiciones higiénicas de la Norma UNE 100012			

Las frecuencias de los controles para conocer la calidad del aire de los hospitales que se establecen en la tabla anterior están supeditadas a adecuarse a las circunstancias particulares de la sala blanca en cuestión, pudiéndose aumentar si hay alteraciones en el sistema de tratamiento del aire o un paro del mismo.

A continuación, se describe de manera breve en qué consisten las operaciones de validación de las salas blancas.

Los parámetros ambientales y de instalación a tener en cuenta para llevar a cabo el mantenimiento y que están reflejados en la tabla anterior son los siguientes:

A. Parámetros Ambientales:

1. Temperatura y humedad relativa

Comprobar que los niveles de temperatura y humedad relativa cumplen las exigencias indicadas en la norma UNE 100713 “Instalaciones de acondicionamiento de aire hospitales”.

Se llevan a cabo mediciones de temperatura y humedad relativa a la altura de trabajo en un punto alejado de los focos de frío/calor y evitando la presencia de personas cercanas que puedan alterar la medición.

2. Microbiología

Determinar la posible presencia de microorganismos y partículas presentes en el ambiente, pudiendo detectar si los niveles de los mismos son adecuados a la normativa.

Se realiza mediante dos muestreos por impacto.

3. Clasificación salas ambiente controlado

Existen numerosos sistemas de clasificación de salas blancas pero el más extendido en el ámbito hospitalario es el establecido en la norma ISO 14644 que clasifica las salas desde la clase ISO 1 hasta la clase ISO 9 respecto a las concentraciones máximas admisibles para determinados tamaños de partículas. Tal y como se indica a continuación.

Tabla 17. Tamaño de partículas máximo admisible en función de la clasificación ISO de la sala

Numeración de clasificación ISO (N)	Concentraciones máximas admisibles (partículas/m ³) para partículas iguales o mayores a los tamaños indicados a continuación					
	0,1 µm	0,2 µm	0,3 µm	0,5 µm	1 µm	5 µm
1	10 ^b	d	d	d	d	e
2	100	24 ^b	10 ^b	d	d	e
3	1000	237	102	35 ^b	d	e
4	10000	2370	1020	352	83 ^b	e
5	100000	23700	10200	3520	832	d, e, f
6	1000000	237000	102000	35200	8320	293
7	c	c	c	352000	83200	2930
8	c	c	c	3520000	832000	29300
9^a	c	c	c	35200000	8320000	293000

> Ruido

Comprobación que el nivel de ruido ambiental cumple con las exigencias indicadas en la norma UNE 100713 “Instalaciones de acondicionamiento de aire hospitales” y que se muestran a continuación.

Tabla 18. Máximo nivel de ruido ambiental admisible en función del área

1	Área de exploración y tratamiento	Ruido
1.1	Quirófanos	
1.1.1	➤ Quirófanos tipo A y B, incluso accidentes y partos	40
1.1.2	➤ Pasillos, almacén, material estéril, entrada y salida	40
1.1.3	➤ Sala despertar	35
1.1.4	➤ Otros locales	40
1.2	Partos	
1.2.1	➤ Paritorios	40
1.2.2	➤ Pasillos	40
1.3	Endoscopia	
1.3.1	➤ Salas de exploración (artroscopia, toroscopia, etc)	40
1.3.2	➤ Salas de exploración (aséptico y séptico)	40
1.3.3	➤ Pasillos	40
1.4	Fisioterapia	
1.4.2	➤ Bañeras, baños de rehabilitación, piscinas	40
1.4.3	➤ Pasillos	45
1.5	Otras áreas	
1.5.1	➤ Salas para pequeñas exploraciones	40
1.5.2	➤ Sala despertar fuera del área del quirófano	35
1.5.3	➤ Pasillos	40
1.5.3.1	➤ Rayos X	40
1.5.3.2	➤ Salas de exploración	40
2	Área de cuidados intensivos	
2.1	Medicina intensiva	
2.1.1	➤ Habitaciones con camas, incluso eventual antesala	35(4)
2.1.1.1	➤ Para pacientes con riesgo de contraer infecciones	35(4)
2.1.1.2	➤ Para el resto de pacientes	35(4)
2.1.2	➤ Sala de Urgencias	40
2.1.3	➤ Pasillos	40
2.2	Cuidados especiales	
2.2.1	➤ Habitaciones con camas	35(4)
2.2.2	➤ Sala de urgencias	40
2.2.3	➤ Pasillos	40
2.3	Cuidados de enfermos infecciosos	
2.3.1	➤ Habitaciones con cama, incluso eventual antesala	35(4)
2.3.2	➤ Otros locales y pasillos	40
2.4	Cuidados prematuros	
2.4.1	➤ Habitaciones con camas	35(4)
2.4.2	➤ Pasillos	40
2.5	Cuidados recién nacidos	
2.5.1	➤ Habitaciones con camas	35(4)
2.5.2	➤ Pasillos	40

B. Parámetros de Instalación:**1. Presión Diferencial**

Verificar que los diferenciales de presión entre la sala blanca y los locales anexos sean conformes a lo establecido en la norma UNE 100713.

2. Validación colocación filtro absoluto

Verificar que el sistema de filtración está correctamente instalado y que no se detectan fugas derivadas de la instalación, que el filtro se encuentra en buen estado.

Esta verificación se desarrollará según lo indicado en la norma ISO 14644.

3. Caudales y Renovaciones por hora

Determinar el caudal y las renovaciones por hora de la sala blanca.

Esta verificación se desarrollará según lo indicado en la norma UNE 171340

4. Sentido del Flujo

Verificar el sentido del flujo de aire, de los locales más limpios a los más sucios.

5. Recuperación de la sala

Establecer cuánto tiempo tarda la sala limpia en recuperarse de una concentración de desafío al nivel de limpieza objetivo.

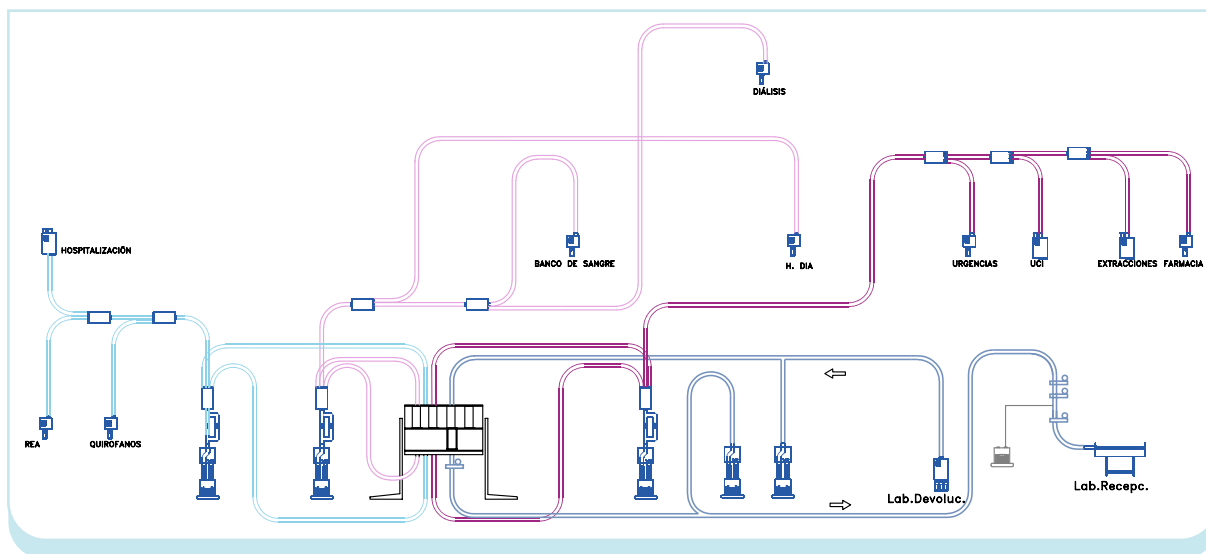
3.8 TRANSPORTE NEUMÁTICO

3.8.1 INTRODUCCIÓN

Las instalaciones de transporte neumático en hospitales cubren un amplio abanico de necesidades logísticas internas como puede ser el envío tanto de muestras clínicas, analíticas, bolsas de sangre, fármacos, como documentos y pequeños objetos de forma segura y completamente automatizada, reduciendo desplazamientos de los profesionales para el transporte de dichas muestras y por lo tanto liberando tiempos improductivos de médicos, enfermeros, técnicos, y otros profesionales

En los últimos años, estos sistemas automatizados han avanzado mucho en el campo tecnológico, adaptándose a las nuevas necesidades y exigencias de los hospitales más actuales y modernos.

La principal finalidad de un sistema de transporte neumático es transportar elementos de pequeño tamaño de un punto a otro en el interior de un centro hospitalario. Esta operación se realiza a través de una tubería al efecto, que recorre todo el edificio y permite enviar los objetos, encapsulados y protegidos en un cartucho rígido, desde un punto de origen a otro de destino. Gracias a este sistema se consigue evitar desplazamientos innecesarios de personal, aumentando las horas productivas. Los objetos que precisan de un transporte urgente se envían de forma rutinaria, reduciendo y agilizando los tiempos de envío. A continuación, se puede observar un circuito de transporte de un hospital:

Figura 18. Ejemplo de circuito de transporte neumático en un hospital

Fuente: Regacho Ingeniería Clínica S.L.

Los elementos transportados deben ir siempre dentro de una cápsula llamada cartucho, que se moverá en el interior de la tubería a una velocidad de 7m/s, para envíos estándar, y 3m/s, para muestras más delicadas, con facilidad a destruirse o verse alteradas por una agitación.

Los sistemas de transporte neumático evitan el intercambio de aire entre los diferentes servicios y departamentos. De forma habitual, la expulsión de aire se realiza bien en los falsos techos o en la conducción de la extracción de aire del propio hospital. Dependiendo de sus características, los envíos se pueden clasificar en: urgente, masivos, críticos o periódicos.

Además, pueden implementarse tanto en hospitales de nueva construcción, como en centros ya construidos, permitiendo comunicar más de 100 puntos entre sí, y recorrer distancias superiores a 1.000 m, lo que permite realizar envíos entre los diferentes edificios de un mismo complejo hospitalario.

> Transporte manual vs. automático

El transporte manual de elementos a través de los edificios que conforman el centro hospitalario genera una serie de inconvenientes que provocan la ralentización de todos los servicios. Este tipo de transporte implica un incremento de la utilización de los medios de transporte de personal y usuarios, lo que provoca molestias y retrasos de entrega. Del mismo modo, también se incrementan los riesgos de contagios, contaminaciones o deterioro de lo transportado.

Además, este tipo de transporte complica o impide llevar un control fiable de trazabilidad de los productos transportados, datos que son críticos para el funcionamiento de un hospital.

Por el contrario, el uso del transporte automático mediante un sistema de transporte neumático reduce significativamente el tiempo necesario para cada envío a la vez que permite establecer prioridades, limitar y controlar quién, cuándo, cómo y qué, se ha transportado en un envío de cartucho. Además, este tipo de transporte permite transportar masivamente y de manera controlada muestras, fármacos, o cualquier objeto mediante rutas específicas, lo que limita el riesgo de contaminación cruzada.

Cabe destacar, que el transporte automático permite centralizar su información de uso, para su gestión por parte de los responsables de los servicios hospitalarios. Además, durante este proceso se genera información detallada sobre incidencias del sistema para su control, por parte del departamento técnico del hospital. Esta información también permite obtener información del movimiento interno del hospital, teniendo la posibilidad de analizar el tránsito entre departamentos, las franjas horarias de picos de servicio y la trazabilidad de cada uno de los envíos, lo que produce una mejora sustancial en la calidad de atención a los pacientes.

3.8.2 DISEÑO DEL SISTEMA

La conexión entre los equipos se realiza a través de una tubería de PVC calibrada, bajo normativa DIN, que mantiene su diámetro a lo largo de su trazado y permite que el cartucho se mueva de forma homogénea y constante.

La red de tuberías transcurrirá por falsos techos, huecos de forjados y patinillos de instalaciones, y debe ir sellada con una cola específica para PVC, que nos asegura una estanqueidad en el sistema y evitamos una cristalización de los materiales.

A la hora de iniciar un diseño, para la implementación de un sistema de transporte neumático, se deben tener en cuenta diferentes aspectos como:

- **Volumen y tipo de contenido que queremos transportar.** Lo que condiciona los diámetros de la tubería. Los estándares para estos sistemas son: Ø110mm y Ø160mm, para una carga aproximada de 1kg y 3kg respectivamente.
- **Servicios que queremos comunicar.** Dependiendo del número de equipos de envío y recepción a implementar en el sistema, se podrán ubicar en una sola línea o en varias. Se recomienda no agrupar más de 15 estaciones de envío y recepción por línea, ya que, probablemente, se sobrecargue la circulación de la línea y se eleven los tiempos de demora para el usuario.

Los servicios hospitalarios normalmente habilitados con terminales o estaciones de transporte neumático son: Laboratorios, extracciones, farmacias, urgencias, hospitalización, hospitales de día, quirófanos, UCI, Consultas, anatomía patológica, banco de sangre, reanimación y paritorio.

- **Planos, niveles y ubicaciones.** Sobre los planos se debe realizar un estudio de los trazados por donde irá la tubería, con el fin de tener una idea general del alcance de la instalación.

Una vez conocidos los puntos anteriores, se debe organizar estratégicamente todas las estaciones de envío-recepción en los distintos servicios del centro hospitalario, generando una red de tuberías que conecten todos los departamentos entre sí.

Las estaciones podrán ser de paso o finales, según la ubicación en planta, y se unirán entre sí mediante bifurcaciones, que nos permitirán conectar una boca de entrada con tres de salida, aumentando las posibilidades de comunicación dentro de la misma línea. Las bifurcaciones o desvíos son elementos que se posicionan automáticamente uniendo el punto de envío con el punto de recepción del cartucho.

La elección del tipo de estación dependerá del servicio hospitalario al que vaya dirigido, así como de su ubicación. Hoy en día se tiene en cuenta tanto la estética y su integración con la arquitectura del propio edificio, como la funcionalidad y facilidad de uso para todo el personal hospitalario.

La metodología de funcionamiento de la instalación es muy sencilla, basta con colocar el cartucho, que queremos enviar, en la boca de admisión de la estación, teclear la dirección de destino y confirmar. Automáticamente el sistema iniciará un proceso interno, y dará las órdenes oportunas a los distintos equipos, para que el cartucho llegue a su destino de forma rápida y segura.

El cartucho saldrá de la estación, una vez esté la línea disponible, y atravesará la red de tuberías, desvíos, etc., hasta llegar a la estación de destino. Durante su circulación, el cartucho se desplazará a una velocidad constante por todo el trazado y será controlado por los diferentes sensores ubicados en los dispositivos automáticos.

En el caso de estar ocupada la línea, el cartucho se quedará a la espera en la boca de admisión y automáticamente se enviará una vez liberada. El número de líneas dependerá del número de equipos que se pretendan comunicar.

La solución óptima y correcta de comunicar varias líneas entre sí es a través de un equipo automático llamado "transfer lineal". Este dispositivo es capaz de intercambiar los cartuchos que recibe entre varias líneas diferentes. Si la línea de destino está ocupada, el transfer irá acumulando los cartuchos y dejándolos en espera hasta que la línea quede liberada y pueda enviarlos según su orden de llegada.

Cuando las distancias horizontales sobrepasan los 200 metros y son estaciones con alto tráfico de cartuchos, recomendamos utilizar líneas de alta capacidad llamadas *“PowerLine”*. Estos sistemas son capaces de transportar hasta 6 cartuchos simultáneamente, lo que aumenta considerablemente la fluidez de la instalación. Estas líneas son de un único sentido por lo que es necesario crear una vía de retorno.

Existen casos en los que se recomienda instalar más de un transfer lineal con el fin de asumir niveles altos de tráfico. De esta forma, cuantas más líneas tenga un sistema, más se reducirán los tiempos de espera para envíos y devoluciones. En estos casos, en los que contamos con varios transfers, la unión entre ellos siempre se realizará mediante líneas de alta capacidad, agilizando el transporte de cartuchos entre ellos y evitando cuellos de botella.

Todos los sistemas son controlados mediante un *software* de mando y control que permite la comunicación entre cada uno de los elementos del sistema. Dichos elementos deben estar conectados entre sí mediante un cable de alimentación (24Vcc) y un bus de datos específico, que permite una conexión estable en distancias superiores a 1.000 m.

El software de control nos permite ver en tiempo real el sistema mediante una representación visual, llevando a cabo un control y supervisión de todos los elementos que componen la instalación. Además, se pueden realizar pruebas remotas en todos los equipos sin necesidad de desplazarse in situ a su localización real, en caso de incidencia, o para obtener datos sobre la ubicación de los cartuchos, información sobre consumos, estadísticas sobre envíos, tiempos, etc.

También existe la posibilidad de incorporar elementos de trazabilidad en los cartuchos, llamados transpondedores RFID, que permiten conocer en todo momento la situación del cartucho dentro de la instalación, gracias a unos módulos de lectura colocados en las estaciones. Estos dispositivos facilitan también la devolución de los cartuchos vacíos al departamento de origen sin necesidad de teclear la dirección.

Todas estas herramientas nos permiten integrar elementos dentro del sistema para garantizar una mayor fiabilidad, y conseguir un aumento del control de los envíos.

3.8.3 FUNCIONALIDADES ADAPTABLES A LOS SISTEMAS

Dentro de los sistemas de transporte neumático de muestras, existen diferentes funcionalidades que hacen que las instalaciones puedan adaptarse a las necesidades del centro hospitalario.

- **Transponder RFID en cartuchos y lector en estaciones.** Incorporando un pequeño chip RFID en cada cartucho podemos tener un control total tanto de la fecha y hora exacta en la que un cartucho entró a la instalación a través de una estación A y salió por una estación B, como del número de envíos que ha realizado el cartucho, con la finalidad de controlar su desgaste y uso, dar prioridad a un cartucho /envío, etc.
- **Tarjeta identificadora.** Estas tarjetas pueden autorizar al usuario a realizar un envío o a tener acceso a descargar el cartucho, para lo que existe un tipo de estación con capacidad de bloquear el acceso en la descarga.
- **Sistema de emergencia contra incendios.** La conexión con la central de incendios nos proporciona una alarma que bloquea la instalación de transporte neumático en caso de incendio impidiendo el flujo de aire entre los diferentes puntos del hospital.
- **Inversor de frecuencia.** Nos permite realizar los envíos a diferentes velocidades, asegurando la llegada en óptimas condiciones de las muestras más delicadas.
- **Filtros de aire.** Su instalación asegura una óptima calidad del aire, que de forma inevitable se produce en algunos tipos de estaciones, evitando posibles riesgos de contaminación cruzada.

Por último, los sistemas de transporte neumático de muestras en hospitales deben revisarse periódicamente, realizando mantenimientos específicos y especializados, con el fin de minimizar los tiempos de parada de la instalación, así como permitir mejoras o incremento del rendimiento detectando posibles puntos negros en el trazado.

Un correcto y planificado mantenimiento preventivo permite aumentar la vida útil de muchos de los elementos que componen el sistema, reduciendo los costes asociados de su reparación.

3.9 TRANSPORTE VERTICAL

3.9.1 INTRODUCCIÓN

Las instalaciones de transporte vertical de una estructura hospitalaria son cruciales para satisfacer las necesidades de movilidad de los distintos usuarios y tráficos propios de la misma.

Las instalaciones elevadoras encargados de satisfacer estas necesidades son, esencialmente, los ascensores en sus múltiples tipologías.

El ascensor se define como un medio de transporte de personas, de carga, o de ambas al mismo tiempo, instalado permanentemente en un edificio, provisto de una cabina, que da servicio a niveles definidos, que dispone de maquinaria y medios de suspensión propios y se desplaza a través de guías rígidas con una inclinación con respecto a la horizontal superior a 15°.

El ascensor es hoy en día un sistema prácticamente indispensable para desplazarse verticalmente dentro de los edificios. Además, es el medio de transporte estadísticamente más seguro si se considera el número de accidentes por trayecto.

Sin duda ninguna, la aparición y continua evolución del ascensor ha cambiado la fisonomía de los edificios y, por consiguiente, de las ciudades a partir de las primeras décadas del siglo XX. Desde entonces se ha producido el crecimiento de los edificios en sentido vertical.

3.9.2 DISEÑO, FUNCIONALIDADES Y CONTROL

3.9.2.1 APROXIMACIÓN A LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

En la etapa de diseño del edificio, el uso previsto debe ser estudiado cuidadosamente, ya que una vez instalado el sistema de ascensores será difícil y complejo modificar este diseño inicial.

Las características para definir los ascensores son:

- > Carga de los ascensores
- > Dimensiones de los ascensores
- > Velocidad de los ascensores
- > El número y disposición de ascensores en grupo
- > Pisos servidos
- > Sistema de control y funciones de la maniobra

Los parámetros de planificación que se necesitan son:

- > Capacidad de carga: (personas / 5 minutos o % de la población / 5 minutos)

Como valores de referencia para hospitales, suelen tomarse entre un 8% para los ascensores de servicio y un 12% para los ascensores para traslado de pacientes.

- > Intervalo (s), que define la frecuencia media con la que un ascensor sale del vestíbulo en hora punta (pico de entrada). Valor típico de referencia para hospitales: 45 segundos.
- > El tiempo total de viaje (s), que se calcula en función de los datos que se conozcan o se estimen de acuerdo con el número de pisos, los tiempos de apertura de puertas, la velocidad del ascensor y los tiempos de embarque y desembarque de pasajeros.

El estudio del tráfico vertical en un edificio es un problema complejo que en la actualidad suele abordarse con herramientas informáticas de simulación.

Los parámetros que normalmente se tienen en cuenta para la simulación del tráfico incluyen:

- Características del edificio: tipo, número de plantas, densidad de población en cada una y distancia entre cada piso.
- Características de los ascensores: número, velocidad, aceleración, carga útil y tipo de puertas.
- Características de la carga: peso y volumen, probabilidad de destino, tiempos de embarque y desembarque, porcentaje máximo de llenado de cabina y porcentaje de uso de las escaleras.

Estos parámetros se utilizan en distintos tipos de simulación, pico de entrada, pico de salida y tráfico mixto de entrada y salida entre otros, que proporcionan una serie de datos como tiempo de espera, máximo y medio, tiempo de viaje, máximo y medio, número de arranques por unidad de tiempo de cada ascensor o capacidad de transporte por unidad de tiempo, los cuales son de gran utilidad para el buen funcionamiento del hospital.

La diferenciación entre distintos circuitos dentro del hospital, tanto de pacientes ambulatorios, como de profesionales o de material limpio-sucio, etc., invita a la división del problema de acuerdo con las necesidades de movilidad de cada uno de ellos; lo cual conduce a la selección de distintas combinaciones de tipos de ascensores: de emergencia, montacargas, montacamillas, etc., en cada caso.

3.9.2.2 MANIOBRAS ESPECIALES

Al margen de la maniobra de funcionamiento normal que cada equipo pueda tener para gestionar las prioridades en las llamadas, ya sea solo o en combinación con otros (maniobras dúplex, tríplex, etc.), se requieren funcionalidades adicionales.

➤ Maniobra especial de urgencias.

El ascensor con actuación específica de urgencias de la cabina permite el trasiego directo sin paradas intermedias hasta la planta solicitada, desatendiendo las llamadas exteriores inmediatamente.

Una vez en el piso, el ascensor queda con las puertas abiertas, lo que permite la salida y entrada de cargas o proceder a la limpieza del mismo.

➤ Maniobra especial de emergencia.

Esta maniobra está concebida para, en caso de fallo del suministro de energía eléctrica, poder evacuar inmediatamente a las personas atrapadas en cabina y poder continuar dando un mínimo servicio utilizando una fuente de energía independiente (por ejemplo, un grupo electrógeno propio del edificio).

En caso de falta de energía, las cabinas quedan ordenadas en unas determinadas secuencias de funcionamiento. Concretamente:

- Las cabinas que estando en funcionamiento normal hubiesen quedado paradas en un piso, abren sus puertas y permanecen en dicho piso.
- Las cabinas que en el momento del corte de energía hubiesen quedado paradas entre pisos, se dirigen siguiendo un orden preestablecido, dependiendo de la potencia suministrada, y en velocidad nominal, a la planta más próxima en el sentido de marcha establecido antes del corte de fluido eléctrico.

Acabada la operación de rescate, una o varias cabinas, dependiendo de la potencia eléctrica suministrada, reanudan el funcionamiento normal.

➤ Maniobra especial de bomberos y de contraincendios.

Esta maniobra se activa desde la botonera especial de “uso exclusivo bomberos” de la planta calle o planta de acceso al edificio.

Al activar la maniobra de bomberos, todas las llamadas de cabina y exteriores quedan anuladas. Las cortinas ópticas se inhabilitan, con objeto de que el humo no bloquee el ascensor y las cabinas retornen automáticamente a la planta calle, donde el ascensor queda bloqueado con las puertas abiertas.

A partir de ese punto, el ascensor se gobierna exclusivamente desde la botonera de cabina pudiendo realizar viajes con prioridad absoluta.

Las puertas no se abren automáticamente en las plantas si los bomberos no las accionan, para evitar que las llamas pudieran entrar dentro del ascensor por accidente.

3.9.2.3 SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN Y CONTROL

En la actualidad existen distintos sistemas informáticos que permiten controlar el rendimiento de los ascensores desde un monitor de control que funciona con una aplicación avanzada de gestión.

Estos sistemas proporcionan una visualización precisa del estado de funcionamiento, demanda, transporte y disponibilidad de los ascensores del edificio. Esto ayuda a asegurar el rendimiento de los equipos.

Algunas ventajas que se derivan de la utilización de esta clase de sistemas son las siguientes:

- Visualización en tiempo real del estatus de los equipos, local y remotamente. Los grandes complejos de edificios o edificios geográficamente separados se pueden monitorizar y gestionar desde una única ubicación.
- Posibilidad de un historial de tráfico para posibles propósitos de seguridad o legales.
- Reacción rápida a disfunciones, malos usos o averías.
- Rescates más rápidos para pasajeros atrapados.
- Control remoto y local de los equipos, comandos programados, como, por ejemplo, modo bloqueo o modo cambio de operación.
- Posibilidad de integración con otros sistemas de gestión de instalaciones del edificio.
- Recogida masiva de datos para, por medio de algoritmos, ser empleados como herramienta de mantenimiento predictivo.

3.9.3 TIPOLOGÍA

Analizando el ascensor como el elemento esencial de las instalaciones de transporte vertical en hospitales, existen diversos tipos que resultan de clasificarlos según diferentes criterios, a saber:

3.9.3.1 CLASIFICACIÓN SEGÚN EL MODO DE ACCIONAMIENTO

Hidráulicos, impulsados por un grupo de presión de aceite que acciona un pistón unido a la cabina directamente o a través de cables metálicos. Existen construcciones de máquina arriba, máquina abajo y sin cuarto de máquinas.

Dentro de los hidráulicos, se puede diferenciar entre:

- > **Impulsión directa (o tracción directa 1:1)**: Significa que el recorrido de la cabina es igual al recorrido del pistón. En este tipo de instalaciones es necesario que exista un foso profundo o agujero donde poder colocar el pistón.
- > **Impulsión diferencial (o tracción indirecta 2:1)**: Significa que, por cada centímetro de recorrido del pistón, la cabina se desplazará 2 centímetros. Esto es posible mediante un sencillo sistema de polea y cables que duplica el recorrido de cabina. En este caso, no hace falta que la instalación tenga un foso profundo, ya que el pistón se instala en el lateral del hueco. Es ideal para largos recorridos.

Eléctricos, también llamados electromecánicos, accionados por un motor eléctrico unido a una polea de tracción que transfiere el movimiento a los cables que suspenden la cabina. Al igual que en el caso de los hidráulicos, existen modelos de máquina arriba, máquina abajo y sin cuarto de máquinas.

Desde hace ya algunos lustros, las tecnologías de motores eléctricos de frecuencia variable han reducido enormemente los niveles de ruido y mejorado la suavidad del movimiento, así como la nivelación en planta, dejando en desuso los antiguos sistemas de una y dos velocidades, que adolecían en estos aspectos, y en los que los hidráulicos se desempeñan bien.

Una comparativa más amplia entre ascensores eléctricos e hidráulicos puede resumirse en la siguiente tabla:

Tabla 19. Comparativa entre ascensores eléctricos e hidráulicos

Eléctricos	Hidráulicos
Admiten mayores recorridos	recorridos limitados (hasta 15 m)
Velocidad nominal elevada	velocidad nominal limitada por normativa (<1.0 m/s)
Mayor capacidad de tráfico (nº de c. h.)	escasa capacidad de tráfico
Menor consumo energético por potencia dada	mayor consumo de energía
Funcionamiento independiente de la temperatura ambiente	funcionamiento dependiente de la temperatura ambiente (aceite)
Mayor solicitud sobre el edificio	mínimas cargas sobre el edificio
Escasa libertad de emplazamiento del cuarto de máquinas	gran libertad de emplazamiento del cuarto de máquinas
Menor capacidad de carga	mayor capacidad de carga
Potencia independiente del recorrido	potencia proporcional al recorrido

Dentro de los eléctricos, existen configuraciones *gearless* (sin engranaje) que utilizan un motor síncrono de imanes permanentes que carece de reductor. Esto aporta una mejor nivelación de cabina y suavidad en los movimientos, una mayor seguridad debido a que el sistema de frenado actúa directamente sobre el eje, un menor consumo, una mayor durabilidad, una menor sonoridad y la posibilidad de alcanzar mayores velocidades a la vez que es más respetuoso con el medioambiente.

3.9.3.2 CLASIFICACIÓN POR EL CAMPO DE UTILIZACIÓN

- **Ascensores de pasajeros:** Indicados para el transporte exclusivo de personas. Prevalecen los aspectos estéticos, ergonómicos, cinemáticos y de confort sobre la robustez.
- **Ascensores de pasajeros:** Indicados para el transporte exclusivo de personas. Prevalecen los aspectos estéticos, ergonómicos, cinemáticos y de confort sobre la robustez.
- **Ascensores de carga acompañada por personas:** Similares en concepto a los anteriores, pero orientados al transporte de cargas por operarios dentro de la cabina. Prima la robustez y capacidad de carga sobre los demás aspectos.
- **Montacargas:** Destinados exclusivamente al transporte de mercancías. Deben ser rigurosamente inaccesibles a las personas y deben gobernarse desde el exterior.
- **Montacamillas:** Utilizados en ambiente hospitalario para el transporte de camas y camillas con sus ocupantes y acompañantes. Las dimensiones de cabina y de paso libre de puertas están normalizadas para permitir este uso.

Atendiendo a este criterio de clasificación, dadas las múltiples y complejas necesidades de transporte vertical en una estructura hospitalaria, estas sólo podrán satisfacerse mediante una adecuada combinación de todos estos tipos de aparatos elevadores.

3.9.3.3 CLASIFICACIÓN POR LA NATURALEZA DEL HUECO

- **De hueco opaco o internos,** con elementos no visibles desde el exterior. Constituidos por cerramientos de hueco y puertas de superficie llena.
- **Panorámicos,** con elementos interiores visibles desde el exterior. Prevalecen los criterios estéticos de diseño puesto que constituyen un elemento arquitectónico de primer orden en el edificio. Pueden ser de fachada o de hueco de escalera. En ambos casos las paredes de cabina y las puertas son acristaladas total o parcialmente para permitir la visión del exterior. Cuando discurren por el hueco de escalera las paredes de este son igualmente acristaladas.

3.9.4 MANTENIMIENTO

Más allá de los requisitos mínimos legales, es importante que el contrato de mantenimiento que se suscriba con la empresa conservadora de ascensores cuente con cláusulas que especifiquen las obligaciones de dicha compañía para que el hospital esté cubierto ante cualquier necesidad relacionada con el funcionamiento de toda la instalación de transporte vertical.

De forma general, se han de tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cobertura con técnicos en servicio de atención 24 horas al día, 365 días al año, estableciendo un sistema de gestión eficaz de los avisos. La respuesta de los técnicos debe ser inmediata ante paradas de aquellas instalaciones que tengan un servicio prioritario y ante rescate de personas. En el resto de los casos, se deberán atender dentro de la jornada laboral siguiente como muy tarde.
- Nombramiento de un técnico responsable del mantenimiento que ostente la representación de la empresa adjudicataria actuando de enlace con la jefatura técnica del hospital.
- Dotación del personal técnico adecuado y suficiente en presencia física en el hospital en los horarios que se estipulen.
- Realización de todas las inspecciones y pruebas reglamentarias obligatorias según normativa vigente, manteniendo puntualmente informados a los servicios técnicos del hospital y prestando el asesoramiento y asistencia técnica necesaria tanto a estos últimos como a los organismos oficiales, entes territoriales o entidades de inspección y control que intervengan.
- Realización de todas las operaciones de mantenimiento, tanto en naturaleza como en periodicidad, así como de las intervenciones de correctivo y cualquier otro trabajo de acuerdo con las indicaciones del fabricante de los equipos.
- Información al hospital de cualesquiera novedades o modificaciones normativas que pudieran afectar al desarrollo de las prestaciones contratadas.
- Mantenimiento actualizado de toda la documentación técnica y gráfica de las instalaciones, garantizando el cumplimiento de la normativa vigente, y estableciendo esta documentación en el hospital.
- Gestión a cuenta del adjudicatario del suministro de todos los materiales, piezas y elementos sujetos a desgaste que se encuentren en estado defectuoso, sustituyéndolos siempre por otros idénticos en marca y modelo a los instalados.
- Colocación y revisión de los carteles informativos y señalización que los servicios técnicos del hospital estimen necesario incluir en las cabinas, puertas y accesos de los aparatos elevadores, vigilando su correcto estado de conservación y su legibilidad.
- Colaboración técnica en cuantas pruebas sean requeridas por parte del hospital, a fin de verificar el buen estado y funcionamiento de todos los componentes de la instalación.
- Elaboración de informes técnico-económicos indicando cualquier defecto que pudiera hacer disminuir el rendimiento de la instalación o ser causa de avería futura.
- Aportación, a petición de la jefatura técnica del hospital, de cualquier información específica sobre procesos de trabajo, trabajos efectuados, tiempos invertidos y estado de instalaciones y equipos.
- Cumplimiento escrupuloso con su personal en materia laboral, seguridad e higiene en el trabajo y demás disposiciones de carácter legal o reglamentario.
- Proporcionar de antemano al hospital, el programa de mantenimiento de todos los aparatos elevadores, detallando el contenido de las operaciones periódicas a realizar, sin perjuicio de las reparaciones que sobrevengan.

Además, dada la gran variedad de sistemas y tecnologías existentes en el mercado, para entrar a valorar qué operaciones concretas de mantenimiento deben realizarse y su periodicidad, resulta indispensable atenerse a las indicaciones del fabricante.

3.9.5 PUNTOS CRÍTICOS

Teniendo en cuenta las solicitudes de uso de un ascensor en un edificio hospitalario, se podrían resumir las características críticas del mismo de la siguiente manera:

Seguridad: factor ya de por sí indispensable, se ve subrayado por el uso intensivo que tienen los ascensores en los hospitales, tanto para transportar personal médico, como pacientes y visitas. Especial relevancia tiene el cumplimiento de todas las normas de protección y evacuación contra incendios, así como la correctas y puntuales revisiones de mantenimiento.

Robustez: es muy importante que el ascensor soporte un uso intenso y muy continuado, sin que sus características funcionales ni su rendimiento acusen el desgaste, ni requiera excesivas intervenciones de **mantenimiento** que comprometan o limiten su **disponibilidad**.

Accesibilidad: en los hospitales la accesibilidad es una condición indispensable para las personas con baja movilidad o en silla de ruedas, así como para el traslado de pacientes en camillas o camas. La entrada y salida han de ser cómodas y rápidas, y sin riesgo de atrapamiento.

Comodidad: especialmente aquellos ascensores que van a ser utilizados para trasladar pacientes deben ser silenciosos y suaves en los arranques y paradas, evitando los movimientos bruscos.

Rapidez: el tiempo de espera debe ser mínimo para el tránsito del personal sanitario. Esto se refiere no solo a la velocidad que pueda alcanzar el ascensor, sino también a los tiempos de apertura y cierre de puertas en cada entrada y salida de pasajeros. Es por ello que resulta conveniente contar con un botón de cierre de puertas en el interior de la cabina, así como con maniobras especiales que el personal sanitario pueda utilizar para evitar paradas intermedias en trayectos urgentes.

Capacidad: tanto para un alto volumen de personas como por la amplitud y la libertad de movimiento son características esenciales en los portacamás o portacamillas.

Higiene: sus materiales y características geométricas deben facilitar la correcta limpieza y desinfección. Esto incluye, por ejemplo, la impermeabilización del foso, la utilización de materiales antibacterianos, la incorporación de sistemas de ventilación mecánica, etc.

3.10 CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS

3.10.1 INTRODUCCIÓN

El centro de procesamiento de datos (CPD) es una instalación utilizada para albergar un gran número de computadoras y equipos de comunicaciones mantenidos por una organización con el fin de gestionar los datos necesarios para sus operaciones. El diseño del CPD y sus estructuras asociadas debe cumplir diferentes requisitos básicos, que han de garantizar la normalidad en la actividad del Hospital.

Como condición previsa, el CPD debe estar disponible y accesible las 24 horas del día, todos los días del año. La disponibilidad admisible debe estar comprendida entre un 99 % de del tiempo total, lo que supondría unas 88 horas de posible inhabilitación del mismo y un 99,9999% que implica sólo 32 segundos de posible caída del sistema. Mientras que el primer porcentaje supone una práctica de muy alto riesgo, el segundo es propio de empresas dedicadas al procesamiento de datos.

En un estudio realizado por Emerson Network Power 1 en 2011 basándose en las respuestas proporcionadas por 41 empresas de distintos sectores (financiero, telecomunicaciones, sanidad, gobierno,...) se estima que el coste medio por minuto de la caída de un CPD es 5.600\$, basados en la pérdida o corrupción de datos, pérdida de productividad, daños en el equipamiento, repercusiones legales, repercusiones en la reputación de la compañía, y un largo etcétera. Por estas razones, es importante que el porcentaje de disponibilidad de un hospital esté lo más próximo posible al 99,9999%.

Otro requisito muy importante es la seguridad, la cual afecta a todos los entornos del CPD, abarcando los siguientes aspectos de la misma: seguridad sobre la información que se maneja, seguridad en los accesos físicos, seguridad en el estado ambiental de la sala, seguridad de los elementos de almacenamiento, etc.

Además, es necesario que los centros de datos dispongan de sistemas de comunicaciones altamente eficientes y redundantes. También, deben poseer una capacidad de evolución y ampliación. Por último, todos los elementos, dispositivos y sistemas que incluye un CPD deberán permitir su gestión y monitorización.

3.10.2 PARÁMETROS DE DISEÑO

Como en cualquier equipo, en primer lugar, deben analizarse las necesidades de negocio. En este caso concreto, tiene un impacto directo sobre la continuidad de la actividad. Es por ello, que el diseño y construcción de las infraestructuras de los CPDs debe ser capaz de afrontar situaciones adversas y permitir que se pueda desarrollar con normalidad la actividad.

En primer lugar, se tendrá en cuenta la disponibilidad que se requiere a la hora de diseñar la instalación en cuestión:

En segundo lugar, se debe valorar la seguridad física de los equipos, debiendo considerarse puntos como: la ubicación, los elementos constructivos, las catástrofes naturales, posible vandalismo, intrusismo y sabotajes.

En tercer lugar, se debe tener en cuenta las infraestructuras físicas:

- > La estructura: suelo técnico, puertas, luminarias y cerramiento.
- > El suministro de energía eléctrica, distribución, protecciones, soluciones de alta disponibilidad.
- > Climatización, distribución, redundancia, soluciones de alta disponibilidad.
- > Sistemas de seguridad: detección y extinción de incendios, control de accesos y vigilancia.
- > Sistemas de monitorización remota, supervisión y gestión de alarmas.

En cuarto lugar, se debe considerar la seguridad lógica: Control de accesos, autenticación y cifrado de aplicaciones, la replicación de datos, las copias de seguridad, los ataques externos spam, virus, *hackers* y el diseño especial de las infraestructuras CPD.

3.10.2.1 PROTECCIÓN FÍSICA

> Cerramientos

Generalmente el incendio en un CPD suele comenzar en otras partes y se extiende a la sala del CPD. Debido al valor de la información almacenada y al impacto negativo para la actividad hospitalaria que supondría una pérdida de esta, todos los materiales usados en la construcción de la sala de equipamiento IT deben ser incombustibles. El CPD debe convertirse en un recinto estanco. Sus paredes deben tener un grado mínimo de resistencia al fuego y deben proporcionar barrera frente al humo. También es importante el daño que puede producir el agua, por lo que todas las entradas del suelo, de la pared y del techo deben estar selladas.

Los métodos más comunes de proteger las paredes del CPD son mediante placas de yeso y mediante paneles.

> Pasamuros y pasacables

Para garantizar que el recinto del CPD está totalmente protegido contra amenazas externas, también se deben sellar los pasos de cables a través de las paredes, suelos o techos. Los pasamuros ofrecen protección contra humedad, lluvia, polvo, arena, perturbaciones electromagnéticas (RFI/EMI) e incendios. No son solo para las paredes, también pueden emplearse en los racks. Al proporcionar un sellado estanco permiten un ahorro energético de hasta un 10%.

También existen los pasacables para falso suelo. Se trata de unos marcos que se instalan en las baldosas del falso suelo en huecos cortados a medida, y llevan unos cepillos que impiden el paso de aire, pero no de los cables. Entre sus principales ventajas destaca el aumento de la capacidad de refrigeración, contribuyendo a minimizar las pérdidas de aire refrigerado que se escapa desde el plenum hacia la sala por los orificios para cables.

3.10.2.2 SUMINISTRO ELÉCTRICO

> Configuraciones de sistemas SAIs

Se contemplan cinco tipos de configuraciones de los sistemas SAIs, y su elección dependerá de las necesidades de disponibilidad, tolerancia a riesgos, tipos de carga del centro de datos, respuesta e infraestructura existente.

El coste de disponibilidad es el tiempo que la potencia eléctrica se mantiene activa y en perfecto estado de funcionamiento para respaldar las cargas críticas. Cuanto más alto sea el lugar que ocupa la configuración en la escala de disponibilidad, más alto será también el coste.

Tabla 20. Ejemplo de costes para diferentes categorías de SAIs

Configuraciones	Escala de disponibilidad	Categoría del nivel ²	Escala de coste del centro de datos (\$)
Capacidad (N)	1= La más baja	Tier I	13500\$ -18000\$ / rack
Redundante aislado	2	Tier II	18000\$ -24000\$ / rack
Redundante paralelo (N+1)	3		
Redundante distribuido	4	Tier III	24000\$ -30000\$ / rack
Sistema 2N (2N, 2N + 1)	5= La más alta	Tier IV	36000\$ -42000\$ / rack

3.10.2.3 INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN

Todos los equipos que se encuentran dentro del CPD generan calor que debe ser disipado de la sala para el correcto funcionamiento de estos.

La climatización es uno de los aspectos más críticos en el diseño de un CPD. Una refrigeración inadecuada afecta negativamente al rendimiento del equipo y acorta su vida útil. Aparte de suponer uno de los grandes consumidores de energía.

Los puntos calientes han aumentado de unos años a esta parte, ya que los fabricantes han disminuido el tamaño de los chasis permitiendo la instalación de más equipos en un mismo rack. Las altas velocidades a las que procesan la información estos equipos se traducen en un aumento del consumo eléctrico, que a su vez genera más calor. Mientras que la disminución del tamaño ha generado una reducción del espacio ocupado en el CPD, ya que pueden instalarse docenas de equipos en un espacio muy reducido, ha aumentado la concentración de calor en áreas de menor tamaño.

Para un diseño de refrigeración adecuado es fundamental el cálculo de las cargas térmicas, para el que deben tenerse en cuenta varios factores entre los que se incluyen: la incidencia del sol, las renovaciones de aire de la sala, el calor interior, los equipamientos TI, la iluminación, y el número de personas presentes en la sala.

La refrigeración del sistema puede provocar la condensación de vapor de agua y en consecuencia la pérdida de humedad, por lo que será necesaria una humidificación suplementaria para mantener el nivel de humedad necesario. Sin embargo, la humidificación suplementaria crea una carga de calor adicional en la unidad de aire acondicionado disminuyendo la capacidad de refrigeración de la unidad y haciendo necesario un sobredimensionamiento.

3.10.2.4 INSTALACIONES DE RACKS Y CABLEADO

> Racks

Un rack es la estructura que alberga los equipos TIC. El rack es una estructura modular, formado por las siguientes partes: estructura (armazón), paneles laterales, puertas, paneles ciegos, PDUs, suelo, cerradura, pasahilos, bandejas y guías.

> Sistema de cableado

Una de las partes más importantes y complejas del diseño del CPD es el cableado estructurado. La red física define cómo estos equipos se comunican unos con otros y con el mundo exterior. Es de vital importancia que el sistema de cableado del CPD esté bien organizado para que sea fácil de entender y manejar. Si el sistema de cableado se diseña bien, aportará escalabilidad al CPD. El uso de un CPD se ve afectado por los siguientes aspectos del cableado estructurado:

- Medios de cableado escogidos
- Número de conexiones
- Organización del cableado

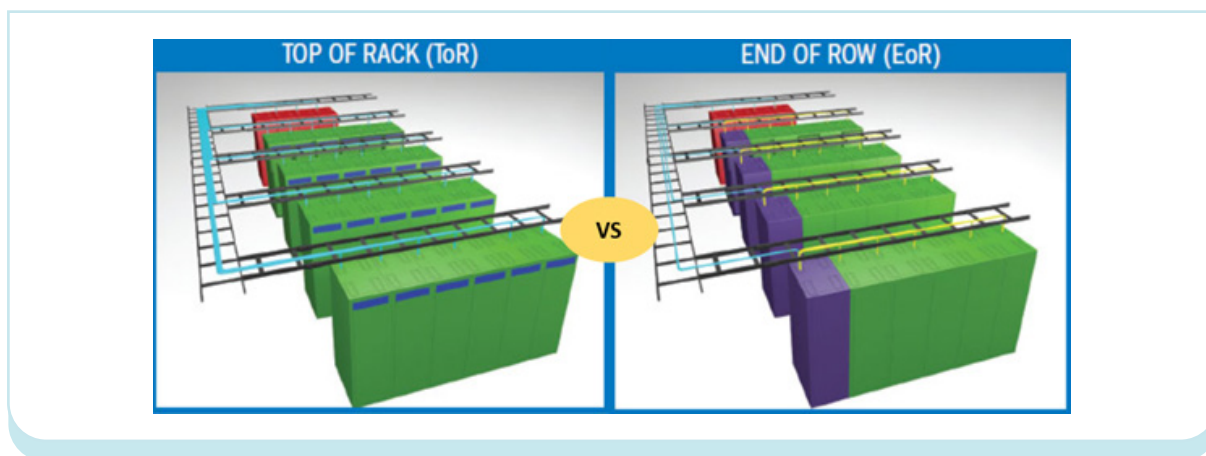
> Jerarquía de cableado

Existen dos jerarquías de cableado, conocidas como *Top of the Rack* (ToR) y *End of the Row* (EoR). Ambas tienen su comienzo en una hilera de racks donde se instalan la mayor parte de los dispositivos de red. Esto se conoce como fila de red y desde ella debe partir el cableado que va a las filas de servidores.

Una opción sería que el cableado estructurado fuese directamente a cada rack (ToR). Generalmente funciona muy bien en entornos pequeños, porque el cableado debe recorrer distancias cortas y puede manejarse con facilidad. Sin embargo, no ocurre lo mismo en entornos de más envergadura. Suele ser la opción elegida en aquellos casos en que se focaliza el diseño en la topología lógica y se presta poca atención a la física. Sus diseños se basan en los caminos que los datos siguen de un punto a otro de la red, pero no se fijan en el cableado estructurado que debe instalarse para permitir esto.

El modo EoR sigue los principios del buen diseño de un CPD porque hace que el entorno de servidores sea más robusto, modular, flexible y estándar. El cableado, una vez en los racks, se distribuye a través de paneles de parcheo que pueden ser tanto de cobre como de fibra óptica. Se recomienda que se encamine el cableado estructurado por los laterales del rack. Es aquí donde se aprecia la importancia de limitar el tamaño de los haces de cables. Los instaladores de cableado pueden experimentar dificultades a la hora de encauzar el cableado estructurado en los racks, debido a que los haces son bastante rígidos y no moldeables, motivo por el cual el instalador deberá tener cuidado a la hora de manejarlo debido a los radios de curvatura de las fibras ópticas. Para facilitar esta tarea deben instalarse pasahilos y organizadores de cableado en los armarios, a través de los que se encaminan los cables.

Figura 19. Ejemplo de diseño en el caso de ToR y EoR



Fuente: Anixter Jorvex

3.10.3 ARQUITECTURA DEL CPD

3.10.3.1 SISTEMAS INFORMÁTICOS DEL CPD

Los principales sistemas informáticos del CPD son los servidores, equipos de almacenamiento y elementos de comunicaciones.

Los servidores pueden ser en formato torre, rack y *blade*.

El servidor tipo torre es el más básico, con un coste comparable al de un PC. Poseen todos los componentes tradicionales: disco duro, placa base y CPUs. Son bastante potentes ya que pueden tener más discos que las otras opciones, y se refrigeran fácilmente. Sin embargo, su principal problema es el espacio que ocupa, ya que no son enracables, lo que afecta a la escalabilidad de la solución.

El servidor tipo rack, como su propio nombre indica, está diseñado para ser enracado, lo que supone un ahorro de espacio frente a otras configuraciones aportándole escalabilidad a la solución. Su principal problema radica en la dificultad que existe para refrigerarlos.

Con la virtualización aparecen los servidores tipo blade. Se trata de un servidor modular diseñado para minimizar el uso de espacio físico. Un chasis blade contiene múltiples servidores blade, además de mecanismos de ventilación y alimentación. Es una solución altamente escalable. Sin embargo, requiere de mecanismos de refrigeración adicionales y mayor energía que los otros formatos, lo que incrementa su coste a largo plazo. La virtualización de servidores proporciona mejor fiabilidad y alta disponibilidad en el caso de fallo en el hardware. Además, aumenta la utilización de los recursos hardware además de mejorar su administración al tener una única interfaz de gestión para todos los servidores virtuales.

3.10.3.2 ALMACENAMIENTO

Los requerimientos de almacenamiento varían dependiendo del tipo de servidor. Los servidores de aplicaciones requieren menos capacidad de almacenamiento que los servidores de bases de datos. Existen tres opciones de almacenamiento:

- *Direct Attached Storage* (DAS). Conexión directa de los servidores al almacenamiento. Cada servidor aloja los discos duros que utiliza.
- *Network Attached Storage* (NAS). Conexión del almacenamiento a la red Ethernet.
- *Storage Area Network* (SAN). Red de almacenamiento dedicada de alto rendimiento que transfiere datos entre servidores y dispositivos de almacenamiento.

3.10.3.3 COMUNICACIONES

Los componentes de red (*switches* de nivel 2 y 3 y *routers* WAN) proporcionan conectividad al CPD.

> Diseño de red del CPD

El CPD aloja la potencia, almacenamiento y aplicaciones necesarias para soportar cualquier negocio. La infraestructura del CPD es el centro de la arquitectura TIC, desde donde se originan o pasan todos los datos. El diseño de la infraestructura de red del CPD es crítico, deben tenerse en cuenta para ello factores como el rendimiento, la resistencia, la escalabilidad o la flexibilidad. El diseño de red del CPD está basado en una arquitectura por capas. Tal y como describe Cisco, las capas en las que se divide la red de un CPD son core, agregación y acceso:

- > **Core.** La capa de core proporciona conmutación de paquetes a altas velocidades para todos los flujos de entrada y salida del CPD, además de conectividad balancear la carga entre el Core de Campus y las capas de agregación.
- > **Agregación.** Proporciona funciones como la definición de dominios de nivel 2 (VLAN) y *spanning tree*. El tráfico entre los servidores atraviesa la capa de agregación y emplea servicios como el *firewall* o balanceo de carga para optimizar y dotar de seguridad las aplicaciones.
- > **Acceso.** A la que se conectan físicamente los servidores para acceder a la red. El nivel de acceso se rige también por una topología de ToR y EoR, como la descrita anteriormente para el cableado. Al igual que el resto de los sistemas del CPD, también el sistema de comunicaciones está redundado en cada una de sus capas. Esto dota al sistema de robustez, escalabilidad y flexibilidad. En los CPDs actuales, gracias a la evolución de los equipos de acceso, es muy habitual encontrar diseños de dos niveles. Los *switches* de acceso a los que conexionan los servidores se conectan a los *switches* de agregación/core, que proporcionan las funcionalidades de *switching* y *routing*. Entre las ventajas de la fusión de las capas de agregación y core destacan la simplicidad de diseño, la reducción de costes y la menor latencia de red.

3.10.4 INSTALACIONES DE SEGURIDAD

3.10.4.1 RESTRICCIONES FÍSICAS

Dado que el CPD contiene los servidores, aplicaciones y datos más críticos del hospital tales como los datos de pacientes no sólo personales sino también asistenciales, es importante asegurar físicamente el entorno. Se desea proteger al equipamiento de robos o vandalismo, de daños accidentales provocados por personal sin formación adecuada para trabajar en el CPD, y de extracción de información del CPD por parte de personal no autorizado.

La principal manera de proteger los equipos del CPD es controlar quién puede acceder a ellos mediante bloqueo de puertas, controles de acceso y racks con cerraduras. Las cámaras de video vigilancia pueden registrar quién entra o sale del CPD. Finalmente, establecer unas claras políticas de acceso asegurará que sólo el personal adecuado esté autorizado a entrar al CPD.

La mejor protección para un CPD, después de una infraestructura de respaldo y de controles de acceso que impidan el paso a personal no autorizado, es un conjunto de normas o estándares de operación que guíen a los usuarios del CPD acerca de cómo desarrollar su trabajo de manera segura en la sala y realizar un correcto uso de la infraestructura.

Pese a las reglas, lo más importante es que la persona que entre al CPD sea consciente de la criticidad de los elementos que están en la sala y se comporte adecuadamente.

3.10.4.2 GESTIÓN DE CAMBIOS

Un cambio es una alteración en cualquier elemento del CPD que puede afectar al cliente o puede dificultar la habilidad de la compañía para proveer sus servicios. Algunas compañías aplican la gestión de cambios a cualquier actividad que ocurra en el CPD o que pueda afectar mientras que otras lo

obvian para actividades que no requieren interacción física con dispositivos o infraestructura del CPD y no tienen grandes probabilidades de causar una caída del servicio.

El trabajo de un CPD debe ser seguro y fiable. Se desea que la sala, y el equipamiento que se encuentra en ella, operen sin incidentes. Implementando una gestión de cambios pueden evitarse sorpresas. Se trata de un método de planificación, coordinación y comunicación acerca de actividades que se desarrollan en torno a las instalaciones vitales de la compañía, aquellas que son imprescindibles para mantener la operación del negocio y el servicio a los clientes.

Los cambios deben realizarse, siempre que sea posible, fuera del horario laboral. Esto tiene la ventaja de eliminar los problemas provocados en caso de una parada de servicio. El inconveniente es el incremento del coste de la mano de obra, al realizarse las tareas en horario extraordinario.

3.10.4.3 MONITORIZACIÓN

La protección de un CPD no solo abarca la realización de backups periódicos de los servidores, instalar firewalls y antivirus, y mantenerlos actualizados. Existen también amenazas más tangibles como son la generación de puntos calientes en los racks, la caída del sistema de climatización, los cambios de humedad o las fugas de agua. El sistema de monitorización ambiental permite monitorizar en tiempo real las condiciones en los racks, salas de servidores y CPD.

Las condiciones monitorizadas incluyen temperaturas extremas, humedad, caídas de tensión, fugas de agua y humo, entre otros. Con un sistema de monitorización adecuado se estará preparado para detectar a tiempo cualquier efecto adverso que estas condiciones pudieran tener en el CPD. Es posible también que el sistema de monitorización alerte de errores humanos o hacking. Pueden combinarse con las soluciones de video vigilancia. Para notificar las alertas al administrador, la mayoría de los sistemas de monitorización disponen de la posibilidad de enviarlas vía correo electrónico, mensajes SMS o SNMP *traps*.

> Temperatura

Es complejo mantener un control de las temperaturas debido a la alta densidad de los racks. Pueden aparecer puntos calientes en zonas donde no debería. La instalación de sensores de temperatura con conectividad a la red Ethernet en el CPD permite controlar las temperaturas en estos puntos calientes. En caso de que dichas temperaturas sobrepasen un umbral determinado, el sistema genera una alerta que permite al administrador revisar el sistema de climatización o tomar las medidas preventivas necesarias para evitar daños mayores. Se recomienda la instalación de al menos un sensor por rack. En el caso de que la instalación sea con cerramiento de pasillo frío o caliente, se recomienda poner el sensor en el pasillo caliente.

> Humedad

Un sistema inteligente, cuando detecte una desviación del valor de humedad establecido en uno de sus sensores, comprobará el estado del resto de sensores antes de generar una alarma, monitorizando los niveles de humedad. En caso de que dicha desviación persista o que más de un sensor detecte la anomalía, generará la alerta correspondiente.

> Fluidos

Es recomendable la instalación de sensores de fugas en todos aquellos puntos del CPD por los que circule un fluido. Estos puntos están generalmente relacionados con las instalaciones de climatización y podrán estar integrados con otros sensores.

Desde luego, es imprescindible que los sensores anteriormente mencionados se integren adecuadamente con los detectores de humo/fuego instalados en el CPD para prevenir incendios, que a pesar de estar vinculados a su central de incendios, pueden integrarse en el sistema de monitorización para proporcionar a los administradores la oportunidad de tomar medidas antes de que se produzca la descarga del sistema de extinción.

También pueden integrarse con las PDUs y los SAIs, monitorizando el estado de las baterías, condiciones de alarma

*Seguridad física

Mediante sensores de contacto seco/sensores de movimiento puede monitorizarse la apertura de puertas de la sala o de los racks, alertando a los administradores en caso de producirse un acceso no autorizado o un descuido. Básicamente está compuesta por un dispositivo central (hub) conectado a la red *Ethernet*, al que se conectarán los sistemas de video vigilancia y seguridad, y el resto de sensores inteligentes y de temperatura para su seguimiento. Cuando se detecte una alerta, la central enviará vía email, SMS o SNMP *trap* la información al administrador, que tomará las medidas que estime necesarias.

3.11 CENTRO DE CONTROL DE INSTALACIONES

3.11.1 INTRODUCCIÓN

La transformación digital provocada por el avance exponencial de las soluciones tecnológicas puede provocar una evolución significativa en los sistemas de gestión y supervisión de edificios en los próximos 10 años.

En el pasado, la automatización de algunos equipos e instalaciones aislados, frente a la realización de tareas manuales, permitió llegar a la compartición de cierta información entre ellos para actuar de forma coordinada.

Actualmente, el concepto de compartición toma otra escala gracias a internet, nos encontramos en el momento de un cambio sustancial en cuanto a la recopilación, manejo y utilización de la información, enfocada a la toma de decisiones en tiempo real que impactará de forma radical en la actividad hospitalaria en este caso.

Actualmente estamos empezando a familiarizarnos con conceptos tecnológicos como iBMS, *dashboards*, *cloud*, *software as a service*, *big data*, *business intelligence*, *smart buildings*, *apps*, etc., que utilizados de forma coherente, nos llevará a la consecución de nuevos modelos de gestión y de negocio.

De esta forma, los paneles de mando o dashboards nos permitirán conocer en tiempo real la situación de nuestro edificio y tomar decisiones desde dispositivos remotos: Las apps no solo nos facilitarán la gestión de los activos, sino que mejoran la experiencia del usuario al interactuar con su entorno de trabajo. El análisis big data nos permitirá la creación de modelos de comportamiento de nuestros edificios enfocados a la optimización energética en tiempo real y al cambio de un modelo de mantenimiento preventivo a otro más predictivo con el consecuente ahorro de costes.

Para estar en disposición de afrontar este punto de inflexión, es fundamental una **adecuada elección** tanto de la **plataforma** como del **socio tecnológico**, de forma que nos permita minimizar el coste de oportunidad en el negocio y nos permita crecer en servicios aplicando cuantas ideas de mejora se nos vayan ocurriendo en el día a día.

Con el objeto de ayudar en dicha elección y en el camino a emprender, en este capítulo se pretende describir las distintas capas de los sistemas de control, sus características fundamentales, parámetros de diseño, ventajas e inconvenientes de las distintas soluciones.

3.11.2 TIPOLOGÍAS DE SISTEMAS DE CONTROL, GESTIÓN Y SUPERVISIÓN

3.11.2.1 SUBSISTEMAS

Para el control, gestión y supervisión de edificios existen distintos subsistemas que nos pueden ayudar a ello, cada uno con unas funciones específicas:

- Building management system (BMS) o gestión técnica centralizada (GTC)
- Gestor energético
- Detección de incendios
- Seguridad (control de accesos)
- Circuito cerrado de TV

> BMS

Probablemente el más utilizado y conocido es el denominado *building management system* (BMS), también conocido habitualmente como GTC (gestión técnica centralizada).

Desde este sistema se controlan las instalaciones electromecánicas, más concretamente: sistemas de climatización, iluminación, gases nobles, grupo electrógeno, SAls, extracciones, medios de elevación (ascensores, escaleras mecánicas), así como cualquier elemento electromecánico.

> Gestor energético

En los últimos años han proliferado las plataformas de gestión energética, algunas en local y muchas de ellas en nube.

Con independencia de su ubicación, se trata de herramientas que recopilan información de contadores de diversos tipos, así como de variables que influyen en dicho consumo, permitiendo:

- **Medir y analizar** los consumos y costes energéticos, así como su evolución en el tiempo.
- **Detectar** ineficiencias energéticas y **proponer** MAEs (medidas de ahorro de energía).
- **Verificar** la reducción prevista en el consumo energético derivado de las MAEs.

> Detección de incendios

Con independencia de que las centrales o repetidoras deban estar supervisadas, los sistemas de detección de incendios disponen de un SCADA que permite una gestión de dicho sistema.

Desde dicho sistema se puede observar el estado de situación de las centrales, lazos, así como de todos los elementos que lo componen.

> Seguridad (intrusión y control de accesos)

Los sistemas de seguridad incluyen dos funcionalidades:

- Los sistemas antiintrusión, que están constituidos por diversos sensores que detectan intentos de intrusión.
- Una central habitualmente conectada a una CRA (central receptora de alarmas).

El control de accesos permite la gestión del acceso de los distintos usuarios del edificio a distintas zonas/áreas, tanto trabajadores como empresas de servicios o visitas.

El sistema de gestión de este subsistema constituye una potente herramienta para la gestión de la seguridad del centro, así como para la gestión de los accesos.

> Circuito cerrado de TV (CCTV)

Los sistemas de CCTV son otro de los subsistemas cruciales en la gestión de la seguridad de un edificio.

Cada vez son sistemas más dotados de video analítica avanzada, que no solo contribuye al objetivo fundamental del mismo, sino también pueden aportar información importante al resto de los subsistemas, como cuenta personas o el reconocimiento facial.

3.11.2.2 INTEGRACIÓN DE SUBSISTEMAS

Los subsistemas descritos en el punto anterior pueden encontrarse en diferentes formas. Es habitual tener sistemas completamente estancos, un SCADA para cada uno de los subsistemas, sin que entre ellos se comparta información.

Otras veces nos podemos encontrar agrupaciones parciales, BMS con gestión energética, incluso a veces también con detección de incendios; o plataformas que agrupan los sistemas de seguridad y CCTV.

Finalmente hay plataformas que agrupan todos ellos bajo un solo iBMS (*Integrated Building Management System*). Adicionalmente muchos de ellos permiten la integración con otras plataformas de negocio, como GMAOs (*software* de gestión de mantenimiento) o herramientas de negocio tipo SAP.

Estas integraciones permiten la compartición de información y con ello una gestión mucho más transversal, segura y optimizada del edificio. De forma general, se detallan algunas de las acciones que se pueden llevar a cabo a través de un iBMS son:

- Posicionamiento de la cámara del sistema de CCTV en un detector de incendios activado, pudiendo comprobar visualmente si hay incendio.
- Activación de la climatización e iluminación de un determinado despacho, cuando la persona adecuada pasa por un turno con su tarjeta de accesos.
- Con sistemas cuenta personas podemos conocer el aforo, perfil de utilización, optimizar el funcionamiento de los sistemas de climatización e iluminación, planificar mejor una evacuación, etc.
- Generación de órdenes de trabajo a través del GMAO, cuando varíen las condiciones del punto de consigna de un determinado controlador o actuador.

Asimismo, estas integraciones permiten la gestión integral a partir de ratios de cumplimiento (KPIs), así como el diseño de puesto de operación único e integral con actuaciones coordinadas entre los diferentes actores

3.11.2.3 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN

Hasta hace unos 15 años todos los fabricantes utilizaban protocolos de comunicación cerrados, es decir, lenguajes de comunicación que solo hablaban ellos, impidiendo con ello las integraciones y/o comunicaciones entre equipos o sistemas de distintas marcas.

Desde entonces, progresivamente han ido apareciendo protocolos de comunicación abiertos que permiten la citada comunicación.

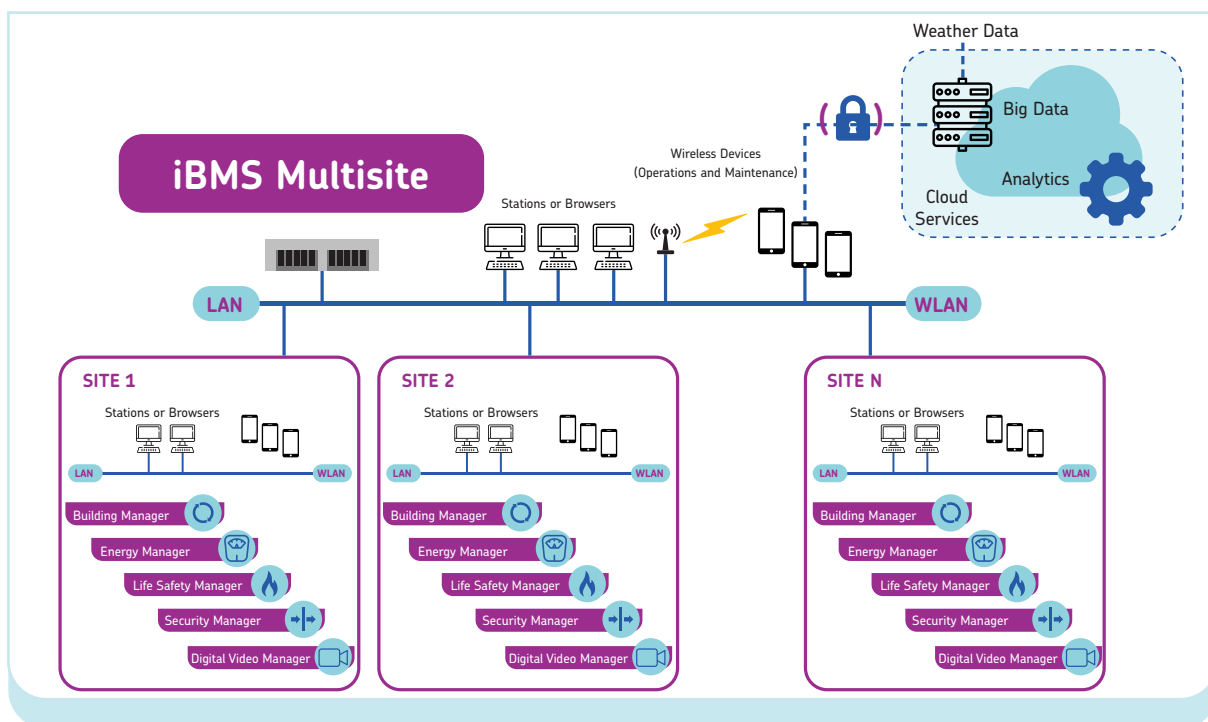
Los protocolos suelen ir con nombre y apellidos, donde el nombre indica el lenguaje y el apellido el soporte físico. Los distintos protocolos pueden utilizarse para comunicar un equipo con otro; un equipo con un sistema (BMS), o dos sistemas entre sí. Algunos ejemplos son:

- Bacnet-IP: Bacnet en el protocolo, e IP el soporte físico que es cable de comunicaciones UTP. Conecta directamente el equipo (controlador, variador, enfriadora...) con el BMS a través de un *switch*.
- Modbus RTU: El protocolo es Modbus y el soporte físico es RTU, conecta el equipo (variador, analizador de redes) con un controlador o pasarela.
- OPC: Hay otros protocolos que conectar directamente los sistemas entre ellos.
- ONVIF: para integración de cámaras multifabricante con el iBMS.

3.11.2.4 ARQUITECTURAS MULTI-EMPLAZAMIENTO

La revolución que durante los últimos años han sufrido las redes de comunicación, nos han permitido evolucionar cada vez más a arquitecturas multi-emplazamiento, donde ya no es necesario disponer de un BMS o iBMS en cada una de las localizaciones, sino que podemos tener nuestro sistema en el hospital y gestionar de forma remota los centros de salud asignados a él.

Figura 20. Ejemplo de integración de diferentes sistemas en un único BMS



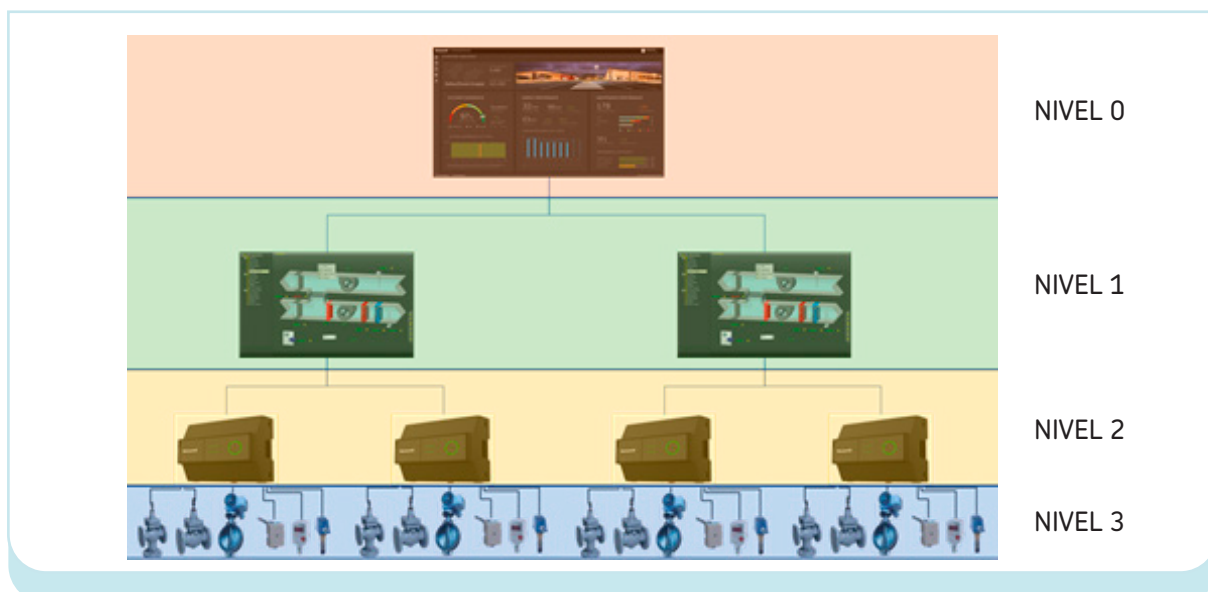
Fuente: Honeywell

Además, si hemos utilizado protocolos de comunicación abiertos, podemos integrar un controlador de una marca en un BMS o iBMS de otra marca, pudiendo hacer una gestión integral.

3.1.3 DESCRIPCIÓN SISTEMAS DE CONTROL

Si bien cada vez las arquitecturas son más híbridas y en el mundo del IoT hay ya muchos sensores que van directamente a la nube, los sistemas de control más habituales se pueden estratificar en 4 niveles.

Figura 21. Ejemplo de arquitectura por niveles



Fuente: Honeywell

3.11.3.1 NIVEL 3: ELEMENTOS DE CAMPO

Lo forman los elementos de campo situados en las instalaciones (sensores, válvulas, actuadores, contactores, relés de estado, etc.) de los cuales se recogerán las entradas y salidas analógicas y las entradas y salidas digitales para ser enviadas al segundo nivel. Desde este nivel se actuará directamente sobre las instalaciones según las órdenes recibidas del nivel superior, o sea de los controladores y del puesto central.

3.11.3.2 NIVEL 2: CONTROLADORES DISTRIBUIDOS

Es importante que la arquitectura de control y su estructura se configuren de forma que el funcionamiento de la instalación no dependa en ningún caso de la comunicación con el sistema BMS, con el fin de que pueda mantenerse en funcionamiento, aunque se produzca un fallo en éste.

Figura 22. Ejemplo de controlador local



Fuente: Honeywell

Cada procesador dispone de la información necesaria para realizar las funciones de control que le corresponden sin necesidad de recibir información adicional crítica a través de los bus de comunicaciones. Un fallo en las comunicaciones no afectará por tanto al funcionamiento de las instalaciones controladas.

Éstos son el motor de la automatización y la solución planteada para las gestiones de climatización, iluminación, gases medicinales, sistemas de vacío, transporte neumático, sistemas de combustible de gasóleo y ascensores.

Hace también la función de pasarela, hacia el BMS casi todos los sistemas actualmente se comunican en Bacnet – IP, y al mismo tiempo tienen implementados protocolos de comunicación abiertos tipo BACnet MS/TP o Modbus RTU, para la comunicación con equipos propios y de terceros.

Figura 23. Ejemplos de módulos de controladores locales



Fuente: Honeywell

Los controladores pueden disponer, según las necesidades, de módulos de entradas y salidas físicas.

Figura 24. Ejemplo de controlador



Fuente: Honeywell

Habitualmente, los elementos terminales, como fan coils o cajas de VAV suelen tener su propio controlador, específicamente diseñado para dicha función.

3.11.3.3 NIVEL 1: PUESTO CENTRAL Y ESTACIONES DE TRABAJO

Los distintos tipos de BMS, descritos en el apartado 2, se instalan habitualmente en un servidor suficientemente potente como para gestionar las infraestructuras para las cuales han sido diseñadas. Es una tendencia cada vez más extendida, instalarlo en entornos virtualizados, incluso en el CPD de la organización en cuestión, haciendo posible su incorporación a las políticas integrales de IT de la organización y ahorrando recursos y mantenimiento de hardware.

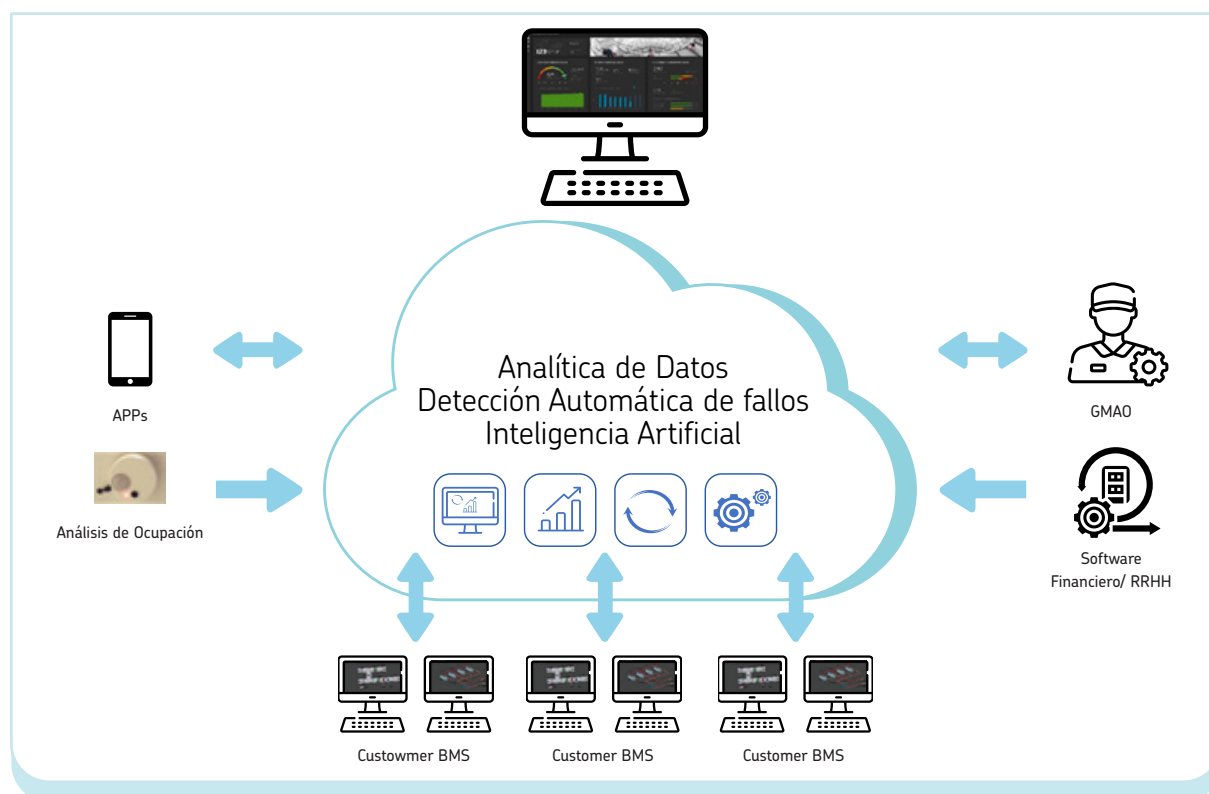
Las estaciones de trabajo son cada vez más flexibles, pudiendo acceder al BMS desde una tableta o un smartphone, facilitando aún más la gestión de las instalaciones y optimizando el tiempo de operación y mantenimiento.

Es muy importante remarcar lo crucial que es mantener nuestros sistemas en un entorno ciberseguro, ya que el funcionamiento de toda nuestra instalación depende de ello y no nos podemos permitir un ciberataque.

3.11.3.4 NIVEL 0: LA NUBE

Un nivel o capa que ha surgido en los últimos años, son los sistemas de analítica de datos e inteligencia artificial.

Este tipo de plataformas constituyen un **ecosistema**, habitualmente agnóstico a marcas, donde diversos subsistemas de diversas infraestructuras **comparten y correlacionan información**, utilizando para ello herramientas de analítica de datos e inteligencia artificial, con un objetivo transversal: **mejorar y acelerar la toma de decisión** mediante información avanzada **en tiempo real**.

Figura 25. Ejemplo de esquema de sistema mediante inteligencia artificial

Fuente: Honeywell

Este tipo de herramientas son solo herramientas, pero deben facilitar la transformación digital de **la gestión de instalaciones hospitalarias**, basándose en tres ejes:

1. **Optimizar el OPEX (gastos operativos)**, mediante analítica e inteligencia artificial podremos (ver apdo. 5):
 - Ir a modelos de mantenimiento más predictivos, proactivos, dinámicos y prestacionales.
 - Utilizar algoritmos para detectar ineficiencias operaciones y/o energéticas antes de que sucedan.
 - *Machine learning* que utilizando modelos predictivos de demanda térmica y costes energéticos actúe sobre el BMS para ahorro de energía.
2. **CAPEX (presupuesto de inversión) quirúrgico**, mediante analítica e inteligencia artificial podremos:
 - Decidir y justificar qué equipos deben ser sustituidos y de qué características técnicas lo que lleva a una optimización del uso del presupuesto tanto a corto como a medio y largo plazo.
3. **Mejora de la experiencia del usuario**, mediante analítica e inteligencia artificial podremos:
 - Disponer y poder proveer ambientes más confortables y saludables, a la vez que aumentará la satisfacción de los clientes internos, pacientes y visitantes.

3.11.4 PARÁMETROS DE DISEÑO

A la hora de diseñar un sistema de control, o una ampliación del sistema existente, debemos considerar diferentes parámetros en las diferentes capas:

> Elementos de campo:

Una de las primeras tareas es definir los elementos de campo necesarios, así como el listado de puntos, para ello debemos ir analizando los distintos equipos que forman parte de nuestra instalación o ampliación, definiendo las entradas/salidas digitales/analógicas, los elementos terminales (*fan coils*, cajas VAV) y las integraciones que queremos hacer con el protocolo correspondiente.

➤ **Controladores distribuidos:**

Una vez hecho el listado de puntos, debemos diseñar los cuadros de control y sus componentes.

Lo primero, sería seleccionar la arquitectura. Para ello, y en función de varios criterios, tendríamos varias opciones. Podríamos poner un cuadro de control con su controlador para cada uno de los equipos, o poner un cuadro principal con un solo controlador y distribuir las tarjetas de entradas y salidas en cuadros secundarios.

En cualquier caso, debemos:

- Seleccionar un controlador capaz de gestionar las señales que hemos calculado y de integrar los protocolos de comunicación que tenemos en campo. Calcular las tarjetas de entradas y salidas, analógicas y digitales que tenemos. Siempre dejando un 20% libre para posibles futuras ampliaciones.

➤ **Puesto central:**

Por último, debemos diseñar el sistema de control que queremos o la ampliación del existente.

En caso de tratarse de ampliaciones, es recomendable seguir creciendo sobre los BMS de los que actualmente se dispone. Esto nos permite una gestión centralizada, tener la mitad de un hospital con un sistema y una parte con otro sistema incrementa considerablemente los costes de explotación y la complejidad de la conducción.

Si se trata de un sistema nuevo, los criterios de decisión son más extensos, pero es fundamental plantearnos si queremos sistemas estancos y aislados unos de otros, o plataformas que integran subsistemas.

3.11.5 PUNTOS CRÍTICOS.

➤ **Actualización de software BMS/iBMS (Nivel 1)**

Es común encontrarse con sistemas obsoletos, sin actualizar y sin posibilidad de crecimiento o de conectividad, ejecutándose sobre sistemas operativos y *hardware* de más de 15 años de antigüedad. Es importante entender que los sistemas de gestión no son controladores o elementos de campo con una vida útil de entre 15 y 25 años, y debemos actualizarlos con cierta frecuencia.

El primer objetivo de dicha actualización es la mejora de funcionalidades que la plataforma me va a proporcionar. Pero también es importante contemplar que los sistemas de gestión siempre se ejecutan sobre sistemas operativos de terceras compañías, habitualmente Microsoft. Durante la vida del sistema operativo, el fabricante va lanzando parches de seguridad, pero una vez discontinuado el sistema operativo, suponen una importante brecha de posibles ciberataques.

En resumen, la actualización del BMS / iBMS nos permite la adaptación a las nuevas plataformas, sistemas operativos y paquetes *software* necesarios para su ejecución, así como el aumento y mejora de las funcionalidades de los sistemas de gestión.

➤ **Ciberseguridad en sistemas OT (*operational technology*)**

Vivimos en un mundo cada vez más conectado, los modelos de gestión integral de los que hemos ido hablando requieren que nuestros sistemas de gestión estén conectados con el resto de las plataformas de negocio y se abran al exterior, pues la movilidad es otro de los requerimientos más importantes.

Las instalaciones hospitalarias son instalaciones críticas por definición, y un ciberataque podría generar malos funcionamientos en los sistemas que gestionamos, con consecuencias fatales e irreparables. Como líneas generales, una buena ciberseguridad debe al menos:

- Implementación de una red OT segura, reforzando las capas de seguridad física mediante la correcta segmentación de la red de datos.
- Instalación de dispositivos y *software* de ciberseguridad: *Firewalls* (cortafuegos), antivirus, actualización de *software*, conectividad segura.
- Monitorización remota 24/7 de infraestructuras IT/OT (redes, aplicaciones, servidores).

3.11.6 MANTENIMIENTO TRADICIONAL

Un mantenimiento adecuado debe contemplar las revisiones pertinentes en todos los niveles del sistema de gestión detallados en capítulos anteriores.

Los **elementos de campo (nivel 3)** se deben revisar al menos con carácter anual, su correcta lectura y actuación. En determinados sistemas es obligatorio la calibración de las sondas.

Al menos dos veces al año los **controladores (nivel 2)** deben revisarse. Las centrales de seguridad o los paneles de incendios tienen revisiones obligatorias con carácter trimestral.

El **puesto de control (nivel 1)** es recomendable hacer una revisión anual del funcionamiento operativo, y una revisión trimestral para *backups* e instalación de parches de seguridad.

Los contratos de mantenimiento estándar, al igual que en otros sistemas, suelen construirse combinando las prestaciones típicas: preventivo, correctivo, modificativo, guardias 24/7, materiales, conductivo, etc.

Igualmente es habitual el establecimiento de niveles de servicio para poder evaluar el desempeño de este.

3.11.7 TRANSFORMACIÓN DIGITAL (NIVEL 0)

El mantenimiento de edificios es, como muchos otros, un sector sometido a una constante evolución, y consecuentemente no va a estar exento de la nueva revolución que representa la transformación digital.

Los servicios de mantenimiento actuales están basados en modelos estáticos, programados, prescriptivos y reactivos, muchas veces dimensionados más en función de los recursos que en función de las necesidades. Algunos incluyen indicadores y niveles de servicio, vinculados a bonificaciones o penalizaciones, con un cálculo discreto no continuo que limita la reacción ante desviaciones.

La **transformación digital** busca modelos **dinámicos, proactivos, prestacionales, predictivos**. Se trata de cambiar actuaciones programadas en el tiempo y correctivos reactivos, por la utilización de herramientas que nos permitan **detectar** mediante analítica en tiempo real, **evaluar y priorizar** mediante paneles de mando, para **resolver** mediante tareas preventivas dinámicas.

Todo sistema de climatización tiene por único objetivo mantener las condiciones de confort, entiendo dichas condiciones como las asociadas principalmente a temperatura, humedad y calidad de aire. Por ello, el concepto es vincular el contrato al cumplimiento de unos determinados niveles de confort y mediante herramientas en tiempo real se permite una supervisión continua, tanto para propiedad como para proveedor del servicio.

Para mejorar dicho indicador, utilizamos el análisis de datos, pudiendo observar de un vistazo y de una forma intuitiva, en que equipos y áreas se están generando falta de confort, pudiendo actuar de forma específica en dichos equipos.

Al mismo tiempo, estas herramientas suelen contar con algoritmos avanzados de diagnóstico, algunos predictivos, que generan órdenes de trabajo de forma autónoma. Son algoritmos que buscan ineficiencias operativas y/o energéticas, los cuales son priorizados por urgencia en función de la gravedad del algoritmo en sí mismo y del equipo al que afecta.

Muchos de ellos detectan situaciones que sin este tipo de herramientas no se hubieran detectado nunca.

En resumen, la transformación digital en el mantenimiento de edificios se inicia con la creación de un ecosistema donde BMS/iBMS, GMAO y la herramienta escogida, comparten información en pro de unos mismos objetivos, y posteriormente, adaptando los procesos y modelos organizativos para facilitar dicho cambio.

4. LA GESTIÓN INTEGRAL DE LAS INSTALACIONES

4.1 DISEÑO Y EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN HOSPITAL

4.1.1 ASPECTOS GENERALES

Las instalaciones de un hospital representan aproximadamente entre un 40 y un 45% del valor de construcción inicial, pudiendo llegar incluso al 50% en caso de una insuficiente planificación de estas. En este caso los costes derivados de implementar correcciones al diseño inicial en la fase de ejecución pueden llegar a duplicarse. Asimismo, los costes de mantenimiento de las instalaciones, excluyendo el equipamiento, suponen entre un 4 y un 5% de los gastos corrientes, incrementándose hasta un 7-8% del mismo, en caso de incluir los consumos energéticos y el agua.

En cada tipo de instalación descrita en esta Guía se describen aspectos específicos tanto de diseño, como de ejecución y mantenimiento de las distintas instalaciones, basados fundamentalmente en el cumplimiento de la legislación vigente y recomendaciones técnicas de los diferentes organismos, asociaciones y proveedores.

En este apartado se pretende hacer hincapié en aquellos aspectos que redundan fundamentalmente en la mejora de la mantenibilidad y la operatividad de las instalaciones, así como en el equipamiento asociado a ellas, dando por hecho el cumplimiento de lo mencionado en el párrafo anterior.

Por ello, a fin de ser lo suficientemente explícito a la vez que generalista, consideramos pilares fundamentales la experiencia y el sentido común, ambos unidos a la capacidad de planificar a futuro la evolución de la actividad sanitaria asociada al desarrollo de las nuevas tecnologías.

Otro de los aspectos a tener en cuenta en el diseño de las instalaciones de un hospital, es el plan de contingencias o emergencias de mantenimiento, que desafortunadamente no se suelen tener en cuenta hasta una vez entregado el edificio. Así, situaciones como compartir diferentes instalaciones sectorizadas en caso de fallo mayor o inhabilitación de las mismas, flexibilidad de ampliaciones de emergencia ocasionales y de forma temporal, etc., no suelen estar contempladas en los diseños iniciales.

En la exposición de las consideraciones a tener en cuenta, no se incide en aspectos puramente técnicos, tales como: nuevas tecnologías a aplicar, mejoras de la eficiencia energética, técnicas de mejora en la utilización de los recursos o cualquier otro aspecto en este sentido; ya que se consideran suficientemente desarrollados en los correspondientes capítulos. En este sentido y en consonancia con lo anterior, se abordan diferentes apartados considerados esenciales en el diseño de las instalaciones de un hospital o reforma de los existentes, sin menoscabo de otros muchos aspectos a tener en cuenta, desde el punto de vista de la mantenibilidad y funcionalidad.

4.1.2 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Dada la importancia vital del suministro eléctrico de un hospital, es muy importante tener en cuenta en la fase de diseño la disponibilidad del suministro, así como la distribución de este. La experiencia demuestra, tal como se ha comentado en el párrafo anterior, que el hecho de no acometer determinadas acciones en fase de proyecto supone un incremento importante en la dificultad para acometerlas posteriormente, de tal manera que, si se implementan en fase de ejecución o de explotación, los costes se incrementan considerablemente. Todo ello sin tener en cuenta los problemas funcionales que aparecen en fase de explotación.

En cuanto al suministro, se ha de considerar prioritario que los centros estén abastecidos por dos acometidas diferentes, al menos en media tensión (15.000 V) procedentes de distintas subestaciones

y empresas suministradoras diferentes. Esto, evidentemente, no es posible en muchos de los casos, sobre todo en poblaciones medianas y pequeñas; por lo que la alternativa puede ser abastecer con una línea de alta tensión (45.000 V) que lógicamente es más fiable.

Para la distribución de la energía eléctrica en todos los edificios y la parcela que abarca el centro hospitalario, es conveniente tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Distribución en anillos a diferentes centros de transformación y cuadros generales. La distribución en anillo, aparte de disminuir las pérdidas, que empiezan a ser significativas en grandes hospitales, garantiza el suministro interno por doble fuente con el nivel de cobertura en función de la potencia instalada en cada centro, lo que supone no tener que hacer cortes parciales en caso de averías o revisiones programadas.
- Fraccionamiento de la potencia en grupos electrógenos, con dedicación exclusiva para ciertas áreas, como centro de proceso de datos, áreas de investigación, bloques quirúrgicos, etc., además de la posibilidad de intercambiar cargas en caso de necesidad, aumentando la flexibilidad y disponibilidad. Siguiendo con el mismo planteamiento que en el caso de los centros de transformación, es conveniente que su distribución garantice, en caso de avería o mantenimiento programado, poder acometer las cargas esenciales de forma prioritaria. Todo ello, teniendo en cuenta la optimización del coste del mantenimiento diseñando una solución de compromiso coste-fiabilidad del servicio.
- Sistemas de alimentación ininterrumpida (SAIs) por verticales o dedicados. Al igual que en el caso de los grupos electrógenos, se tendrán en cuenta las áreas más críticas, pudiendo ser redundantes con aquellos. También es aconsejable disponer de racks de baterías de diferentes SAIs situadas en la misma vertical, de tal manera que se pueda transferir las cargas en caso de mantenimiento o avería, así como tener un mantenimiento más eficiente de las mismas. Con ello, al estar concentradas en un mismo local, se puede garantizar unas condiciones de humedad, temperatura y pureza de aire que garanticen la vida media de las mismas.
- Otros. En general es necesario aplicar criterios basados en las buenas prácticas y la experiencia en el mantenimiento y gestión de los elementos de la instalación eléctrica, pudiendo considerarse, entre otros, los siguientes aspectos:
 - Los sistemas de descargas eléctricas, puesta a tierra, deben estar bien señalados e identificados, de tal manera que su mantenimiento sea sencillo y seguro: electrodos accesibles y de fácil mantenimiento, así como el recorrido de los conductores de descarga perfectamente identificable.
 - Accesibilidad de los elementos a mantener, tales como equipos de alumbrado interior y exterior. Es necesario que físicamente sean accesibles y fácilmente manejables, de tal manera que no suponga un despliegue de medios excepcionales que hagan económicamente inviable su correcto mantenimiento con la periodicidad requerida.
 - Es deseable la instalación, tanto económicamente como desde el punto de vista medioambiental, de un sistema de gestión del alumbrado, tanto exterior como interior. Éste también puede ir integrado en el sistema de gestión técnica del edificio, en su caso.
- Implantación de sistemas de autoconsumo. Un hospital, al ser un gran consumidor de energía, presenta un gran reto en cuanto a la posibilidad de apostar por el autoconsumo. Actualmente se están llevando a cabo numerosos proyectos de implantación de paneles fotovoltaicos en hospitales, alcanzando una media del 30% de ahorro en el consumo eléctrico y un plazo de amortización estimado de 15 años.

Por otro lado, se están realizando estudios de aprovechamiento de las energías verdes para la obtención de hidrógeno (hidrógeno verde) mediante electrólisis del agua, teniendo como resultado la obtención de hidrógeno y oxígeno; es decir dos productos realmente útiles para un hospital. El hidrógeno como elemento alternativo de almacenamiento de energía y el oxígeno como apoyo al consumo del hospital, evidentemente previamente tratado. Esto implica que, en fase de proyecto, se estudie la superficie realmente necesaria para acometer estas necesidades y su eficiencia, utilizando las cubiertas de los aparcamientos y grandes superficies libres en terrazas y teniendo en cuenta la conveniente orientación solar.

4.1.3 INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN

Aunque la instalación de climatización puede no ser considerada como vital, es fundamental para garantizar la asistencia sanitaria con un mínimo de seguridad y calidad.

En el apartado correspondiente, se desarrollan diferentes sistemas y soluciones técnicas en función de distintas variables, que entendemos son las más idóneas según la realidad de cada hospital: tamaño del mismo, climatología, combustible existente o más accesible y demás factores que hacen que se opte por la solución más idónea.

Independientemente de ello, consideramos que se deben tener en cuenta a la hora de su diseño y ejecución aspectos comunes independientemente de la opción adoptada. Así, consideramos que hay que hacer hincapié en aspectos más relevantes y significativos desde el punto de vista de la mantenibilidad, a menudo no resueltos satisfactoriamente:

- Equilibrado hidráulico. Los circuitos de agua para climatización en un hospital son de dimensiones y recorrido considerables, por lo que es necesario poder garantizar que los caudales nominales llegan a cada elemento de transferencia térmica de forma equilibrada y energéticamente óptima. Este aspecto se debe considerar como esencial y, por lo tanto, es necesario implementarlo de forma clara y suficientemente desarrollada en el proyecto de climatización; de tal manera que su puesta a punto y plan de mantenimiento continuo sea condición indispensable para la puesta en marcha de toda la instalación.
- Plantas técnicas. Hoy en día los hospitales de nueva planta suelen ser de tipo horizontal; es decir de no más de 6-7 plantas sobre rasante. Esto supone que la distribución en los circuitos de agua fría y caliente se realizan a través de una planta ubicada en el sótano-semisótano, alimentándose de las distintas centrales o subcentrales. Para alturas superiores, es conveniente habilitar una planta técnica a partir de la mitad del edificio, lo que facilita la mantenibilidad de las instalaciones y la capacidad de sustitución de elementos pesados sin tener que verse afectadas grandes zonas.
- Diseño adecuado de los casetones que albergan las instalaciones de tratamiento de aire, teniendo en cuenta:
 - Espacios suficientemente amplios para la instalación de equipos de tratamiento de aire, facilitando el mantenimiento, montaje y desmontaje de todos los elementos.
 - Realización de estudio previo de las tomas de admisión y expulsión de aire en dichos espacios, mediante el estudio de vientos dominantes, de tal manera que se garantice que no se puedan cruzar ambos flujos.
 - Accesibilidad de acceso y mantenimiento a los mismos: escaleras adecuadas, pasarelas, grúas.
- Utilización de los sistemas de impulsión y extracción para liberar humo, en caso de incendio, de las zonas de evacuación, bien por extracción directa o por sobrepresión. Para ello, se requiere que los equipos estén preparados para trabajar con el flujo del aire tanto en impulsión como en extracción.
- Diseñar el acceso a los elementos terminales (fan-coils, inductores, climatizadores, etc.), de tal manera que su mantenimiento o sustitución, suponga una invasión mínima de los espacios a los que dan servicio. Esto evita no solo incomodidades a los usuarios, sino incluso que se pueda llegar a desalojar temporalmente dicho espacio: habitaciones, consultas, salas de espera o zonas quirúrgicas.
- Control centralizado. Aunque hoy en día no se cuestiona su implementación en un hospital de nueva planta o reforma de los existentes, es conveniente que el sistema elegido, aparte de cumplir las especificaciones técnicas deseadas, sea lo suficientemente flexible como para interconectarse con otros existentes, tales como: sistemas SCADA, GMAO, gestión de iluminación específica, sistemas de gestión contra incendios, etc. Asimismo, se debe tener en cuenta la capacidad para admitir futuras ampliaciones o incorporaciones de otros centros que pasen a depender del hospital en cuestión.

4.1.4 GASES MEDICINALES

Como se indica en el apartado correspondiente, hay diferentes formas de suministrar los gases medicinales e incluso, en el caso del aire medicinal, se puede llegar a producir en el mismo centro hospitalario. Independientemente de ello, entendemos que se han de tener en cuenta de forma general, los siguientes aspectos en la fase de diseño de la instalación:

- Accesibilidad de las centrales de almacenamiento y producción. Deben situarse buscando la equidistancia a cualquier punto del hospital, así como la cercanía y accesibilidad directas a las vías de entrada a la parcela. Con ello se evitan grandes recorridos de los vehículos de transporte dentro de la misma, así como una mayor independencia respecto a la actividad interna hospitalaria.
- La parcela donde irán situados los tanques de almacenamiento y producción deberá estar diseñada con la preinstalación correspondiente para un posible crecimiento de, al menos, un 50%. Con ello no solo se garantiza la idoneidad ante un posible crecimiento de la demanda, sino que la maniobrabilidad en caso de necesidad de sustitución o ampliación de los tanques existentes permita la continuidad del suministro en todo momento.
- Capacidad de almacenamiento y producción equilibradas a las necesidades. Con ello se garantiza que no existan cuellos de botella en la producción en fase líquida de los gases medicinales.
- Central de distribución de gases accesible directamente desde el exterior y lo más cerca posible del centro de gravedad del edificio, de tal manera que se garantice en condiciones nominales el suministro a los puntos más alejados.
- Capacidad de transporte interno. Se debe calcular para una simultaneidad máxima del 100% y con una previsión de sobredemanda del 50%.
- Previsión de crecimiento inusual de la demanda. En situaciones de catástrofes más o menos prolongadas en el tiempo, es necesario poder disponer de preinstalaciones suficientes para transformar en asistenciales, espacios no utilizados habitualmente como tales. Esto implica la designación de puntos de entronque estratégicamente distribuidos, con capacidad para conectar una carga determinada de forma rápida, sin llegar a comprometer el suministro en la red existente.

4.1.5 SISTEMAS CONTRAINCENDIOS

Aunque los sistemas de protección para caso de incendio en los hospitales están perfectamente reglados por la normativa y no hay lugar a demasiadas interpretaciones, sí es conveniente tener en cuenta ciertos aspectos que faciliten y garanticen la disponibilidad y fiabilidad de todos los elementos que componen la instalación contra incendios, en cualquier momento.

Por otro lado, no cabe duda de que todos ellos se deben encontrar bien mantenidos y con adaptaciones continuas a la normativa y la tecnología más innovadora y segura, suponiendo esto una prioridad absoluta por parte de los servicios de mantenimiento de los centros.

Básicamente y como complemento de lo anterior, consideramos que es conveniente tener en cuenta los siguientes aspectos como mejora en el diseño:

- Los aljibes específicos para la lucha contra incendios deben tener la posibilidad de ser conectados con los de agua potable e instalaciones, con objeto de aumentar la capacidad nominal de los mismos en caso de necesidad.
- Posibilidad de extracción subterránea para mayor autonomía. Esto no es posible siempre, pero en su caso puede garantizar una autonomía suficiente, independientemente de la red de abastecimiento municipal.
- Colaboración en fase diseño con los servicios de bomberos pertinentes para la ubicación más accesible de las bocas de incendios; así como en el mantenimiento de la accesibilidad de estas.

4.1.6 INSTALACIONES DE EQUIPAMIENTO TECNOLÓGICO

Como complemento indispensable para la asistencia sanitaria, se han de considerar los aspectos a tener en cuenta en la fase de diseño referidos a las preinstalaciones e instalaciones del equipamiento sanitario, fundamentalmente a la alta tecnología. Estos equipos requieren especificaciones muy exigentes de tipo constructivo tales como: volumen, sobrecargas de uso en suelo, condiciones de climatización o suministro eléctrico.

La evolución de la tecnología hoy en día aconseja la cautela en la previsión y diseño de los espacios a considerar, ya que cualquier nueva necesidad de implantación de un equipo de alta tecnología,

puede suponer un problema importante y en algunos casos, casi insalvable desde el punto de vista de su implantación física. Así, a la vez que la tecnología tiende a reducir las necesidades de espacio y especificaciones técnicas previas constructivas, la evolución de la misma indica una compactación de las soluciones que hacen que un mismo equipo integre diferentes técnicas: resonancia-acelerador, PET-resonancia, etc.; ello supone al mismo tiempo, un incremento de solicitudes técnicas que hacen muy complejo el proceso de diseño a futuro de las preinstalaciones y espacios a destinar.

Por otro lado, la evolución tecnológica constante no debe obviar las condiciones requeridas actualmente en tecnologías contrastadas. Así, por ejemplo, en la preinstalación de una RMN debe tenerse en cuenta el trazado de la evacuación del gas refrigerante en caso de ruptura de las condiciones de superconducción o *quench*; independientemente de si a futuro, esa RMN se sustituye por otra de tipo seca.

De forma general se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Reforzar las zonas donde se van a instalar los equipos A.T., así como las zonas de acceso y recorrido hasta su lugar definitivo. Con ello se pretende evitar la necesidad de reforzar temporalmente, con la consiguiente dificultad, ciertas zonas en uso al objeto de evitar hundimientos en los forjados, debido a la considerable relación peso/superficie de apoyo de estos equipos.
- Previsión de accesos. Al igual que en el caso anterior, la falta de previsión del acceso a la zona donde se van a ubicar definitivamente dichos equipos puede suponer tener que romper fachadas o anular instalaciones de cierta importancia en el momento de instalación o retirada de los equipos; por lo que se deben contemplar elementos desmontables y seguros en dichos accesos.
- En instalaciones de terapia metabólica, se han de tener muy en consideración las especificaciones de construcción y estanqueidad de los recorridos de las bajantes, ya que una rotura o sustitución por mal diseño, puede suponer un impacto importante en las condiciones de seguridad y salud laboral.
- Los materiales de acabados de suelos y paredes deben ser continuos, no porosos, sin juntas y fácilmente lavables. El techo debe ser continuo y estanco.

Las especificaciones técnicas concretas deben ser proporcionadas por los proveedores con suficiente antelación, tales como: blindajes, condiciones ideales de temperatura y humedad, dimensiones, accesos, altura libre, sobrecarga de uso, necesidad de salas técnicas independientemente de la necesidad a futuro, tipo de equipo de climatización (en red o autónomo), etc.

A las necesidades específicas técnicas, se han de añadir las necesarias de funcionamiento: almacenes e instalaciones auxiliares.

4.1.7 OTRAS INSTALACIONES

Además de las mencionadas anteriormente como vitales para garantizar la asistencia sanitaria, en un hospital hay una gran cantidad de instalaciones generales o específicas que son muy importantes igualmente y que, en caso de un mal funcionamiento o avería, pueden llegar a causar un grave perjuicio. Por ello es necesario considerar los siguientes aspectos en el diseño y construcción, independientemente del evidente cumplimiento de la legislación aplicable y de las buenas prácticas y experiencia acumulada.

- Transporte de personas y mercancías. Es fundamentalmente vertical, bien por aparatos elevadores o escaleras mecánicas. Hoy en día cada vez es más necesario disponer de forma clara y nítida de espacios separados en zonas limpias y sucias. Independientemente de la distribución en racks que se adopte, dependiendo de la distribución en planta del hospital, los aparatos elevadores deben estar integrados y perfectamente definidos en la zona que se les asigne; no existiendo posibilidad alguna de cruce entre ambas. La disposición y el número de equipos debe ser suficientemente bien estudiada, ya que es una de las instalaciones más complicadas de modificar a posteriori; por lo que su diseño va a condicionar prácticamente toda la vida del hospital.
- Transporte interno. El transporte de muestras fundamentalmente requiere de sistemas de transporte interno automático que en la mayoría de los casos son neumáticos o por cintas en carros. Estos sis-

temas requieren de alturas en falso techo considerables y recorridos con curvas abiertas, siendo necesario que en la fase de diseño se estudie de forma específica el recorrido, con objeto de adaptar las medidas exigidas por los proveedores que, en estos casos, son muy similares. Cualquier modificación o implementación una vez terminada la construcción, supone una actuación considerable de reforma. Asimismo, se han de tener en consideración la dotación de registros suficientes y de las dimensiones adecuadas para su mantenimiento.

- Agua sanitaria. A las consideraciones normativas y de proyecto a tener en cuenta, es necesario tener en consideración aspectos tan esenciales como la continua cloración de los depósitos y la red de distribución, así como los elementos finales. Ello conlleva la elección de los materiales más adecuados para resistir el desgaste y deterioro consecuentes. Para garantizar el adecuado mantenimiento y seguimiento de los parámetros de potabilidad y cloración necesarios, es imprescindible automatizar y monitorizar en el sistema de gestión centralizado del edificio, todos los parámetros necesarios.
- Jardinería y mobiliario externo. El coste del mantenimiento de la parcela de un hospital está en función no solo de su superficie, sino también de la solución adoptada. Fundamentalmente, aparte del alumbrado exterior, la jardinería suele suponer el coste más importante debido, entre otras razones, a elementos que requieren un continuo cuidado y consumo de agua. Por ello, es recomendable adoptar soluciones autóctonas que requieran poco gasto añadido (agua, fertilizantes, etc.).

En cuanto a la instalación del mobiliario externo, debe ser el adecuado para cubrir la demanda real del mismo, con materiales duraderos y mantenibles.

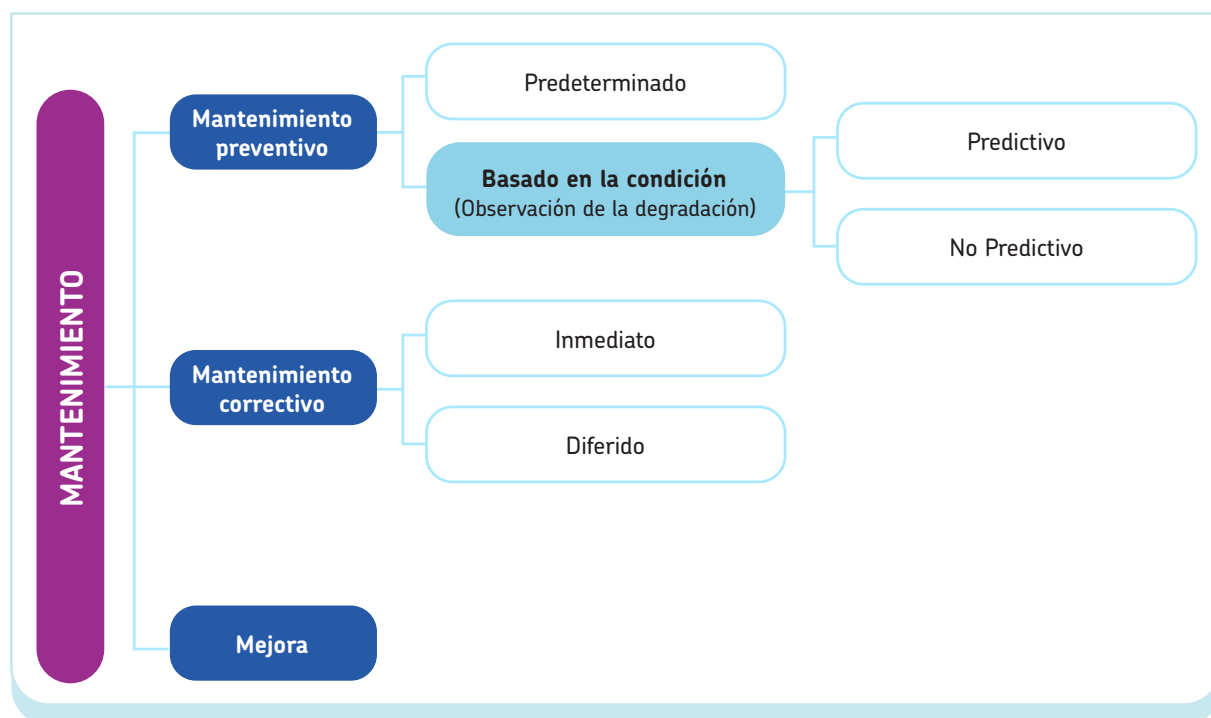
4.2 MANTENIMIENTO POR GESTIÓN Y MANTENIMIENTO ASISTIDO POR ORDENADOR

4.2.1 INTRODUCCIÓN

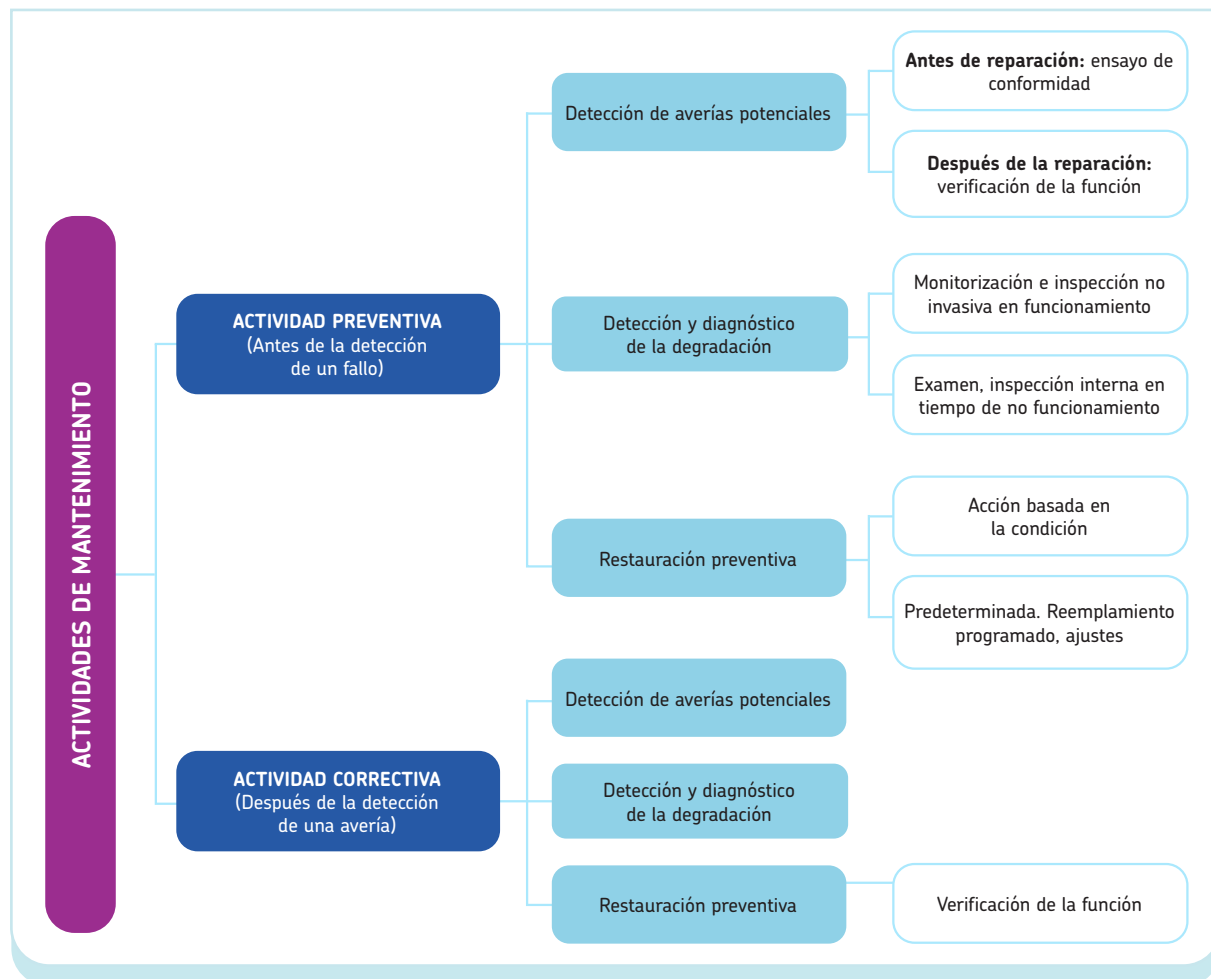
La norma UNE EN-13306 define el mantenimiento como la combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión, durante el ciclo de vida de un elemento, instalación o edificio, destinadas a conservarlo o devolverlo a un estado en el cual pueda desarrollar la función requerida (AENOR, 2018).

En los gráficos adjuntos observamos la clasificación de los distintos tipos de mantenimiento (preventivo, correctivo y mejora), así como de las actividades de mantenimiento (actividades preventivas y actividades correctivas):

Esquema 2. Clasificación en diferentes tipos de mantenimiento



Esquema 3. Clasificación en las diferentes actividades de mantenimiento



En cuanto a la **gestión del mantenimiento**, la norma nos indica que se trata de todas las actividades de la gestión que determinan los requisitos, los objetivos, las estrategias y las responsabilidades del mantenimiento y la implantación de dichas actividades por medios tales como la planificación del mantenimiento, el control de este y la mejora de las actividades de mantenimiento y las cuestiones económicas.

En la gestión del mantenimiento intervienen una gran cantidad de elementos, por lo que se hace inviable su manejo sin la ayuda de una aplicación informática. La utilización de tecnologías de la información y comunicación (TIC) en la gestión del mantenimiento se conoce como **gestión y mantenimiento asistido por ordenador (GMAO)**.

Surge por tanto la necesidad de implementación de sistemas estandarizados y con capacidad de adaptación a las singularidades de cada activo, que permitan gestionar de manera rápida y eficaz los tipos de mantenimiento, así como los recursos a utilizar para llevar a cabo la actividad con éxito.

4.2.2 BENEFICIOS Y NECESIDAD DE UTILIZACIÓN DEL SISTEMA GMAO

La implantación de un sistema **GMAO** reportará múltiples beneficios durante la vida útil de las instalaciones hospitalarias, por tanto, el sistema seleccionado debe ser capaz de cumplir con los siguientes **objetivos mínimos**:

- > Reducción de costes de mantenimiento. Con una reducción tanto en el número de mantenimientos correctivos como en el número de materiales y repuestos a utilizar.
- > Reducción de tiempos de parada y por lo tanto mayor disponibilidad de las instalaciones.
- > Mayor efectividad en el manejo de los recursos humanos asociados al mantenimiento de las instalaciones.
- > Gestión de trabajos y nivel de servicio de proveedores externos.
- > Mejora y optimización de la planificación del mantenimiento.
- > Aumento de la satisfacción del usuario.
- > Agilización y mejora de la toma de decisiones.
- > Trazabilidad de la documentación de los equipos instalados y de procedimientos preventivos, de seguridad, de medio ambiente y sanitarios.
- > Mejora en el control de las instalaciones. Mediante la obtención del histórico técnico de incidencias en las instalaciones, y de informes y análisis del mantenimiento realizado.
- > Configuración de informes maestros, cuadros de mando e indicadores tanto a nivel de gestión de mantenimiento como de análisis patrimonial relacionado con la gestión de activos.
- > Realización del inventario práctico de la red de activos, estructuración de las instalaciones en sistema, subsistema y tipo de equipo.
- > Capacidad de adaptación y flexibilidad. Integrable en sistemas ERP, SCDA's.

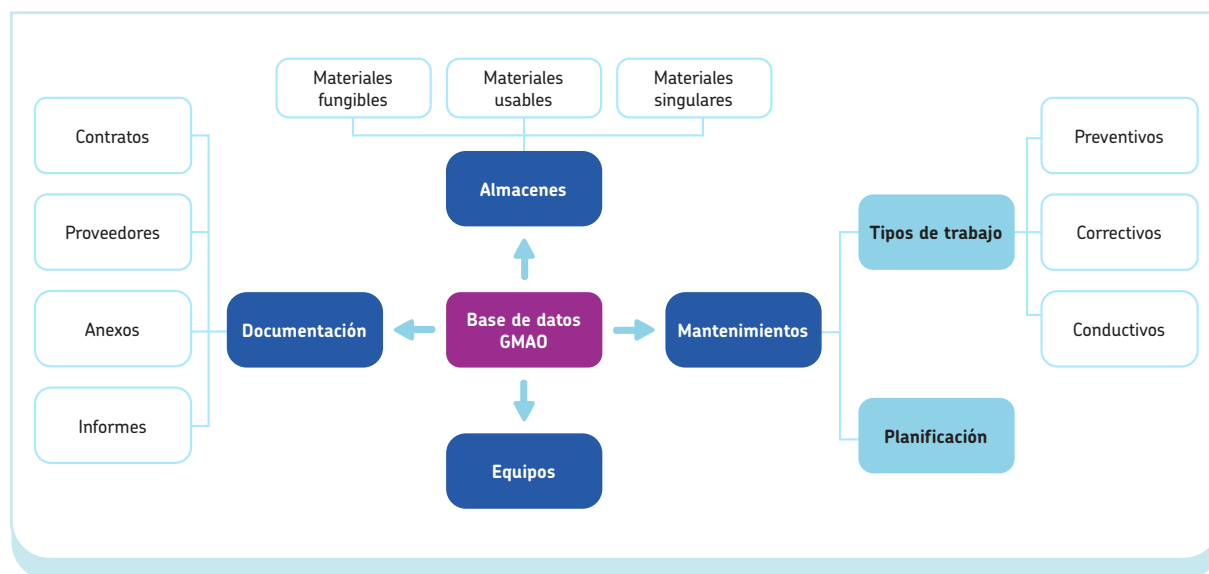
En el ámbito hospitalario, y en concreto a nivel de **instalaciones mecánicas**, cobra vital importancia la correcta planificación de las actividades preventivas que suponen, la aplicación de los protocolos preventivos, por ejemplo, a los sistemas de producción de frío y calor o a las etapas de filtrado instaladas con alto grado de distribución en los centros.

Los sistemas **GMAO** deben mejorar la anticipación a incidencias que suelen ocurrir en los cambios estacionales y contribuir a la disponibilidad de las instalaciones en ubicaciones técnicas estratégicas y/o críticas como, por ejemplo, actividad quirúrgica en bloque quirúrgico, servicios asistenciales en unidades de cuidados intensivos, tratamiento y diagnóstico en salas de equipamiento de alta tecnología; RMN, PET-CT, etc.

4.2.3 CLAVES DE LOS SISTEMAS GMAO. PROCESOS Y FUNCIONES

El núcleo de un sistema **GMAO** es su base de datos de inventario. Su arquitectura permite la interrelación de los siguientes elementos:

Esquema 4. Ejemplo de los diferentes módulos de tareas de un GMAO



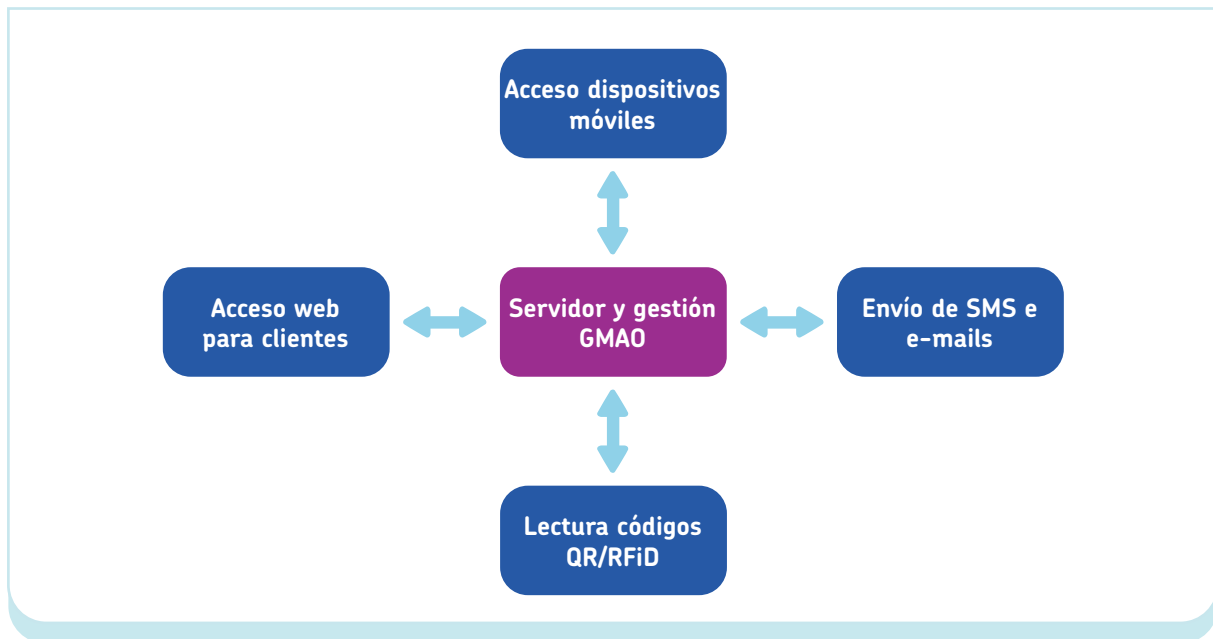
El **GMAO** debe estar basado en **tecnologías de Internet y entorno operativo web**, respetando los protocolos de seguridad informática establecidos.

Esto debe permitir a los distintos gestores y usuarios realizar un seguimiento en tiempo real tanto de las incidencias abiertas como del estado de situación de todas las órdenes de trabajo, permitir la creación de avisos sobre cualquier equipo de la instalación y extraer informes que considere de interés.

Además, debe permitir definir un número adecuado de perfiles de usuario tanto para profesionales del área de ingeniería-mantenimiento del hospital como para servicios clínicos solicitantes y poder restringir el acceso a diferentes módulos u opciones del *software*, así como poder limitar el acceso a diferentes tipos de datos que haya.

Este software debe poder albergar una base de datos de operaciones de mantenimiento de las instalaciones en función de su tipología, según criterios reglamentarios, recomendaciones de fabricante y operaciones recomendables. También debe disponer de la funcionalidad de comunicación mediante envíos de avisos vía correo electrónico y SMS.

La aplicación debe poder gestionar los almacenes y permitir el control de los recambios necesarios para el correcto mantenimiento y explotación de las instalaciones que configuran la infraestructura sanitaria. A partir de los registros diarios de los trabajos realizados por medio de las OTs y previo control de todos los albaranes de trabajo e informes de intervenciones o incidencias, la aplicación **GMAO** debe ser capaz de elaborar y emitir informes.

Esquema 5. Ejemplo de diferentes accesos de información de un GMAO

Dichos informes se deben poder presentar agrupados por diferentes criterios para la comparación, como la agrupación por instalaciones, familias de operaciones, recursos, zonas, tipos de trabajo, fechas y características generales, etc.

El **GMAO** debe disponer de un módulo de conexión con dispositivos móviles *smartphones* que permita la utilización de estos terminales como usuarios de la aplicación (consulta, creación y cierre de órdenes de trabajo).

La aplicación **GMAO** debe permitir la lectura de códigos QR o RfID que deberán vincular cada uno de los equipos del centro. Estos equipos serán etiquetados para que, al leer el código, permita a los usuarios de dispositivos móviles poder visualizar las órdenes de trabajo pendientes en ese equipo, la creación de correctivos y avisos, así como visualizar la ficha del equipo con sus características técnicas, el histórico de operaciones y documentos anexos de interés (partes de trabajo, manuales, etc.).

4.2.4 FUNCIONES BÁSICAS DE UN SISTEMA GMAO

4.2.4.1 GESTIÓN DEL INVENTARIO

El eje central del **GMAO** es el inventario de equipos e instalaciones, y en él se basan prácticamente la totalidad de las acciones que permitirá el programa. La información que deberá almacenar es un registro de los diferentes activos de instalaciones y deberá permitir el alta y baja de los mismos, estructurarlos según tipo de equipo, sistema o subsistema, y asociar los planes de mantenimiento a cada uno de ellos. Cada activo deberá contener, como mínimo, la siguiente información:

- > Número de codificación: identificación única del equipo.
- > Marca, modelo y nº serie: datos básicos del equipo.
- > Proveedor y fecha de compra.
- > Importe de compra: estudio económico del equipo en reparaciones y reposiciones futuras, así como en amortizaciones.
- > Mantenedor: personal propio o empresa externa, SAT.
- > Garantía y/o contrato de mantenimiento: establece los plazos de vigencia de la garantía, contratos de mantenimiento, contratos de renting, cesión, etc.

4.2.4.2 GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.

Contará con un registro de las diferentes tareas asociadas al mantenimiento, desde su planificación hasta su ejecución, asociando a cada actividad los recursos necesarios y la recopilación de los históricos de cada una de las intervenciones. Con los datos ingresados se alimentará la gestión estadística, el cual nos proporcionará los indicadores de gestión necesarios. Toda tarea de mantenimiento estará asociada a un activo mediante órdenes de trabajo.

4.2.4.3 GESTIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO

La principal fuente de información del programa son las órdenes de trabajo (OT). En ellas se describe qué le sucede a la instalación, cómo se ha solucionado la incidencia, cuánto tiempo han dedicado los técnicos y qué materiales se han empleado.

4.2.4.4 DATOS DE UNA ORDEN DE TRABAJO

Las órdenes de trabajo (OT) son la estructura que va a permitir el histórico de todas las acciones realizadas a cada uno de los activos de la instalación.

La norma UNE-EN 13460 la define como un documento que contiene información relativa a una operación de mantenimiento y las referencias a otros documentos necesarios para llevar a cabo el trabajo.

Como mínimo cada OT debe contener:

- > Tipo de intervención.
- > Técnico que planifica el trabajo.
- > Datos del aviso (Fecha, Activo intervenido, descripción de la incidencia).
- > Descripción de las operaciones realizadas.
- > Fecha de inicio y fin.
- > Urgencia
- > Estado de la OT.

4.2.4.5 MANTENIMIENTO PROGRAMADO

En esta sección se suelen incluir de forma general cuatro tipos de mantenimiento: preventivo, técnico-legal, conductivo y predictivo; si bien son diferentes entre sí, reciben un tratamiento similar por el *software*.

Mediante la creación, preexistencia o adaptación de planes predefinidos, se asocian intervenciones, en base al tiempo transcurrido o lecturas (ciclos de trabajo de uso del equipo), a cada uno de los activos de las instalaciones generando el plan de mantenimiento preventivo y técnico-legal.

El GMAO generará las órdenes de trabajo sistemáticas ya establecidas de forma automática con toda la información necesaria del trabajo a realizar. El sistema permitirá distribuir la carga de trabajo uniformemente.

Los mantenimientos preventivo y conductivo sirven para planificar los trabajos según rutas y permiten la definición de documentos e instrucciones para realizar los trabajos.

El mantenimiento predictivo se aplica a los activos que se les puede asociar síntomas (temperatura, vibración, presión, etc.) y presentan una degradación de estos con el tiempo. Para este tipo de mantenimiento es clave la coordinación del sistema GMAO con el sistema BMS o SCDA que nos permitirá generar tendencias de los parámetros a monitorizar.

Las órdenes se definen como tareas que son específicas para la tipología de cada equipo. Cada tarea debe incluir:

- > Descripción
- > Tipología del equipo.

- › Frecuencia (por fecha, horas de funcionamiento, etc.).
- › Gama de mantenimiento: operaciones y comprobaciones específicas a realizar sobre la instalación.
- › Herramientas y EPIS necesarias.
- › Tiempo estimado.

4.2.4.6 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Son las órdenes de trabajo que reflejan las averías producidas en los equipos. Pueden originarse a partir de avisos de los servicios asistenciales o por detección de la misma por el operario; por ejemplo, a raíz de un mantenimiento preventivo.

4.2.4.7 AVISOS

Son las comunicaciones de incidencias detectadas por los usuarios que se registran en la aplicación para que se resuelvan. Deben incluir los siguientes datos:

- › Fecha de aviso (debe ser automática).
- › Identificación del equipo o instalación afectada.
- › Breve descripción de la incidencia.
- › Urgencia asistencial (diferente a la urgencia definida por mantenimiento).

4.2.4.8 GESTIÓN DE MATERIALES/ALMACÉN

Las utilidades básicas de un módulo de almacén son las siguientes:

- › Entrada de material: hay que identificar qué material entra en el almacén, con referencia, proveedor, precio, unidades.
- › Salidas de material: se realiza a través de las OT. Cuando se registra un material en una OT, éste se descuenta del stock que hay en el almacén.
- › Alertas de stock: al alcanzar el nivel de stock que se ha definido, el programa debe lanzar un aviso para realizar un nuevo pedido.
- › Gestión de proveedores: cada referencia debe contemplar varios proveedores con diversos precios, calidades y tiempos de suministro de forma que se pueda comprar el repuesto al proveedor más adecuado en cada momento.

Resulta clave en este apartado la total integración con los sistemas ERP normalmente utilizados para la gestión de la información económico financiera, contratación, compras y logística establecido en el centro sanitario.

4.2.4.9 GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS

El módulo de recursos humanos se encarga de gestionar el personal que interviene directamente en la resolución de las órdenes de trabajo; es decir, los técnicos que realizan el mantenimiento. El **GMAO** planifica quien y cuando se realiza un trabajo asociando esta información a cada una de las órdenes de trabajo generadas:

- › Clasificar a los técnicos por grupos de especialidad.
- › Definir un calendario laboral, turnicidad y controlar su cumplimiento. Distribución de cargas de trabajo.
- › Controlar el tiempo que dedican los técnicos al mantenimiento correctivo y programado.
- › Poder gestionar de forma sencilla los niveles de usuario y sus funcionalidades.

4.2.5 PRINCIPALES PROCESOS DE UN SISTEMA GMAO

La hoja de ruta en cuanto a procesos de un sistema **GMAO** se puede traducir en los siguientes:

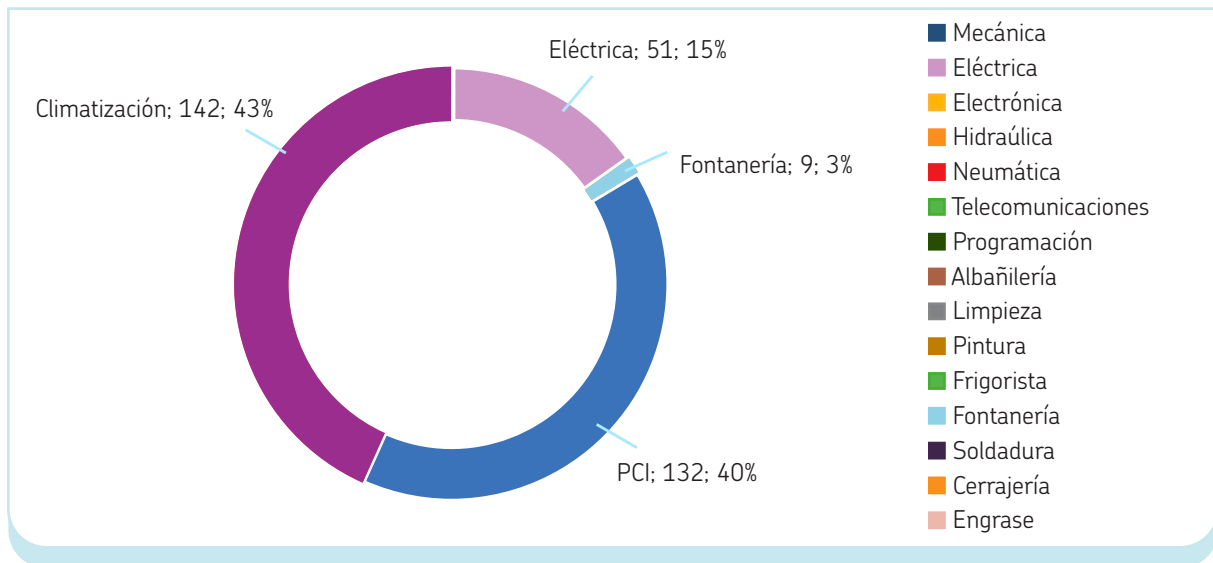
- › Creación de un **inventario** de las instalaciones.

- Creación del **plan de mantenimiento** programado basándose en la legislación vigente y recomendaciones de fabricantes. Una vez definido el inventario, se elaborarán las gamas necesarias para cada elemento de la instalación. Estas gamas se almacenarán y servirán de base para la realización de las labores de mantenimiento. Cada gama está compuesta por una serie de operaciones en función del tipo de equipo al que se aplica. Cada operación dispone, como características principales, de la duración de esta y la periodicidad de su ejecución. A partir de ellas se podrán elaborar las rutas de mantenimiento que permitan establecer el programa de mantenimiento.
 - Gestión del mantenimiento programada. En base a la planificación del mantenimiento programado, cada día el **GMAO** lanza las correspondientes órdenes de trabajo que deben realizarse y el equipo operativo asignado las ejecuta por medio de la OT correspondiente.
 - Gestión del mantenimiento correctivo. En el ámbito hospitalario, el circuito de interacción con el usuario generador de incidencias se estructurará:
 - El servicio asistencial abre avisos en entornos webs o apps.
 - El técnico evalúa el aviso y lo transforma en una orden de trabajo (OT). También le asigna un tipo de intervención (correctivo) y aporta cualquier información útil para el seguimiento; por ejemplo: a la espera de repuesto, la fecha aproximada de intervención, etc.
 - Al realizar la intervención se apoya en las diferentes funcionalidades que proporciona el **GMAO**.
1. **Módulo almacén:** el técnico registra qué materiales emplea.
 2. **Herramientas y equipos de medida:** son los comprobadores y equipos de medida que se emplean en las reparaciones y mantenimientos preventivos. Deben estar calibrados conforme especificaciones del fabricante o estándares de calidad.
 3. **Manuales técnicos:** acceso a los manuales técnicos de los equipos e instalaciones que son de aplicación.
 4. **Gamas de mantenimiento:** permiten a los técnicos realizar y registrar de manera cómoda los protocolos de revisión de los equipos.
- El técnico finaliza la OT. Indica cuántas horas ha empleado en solucionar la incidencia, describe qué ha realizado y qué material ha usado. Esto permite conocer el coste real de la intervención y establecer un histórico para futuras averías.
 - Una vez finalizada la OT, el sistema desencadenará una serie de avisos para el visto bueno de los trabajos por parte de los responsables que forman parte del servicio de ingeniería y mantenimiento, quienes la darán por cerrada o no según proceda.

4.2.6 LA GESTIÓN DE CONOCIMIENTO APLICADA A LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

La gestión del conocimiento es la gestión de los activos intangibles que generan valor para la organización. La mayoría de estos intangibles tienen que ver con procesos relacionados de una u otra forma con la captación, estructuración y transmisión del conocimiento.

El objetivo de la gestión del conocimiento es crear un conocimiento compartido, para ello es necesaria una herramienta de divulgación eficaz de modo que pueda ser utilizada como un recurso disponible para todos los miembros de la organización.

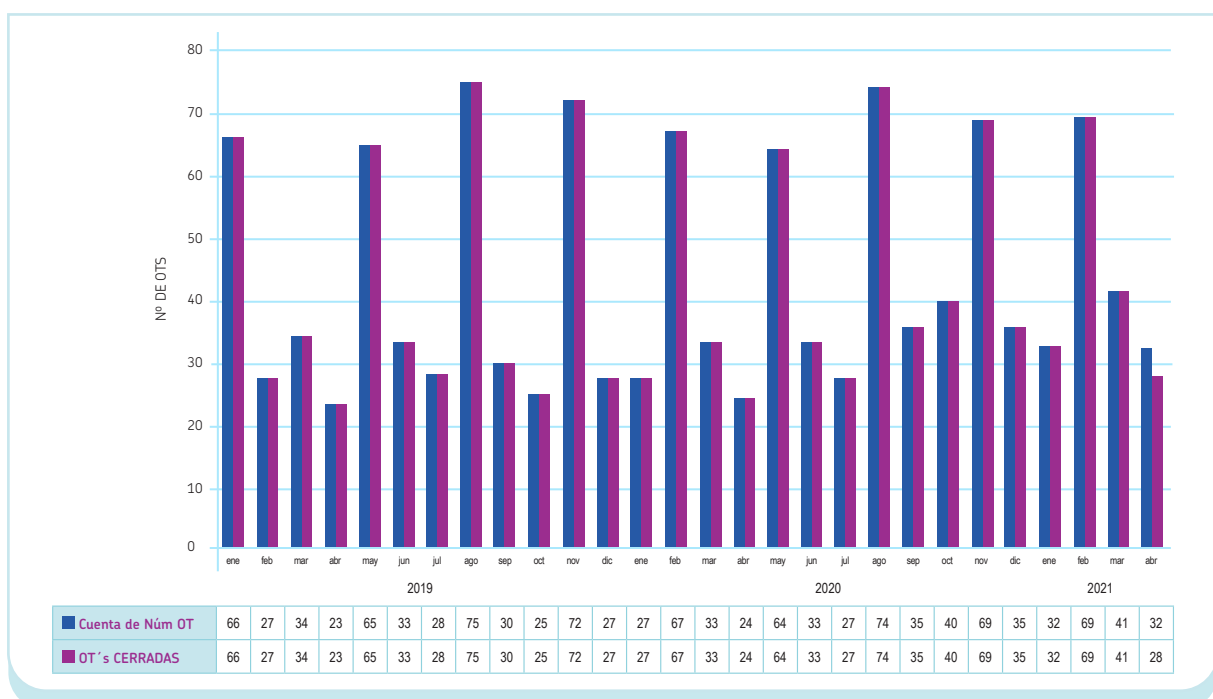
Figura 26. Ejemplo de gráfica de porcentajes de preventivos según especialidad

Fuente: Elaboración propia

La gestión del conocimiento es uno de los principales retos en las organizaciones dedicadas a la ejecución del mantenimiento, debido a la necesidad de compartir y transferir el conocimiento y la experiencia existente entre sus miembros.

El sistema **GMAO**, por su capacidad de almacenamiento de datos, y de generación de informes en un ambiente colaborativo entre todos los miembros de la organización, debe ser clave para alcanzar este objetivo.

El programa no solo debe guardar esta información, sino que tiene que permitir consultar de forma sencilla las operaciones realizadas sobre cada uno de los activos de las instalaciones. La forma de búsqueda debe ser flexible permitiendo diferentes criterios de búsqueda.

Figura 27. Ejemplo de gráfica comparativa de OT cerradas y creadas

Fuente: Elaboración propia

Se podrán realizar análisis de degradación y de fallo en los diferentes activos, como a su vez la obtención de los diferentes indicadores de gestión.

El sistema deberá contar con indicadores técnicos, económicos y organizativos recomendados por la norma europea EN-15341: Indicadores clave de rendimiento del mantenimiento. Estos indicadores son una herramienta potente que ayuda al ingeniero de mantenimiento en los siguientes parámetros:

- > Evaluar el estado del equipo, máquina o instalación.
- > Comparar rendimientos.
- > Analizar fortalezas y debilidades.
- > Fiabilidad de los equipos.
- > Planificar mejoras en las acciones (mantenibilidad).
- > Medir evolución y los cambios en el tiempo.
- > Costes
- > Inversión
- > Utilización
- > Recursos a contratar.

La frecuencia con la que se obtendrán los indicadores es independiente de la recopilación de datos. La frecuencia de la recopilación de datos se debe adaptar a la disponibilidad y tiempo requerido en la toma de datos y reactividad del sistema a las acciones tomadas.

4.2.7 IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA GMAO: PROYECTO, METODOLOGÍA Y OTROS ASPECTOS A TENER EN CUENTA.

Este apartado resulta de vital importancia y de ella depende el éxito o no del proyecto a lo largo de su vida útil.

> Origen de necesidad

De forma general, la versión de fábrica del producto a implantar requiere de ciertas adaptaciones en el *software* para su adecuación al ámbito funcional y técnico del proyecto concreto de la gerencia promotora. La empresa adjudicataria debe realizar el análisis funcional, el diseño técnico y el desarrollo de las posibles nuevas funcionalidades, adaptaciones, parametrizaciones e integraciones sobre el producto ofertado para su ajuste al alcance definido y al ámbito funcional-tecnológico del proyecto. Por tal motivo este aspecto debe estar considerado en el plan de implantación.

> Equipo de proyecto

Debe estar formado por un equipo de trabajo especializado en el desarrollo, parametrización, configuración e integración del producto, con objeto de llevar a cabo los trabajos necesarios para personalizar el sistema de información a los requerimientos de la gerencia promotora. Estará formado por jefe de proyecto y responsables técnicos.

> Plan de implantación y puesta en marcha

El plan de implantación debe quedar claramente definido mediante un cronograma a tal efecto concretando fecha de comienzo, fases y duración. Resulta de vital importancia la definición de indicadores de calidad relacionados con esta fase, así como las penalizaciones correspondientes en caso de incumplimiento.

El cronograma debe recoger hitos que sean medibles y de cumplimiento acorde a la realidad.

> Seguimiento

Se debe establecer entre el equipo de proyecto y responsable designado por parte de la gerencia del centro sanitario. Ambas partes deben revisar de forma continua el cumplimiento de los hitos establecidos en el plan de implantación.

Con la periodicidad establecida (mensual, trimestral) y en función de la envergadura del proyecto, se deben realizar comisiones de seguimiento del proyecto donde se revisará de forma pormenorizada el cumplimiento del plan y se determinarán, en acta a tal efecto, las penalizaciones por incumplimiento de los hitos marcados, si procede.

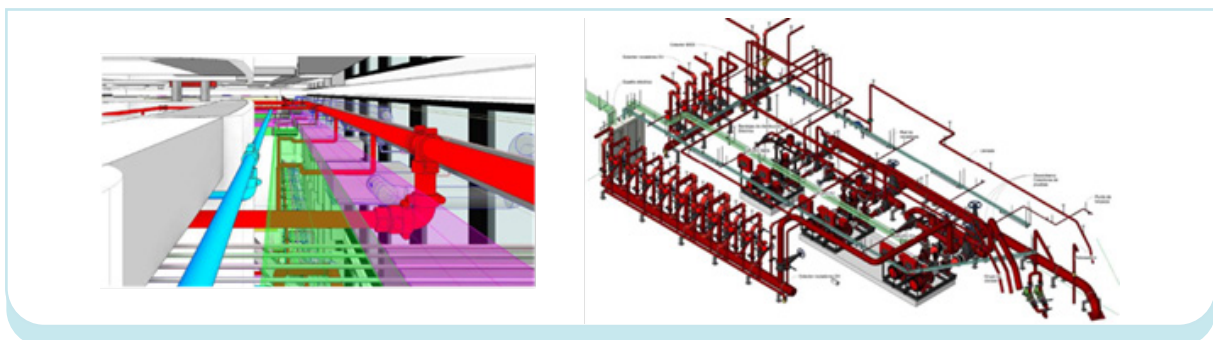
> Integraciones

Se debe tener en cuenta la integración con todos los sistemas de información del ámbito hospitalario o sistema sanitario con el que interactúe. A destacar:

- Sistema de información para la gestión económico-financiera, contratación, compras y logística.
- Sistema de gestión de personal, turnicidad y retribuciones económicas.
- Sistema de gestión de firma digital de los profesionales.
- Sistema de gestión de activos e inventario contable.
- Aplicación de estructura de inmuebles.
- Metodología BIM y SCDA's BMS.

Mención específica requiere este último apunte, referido a la comunicación entre sistemas **GMAO** y modelos **BIM**. Pese a que la dimensión 7D (gestión de ciclo de vida) de los proyectos desarrollados bajo metodologías BIM (*Facility Managements Application*) no ha alcanzado todavía su madurez, resulta interesante aprovechar el modelo como base para la generación del inventario de activos que conlleva una optimización importante de recursos y generando un proceso eficaz (IFC), así como herramienta complementaria para la gestión del conocimiento de los equipos operacionales.

Figura 28. Ejemplo de modelización en BIM de las instalaciones de un edificio



Fuente: Engie

4.3 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES HOSPITALARIAS

4.3.1 INTRODUCCIÓN

Se van a cumplir 50 años de la primera de las llamadas Cumbres de la Tierra, la de Estocolmo de 1972, y 30 de una de las más significativas, la de Río de Janeiro de 1992. El año 2020 marcó gran parte de nuestros objetivos medioambientales del último cuarto de siglo y sin embargo, se sigue estando lejos de alcanzar dichos objetivos. Continuamos retrasándonos y haciéndolos más ambiciosos.

La Ley de Cambio Climático y Transición Energética, aprobada en mayo de 2021, establece un nuevo marco normativo, mucho más rupturista y legislativo que todos los anteriores, con dos retos fundamentales e irrenunciables:

1. La reducción de emisiones de gases efecto invernadero del 23% hasta 2030 respecto a los niveles de 1990.
2. Lograr la neutralidad climática a más tardar en 2050.

Algunos de los objetivos planteados son:

- Alcanzar una penetración de energías de origen renovable en el consumo de energía final de, al menos, un 42%.
- Alcanzar un sistema eléctrico con, al menos, un 74% de generación a partir de energías de origen renovable (100% renovables para 2050).
- Supresión de los vehículos de combustión a más tardar en 2040.
- Prohibición de la explotación de hidrocarburos, fracturación hidráulica y la minería de uranio a partir de la entrada en vigor de la ley.
- Mejorar la eficiencia energética disminuyendo el consumo de energía primaria en, al menos, un 39,5% con respecto a la línea de base conforme a normativa comunitaria.

El sector de la salud, en su misión de producir cuidados sanitarios, genera residuos y huella climática debido al consumo de energía, transporte, fabricación, uso y disposición de productos.

El informe Huella Climática del Sector Salud, de Salud sin Daño (HCWH, *Health Care Without Harm*) y Arup estima que la huella climática del sector de la salud equivale al 4,5% del total de las emisiones en España. Y esta huella climática se divide en tres niveles de alcance (categorías de alcance del protocolo de gases de efecto invernadero - GHGP, *Greenhouse Gas Protocol*):

- > Las **emisiones emanadas directamente** de los establecimientos de salud constituyen el 17%.
- > Las **emisiones indirectas** provenientes de fuentes de energía comprada, como electricidad, vapor, refrigeración y calefacción representan el 12%.
- > La mayor parte de las emisiones (71%) proviene de la **cadena de suministro** del sector de la salud, es decir, de la producción, el transporte y la disposición de bienes y servicios que el sector consume, tales como productos farmacéuticos y otras sustancias químicas, alimentos y productos agrícolas, dispositivos médicos, equipos hospitalarios e instrumental.

Un 40% de la huella del sector de la salud es atribuible al consumo energético. De hecho, si se analizan los sectores productivos en origen que generan huella climática en el sector de la salud, destaca sin duda el consumo energético:

- > 40% generación y distribución de electricidad, gas y calefacción o refrigeración.
- > 13%, emisiones operacionales del sector de la salud.
- > 11% otras manufacturas (metales básicos, productos textiles y alimenticios, etc.)
- > 9% agricultura (suministro de alimentos y productos, incluyendo desde servicios gastronómicos en centros de salud al cultivo de algodón para batas quirúrgicas, etc.)
- > Otros: transporte, productos farmacéuticos, tratamiento de residuos y otras industrias primarias

Por lo tanto, las medidas de ahorro de energía pueden desempeñar un papel importante para reducir el consumo de energía y los costes energéticos en los hospitales. Dado el escenario que se presenta y el reto que supondrá adaptar las instalaciones en el entorno hospitalario para que cumplan con dichos objetivos, se hace imprescindible conocer las opciones que tenemos para ello, los modelos de negocio que podemos plantar y cómo monitorizar, medir y verificar los ahorros energéticos de la forma más precisa posible.

4.3.2 SISTEMAS DE GESTIÓN ENERGÉTICA

Un sistema de gestión energética no es única y exclusivamente una herramienta de monitorización de consumos. La herramienta es una parte fundamental del sistema, pero debemos tener claro que los objetivos de un sistema de gestión energética son:

- **Medir y analizar** los consumos y costes energéticos, así como su evolución en el tiempo.
- **Detectar** ineficiencias energéticas y **proponer** medidas de ahorro de energía.
- **Verificar** la reducción prevista en el consumo energético derivado de las medidas de ahorro energético implantadas.

A la hora de implantar un sistema de gestión energética, es muy recomendable seguir el procedimiento detallado en la **ISO 50.001: Gestión Energética**, no solo como un fin en sí mismo, sino como un medio para conseguir un fin mayor que es el ahorro de energía.

La implementación debería, como mínimo, cumplir con las siguientes fases:

1. **Crear un equipo de gestión energética** que tendrá la responsabilidad de la correcta implantación y del desarrollo efectivo del servicio.
2. **Definición de objetivo** en función de los cuales se diseñará el sistema.
3. **Definir alcances y límites** a los cuales va a aplicar el sistema.
4. **Seleccionar, dimensionar e implementar la herramienta de monitorización/gestión energética** que debe ser lo más rigurosa y adecuada a las necesidades. En este punto no hay que olvidar la importancia de la verificación del dato.
5. **Análisis energético** mediante el cual se definirán los principales indicadores energéticos y la línea base de consumos, también llamada patrón de consumos, que será la referencia con la que compararnos.
6. **Definir contenido y periodicidad de los informes de seguimiento** ya que de lo contrario habremos invertido en una herramienta que luego no utilizamos.

Una vez implementado el sistema, el seguimiento debe ser un trabajo continuo.

Figura 29. Fases de un Sistema de Gestión Energética



Fuente: Honeywell

En todo este ecosistema, sin ser lo único, ni siquiera lo más importante, todo gira y se apoya en el software de gestión energética seleccionado, el cual debe cumplir los siguientes requisitos:

- > Pensemos en un software de gestión energética, no en una simple monitorización de consumos que no permite un análisis profundo de la situación.
- > Debe ser la herramienta de nuestro experto energético, con informes que permitan el análisis energético y la búsqueda de ineficiencias energéticas.
- > Si es necesario, adicionalmente, se pueden generar un dashboard / paneles Informativos de mando más ejecutivos y visuales para seguimiento a alto nivel.
- > Si el software de gestión energética forma parte o se puede integrar con el BMS existente, permitirá el aprovechamiento de muchísima información allí contenida.
- > Debe trabajar en los 3 ejes importantes: consumo, coste y emisiones.
- > Una herramienta que permita implementar el concepto de inquilino, la definición de tarifas y genere facturas puede contribuir con el cumplimiento del Real Decreto 736/2020, por el que se regula la contabilización de consumos.

- La existencia diferentes tipos de contadores con naturaleza propia (electricidad, gas, energía calorífica, frigorífica, aire comprimido, vapor, etc.), así como la posibilidad de definir localizaciones (geográficas, plantas, edificios de un campus, plantas, etc.) o equipos (caldera, enfriadora, bomba, nos ayudará en los análisis a realizar.
- Validación y estimación de datos, generación de alarmas, exportación de datos a Excel, automatización de envío de informes, son otras de las prestaciones más importantes.

Figura 30. Pantalla con indicadores de consumo



Fuente: Honeywell

4.3.3 MEDIDA Y VERIFICACIÓN DE AHORROS

Tan importante es implantar medidas de ahorro energético, como poder medir y demostrar que dichas medidas han sido efectivas y han generado un ahorro. Y este punto tomará más importancia en los capítulos posteriores, si se opta por un contrato de garantía de ahorro con una empresa de servicios energéticos.

Un sistema de gestión energética, adecuadamente implementado y convenientemente ejecutado, no solo permite recopilar información sobre los consumos y costes energéticos, sino que genera ahorros directos derivados de la detección de ineficiencias cuya resolución no conlleva costes adicionales significativos, siendo lo habitual obtener ahorros de entre el 5% y el 15% con pequeñas rectificaciones operacionales.

“Cuando es posible medir aquello de lo que se está hablando y expresarlo numéricamente, Vd. sabe algo acerca de ello; pero si no puede medirlo, ni expresarlo numéricamente, su conocimiento es pobre e insatisfactorio.” Lord Kelvin, 1883.

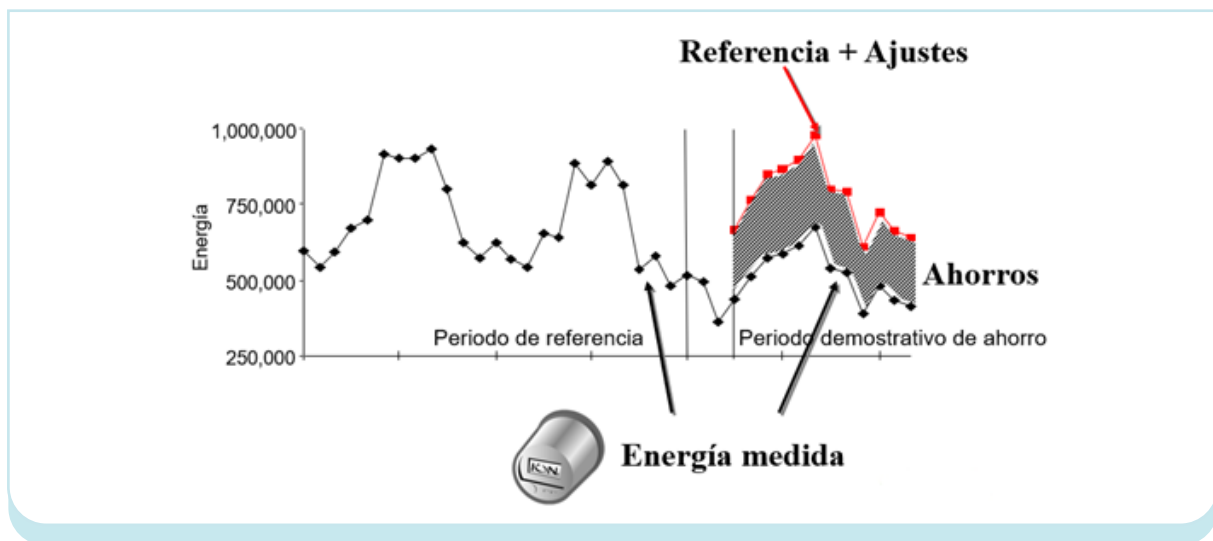
El ahorro energético es, por definición, la ausencia de consumo, y medir la ausencia de algo es altamente complejo ya que no se puede medir directamente. Sin embargo, se puede medir y cuantificar el consumo antes y después de la implantación del proyecto, de manera que se puede calcular el ahorro asociado por diferencia antes unas mismas condiciones de funcionamiento.

La simple comparación del consumo antes y después nos llevará casi con toda seguridad a un fallo importante de cálculo, ya que el contexto en el que se produce este consumo puede haber variado significativamente. Por ejemplo, en la sustitución de una caldera para calefacción, a fin de determinar el ahorro, es necesario tener en cuenta los grados días antes y después de la sustitución, ya que las

condiciones meteorológicas influyen significativamente en la demanda de calefacción y, por ende, en el consumo de combustible. Por tanto, una mera comparación de consumos antes y después, sin ajustes, daría lugar a un ahorro puramente contable, pero no reflejaría fielmente la mejora del rendimiento atribuible al nuevo equipo instalado.

El ahorro energético definido como “energía evitada” se obtiene midiendo el consumo antes y después de la implantación de un proyecto y realizando los ajustes pertinentes para reflejar los cambios en las condiciones de uso, por ejemplo, las distintas condiciones meteorológicas tal como se puede ver en la figura 31.

Figura 31. Gráfica de energía medida



Fuente: Honeywell

Existen diversos protocolos que determinan el proceso a seguir para hacer una adecuada medida y verificación, siendo el más extendido el **Protocolo Internacional de Medida y Verificación del Rendimiento** (*International Performance Measurement and Verification Protocol Efficiency Valuation Organization*).

Estos protocolos nos ayudarán a realizar el plan de medida y verificación más adecuado, de forma que se apliquen la opción u opciones más adecuadas a las distintas medidas de ahorro de energía implementadas.

4.3.4 LAS EMPRESAS DE SERVICIOS ENERGÉTICOS

La Directiva 2006/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo define la empresa de servicios energéticos (ESE) “**como una persona física o jurídica que proporciona servicios energéticos o de mejora de la eficiencia energética en las instalaciones o locales de un usuario y afronta cierto grado de riesgo económico al hacerlo. El pago de los servicios prestados se basará (en parte o totalmente) en la obtención de mejoras de la eficiencia energética y en el cumplimiento de los demás requisitos de rendimiento convenidos**”.

Según ANESE (Asociación Nacional de Empresas de Servicios Energéticos), las ESEs tienen el objetivo final de ahorrar energía, lo que deriva en un ahorro tanto económico como de emisiones de CO₂. Su actividad se centra en el diseño y puesta en marcha de proyectos que garanticen una gestión eficiente de la energía, comprometiéndose económicamente con los resultados. Además, son especialistas en monitorizar, medir y controlar el gasto energético y verificar el nivel de ahorro generado tras la puesta en marcha de cada proyecto.

Antes de la aparición de las ESEs, la realización de un proyecto donde los ahorros energéticos fueran el objetivo tenía ciertos riesgos. Los huecos entre ingeniería e instaladora, o la nula repercusión de la no obtención de ahorros sobre estas dos, solían ser causas de fracaso.

Sin embargo, con la ESE, nos encontramos con las principales ventajas:

- La ESE asume total y parcialmente el riesgo de no lograr los ahorros que ha garantizado.
- Proyecto llave en mano. La ESE gestiona todas las relaciones con ingenierías, proveedores, instaladores, simplificando las gestiones del cliente y siendo único responsable del éxito o fracaso.
- El proyecto se paga con los ahorros conseguidos, pudiéndose financiar consiguiendo así flujos de caja positivos desde el primer día.
- Impulsa el ahorro, la eficiencia energética y la modernización de las instalaciones.

4.3.5 MODELOS DE CONTRATOS DE GARANTÍA DE AHORRO

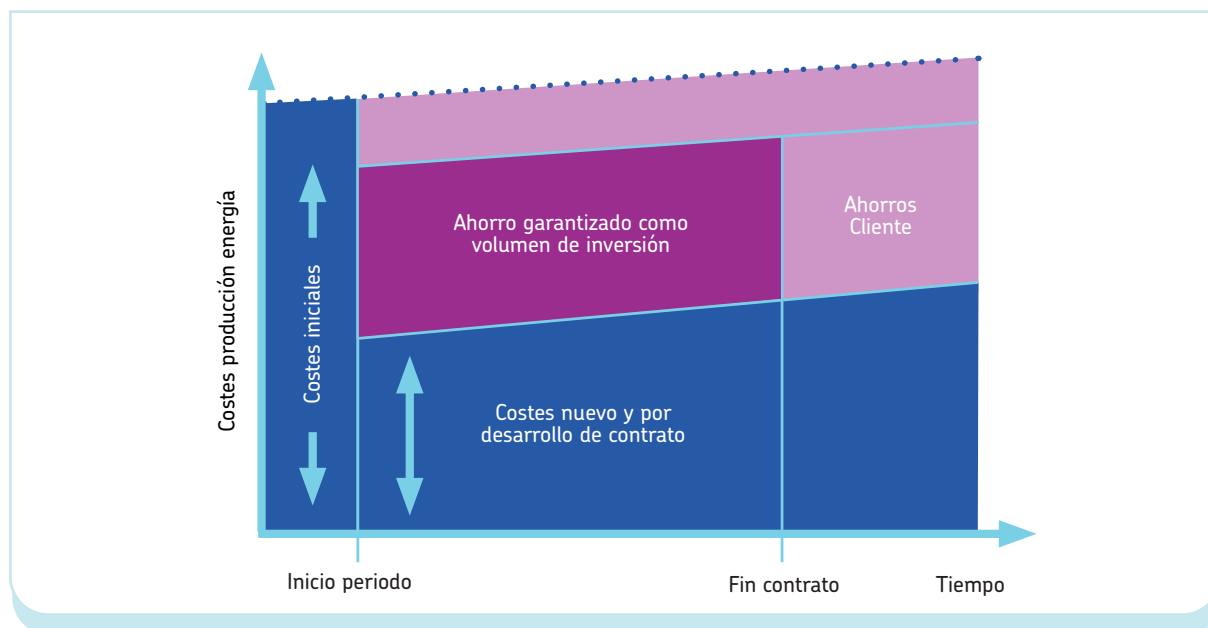
4.3.5.1 ¿QUÉ ES UN CONTRATO DE GARANTÍA DE AHORRO?

La Unión Europea ha apostado de forma clara a favor de la utilización de los contratos de garantía de ahorro o EPC (*Energy Performance Contracting*) para impulsar la mejora del parque edificatorio tanto público como privado, como se recoge en la Directiva de Eficiencia Energética revisada en 2018, en la que se reconoce que hay que eliminar obstáculos para facilitar la inversión en medidas de eficiencia energética y facilitar la adopción de los EPCs.

De entre las muchas y diversas definiciones del contrato de garantía de ahorro, quizá la más amplia y general es la de la EVO (*Efficiency Valuation Organization*), según la cual un EPC es un acuerdo entre dos o más partes en el que el pago se basa en el logro de resultados específicos, tales como la reducción del coste energético o el retorno de la inversión dentro de un periodo determinado.

Dicho de otra forma, es un contrato en el que el ahorro energético, en general a medio o largo plazo, sirva para recuperar la inversión realizada y donde la empresa de servicios energéticos asuma un riesgo técnico respecto a la consecución del ahorro.

Si bien se pueden utilizar en nuevas construcciones, habitualmente los EPC se utilizan para renovar instalaciones técnicas de edificios existentes, de manera que puedan mejorar de forma significativa su eficiencia energética con una garantía de ahorro por parte del contratista, y para ello es fundamental tener una referencia de consumos sobre los que evaluar dicho ahorro.

Figura 32. Ilustración del funcionamiento de un EPC

Fuente: Clean Energy Solutions Center

La duración del contrato suele venir marcada por el plazo de retorno de la inversión necesaria para implantar las mejoras. En el sector público, donde gobiernos y administraciones tienen un papel ejemplificador, se tiende a plazos largos de entre 8 y 25 años, mientras que el sector privado por su propia naturaleza acostumbra por contrataciones de entre 3 y 7 años. Obviamente a mayor plazo, más medidas de ahorro energético se podrán implantar redundando en un mayor ahorro energético y reducción de emisiones de CO₂.

4.3.5.2 FINANCIACIÓN Y TRATAMIENTO CONTABLE

Pese a lo comúnmente interpretado en España, un contrato de garantía de ahorro no incluye necesariamente la financiación de la inversión necesaria para implantar las mejoras. Lo sustancial a la hora de definir un EPC es si hay una garantía efectiva y sostenida en el tiempo del ahorro energético resultado de la implantación de las mejoras, con independencia de quien financie la inversión vinculada.

Dicho esto, lo más común en el sector público es que sea la empresa de servicios energéticos (ESE) quien financie el proyecto, de tal forma que el contrato no requiera inversión inicial alguna por parte de la administración, siendo los ahorros generados los que pagan a la ESE proporcionando a la administración un flujo de caja positivo desde el primer año de vida del contrato.

Los cambios sobre el tratamiento contable de este tipo de proyectos, impulsados por EUROSTAT en 2018, han supuesto un cambio muy importante para las administraciones públicas. La novedad consiste en que, bajo ciertas condiciones, las administraciones pueden computar los activos derivados de un EPC fuera de sus balances, en el balance de la ESE o de la entidad financiera, no generando por lo tanto deuda computable a la administración correspondiente.

Esto desbloquea muchos proyectos dado que la creación de deuda en el entorno público ha estado muy limitada en los últimos años, diversos entes autonómicos ya están utilizando esta herramienta para la renovación energética de hospitales y otros edificios públicos.

4.3.5.3 MODELOS DE CONTRATOS DE GARANTÍA DE AHORRO

No es sencillo clasificar los distintos modelos de contratos de garantía de ahorro, podremos encontrar tantas clasificaciones como documentos consultemos, unos incluyen financiación, otros los

servicios de mantenimiento, en otros el suministro energético, etc.

En este apartado, vamos a tratar de extraer servicios adicionales o complementarios, muchas veces necesarios, como la financiación o el mantenimiento, para centrarnos en una clasificación conceptualmente simple y sencilla.

Podemos hablar, básicamente de dos tipos de contratos:

1. Contrato de suministro energético (ESC, *Energy Supply Contracting*).
2. Contrato de rendimiento energético (EPC, *Energy Performance Contracting*).

➤ **Contrato de suministro energético (ESC, *Energy Supply Contracting*).**

El hospital firma con la ESE un contrato de suministro de energía a largo plazo en lugar de hacerlo con su comercializadora habitual. Normalmente se contrata energía transformada, de forma que la ESE invierte en la renovación de equipos, compra la energía consumida por dichos equipos y la vende al cliente ya transformada.

Ponemos un ejemplo para poder explicar mejor el modelo: supongamos que tenemos una sala de calderas con tecnología antigua y combustible gasoil. El hospital compra el gasoil y mantiene las calderas con recursos propios o ajenos. El proyecto ESE bajo la modalidad de ESC, consiste en que una ESE invierte en el cambio de caldera y de combustible, habitualmente adquiere el activo y es responsable del mantenimiento, pues el activo es de su propiedad, y vende la energía calorífica al hospital, quien paga un importe previamente acordado por cada kWh consumido.

Este modelo tiene una serie de ventajas, algunas de ellas son:

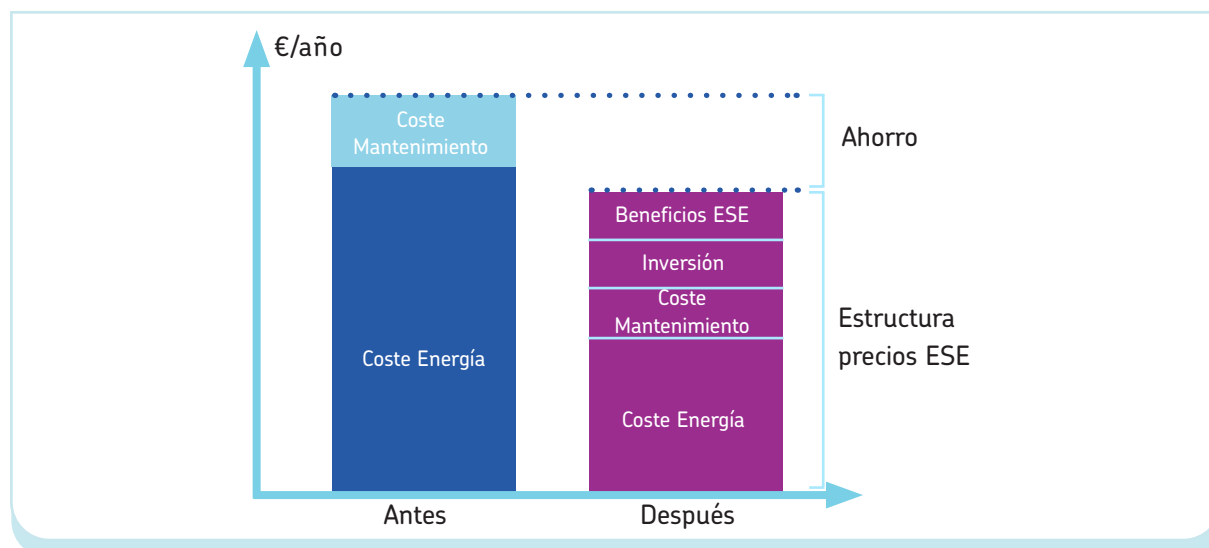
- Hay un pago proporcional al uso, no es necesaria una inversión por parte del hospital.
- Ahorro energético y económico inmediato para el hospital.
- La responsabilidad del mantenimiento y disponibilidad del activo es de la ESE.

Y también algunos de los inconvenientes:

- Se mejora el rendimiento del sistema, pero no se disminuye la demanda.
- Se establece una base anual de consumo, aunque se consuma menos se debe abonar esa base.
- Suelen ser contratos de larga duración.

El beneficio para el hospital está en el precio de compra de la energía, que le genera un ahorro directo. Para la ESE la optimización del sistema le permite pagar la inversión y obtener un beneficio.

Figura 33. Composición de precios antes y después de un ESC



Fuente: Honeywell

> Contrato de rendimiento energético (EPC, *Energy Performance Contracting*).

Si bien los contratos ESC se limitan al suministro de energía al hospital, en el contrato EPC la ESE se compromete con el hospital a obtener un ahorro energético mediante la implementación de medidas de ahorro y eficiencia energética.

En el mismo ejemplo visto anteriormente, en un EPC la ESE propondría varias medidas para el ahorro energético, estudiaría en primer lugar como reducir la demanda, y posteriormente las actuaciones de mejora sobre la producción de calor y el combustible a utilizar.

Estos modelos pueden incluir o no, financiación y/o servicios de mantenimiento. Habitualmente la compra de energía a la comercializadora, gas en nuestro ejemplo, sigue siendo realizada por la propiedad.

Es un modelo más similar a los proyectos tradicionales desde el punto de vista que el beneficio de la ESE es vender un proyecto de ahorro de energía al hospital, y garantiza el resultado condicionando el cobro del proyecto a la obtención del objetivo.

El EPC a su vez tiene dos derivadas:

- Ahorros garantizados

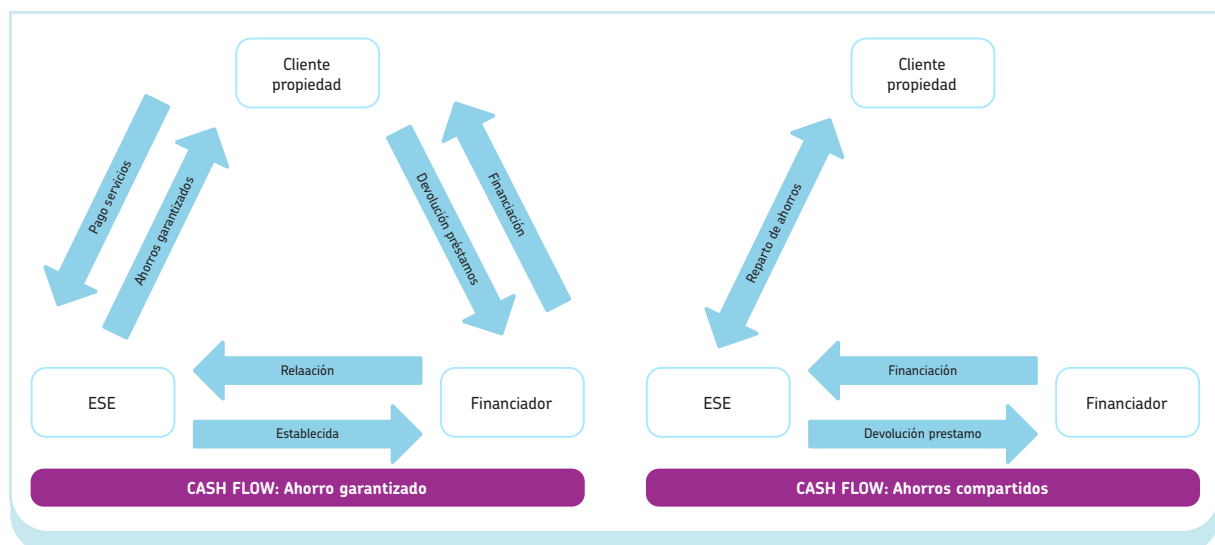
La ESE garantiza los ahorros mínimos que se obtendrán por la implantación del proyecto en la edificación y a cambio recibe una cuantía previamente establecida en concepto de implantación del proyecto.

Si los ahorros reales que se obtienen una vez implantado el proyecto son menores de lo previsto en el contrato, la ESE se hará cargo de la diferencia. Este modelo puede incluir financiación, incluso a veces proporcionada por terceros.

- Ahorros compartidos

En este caso, la ESE recibe sus beneficios de los ahorros netos producidos en el consumo energético de la edificación, que como su nombre indica se comparten entre el hospital y ESE. En este tipo de contrato, lo habitual es que la ESE no solo asuma el riesgo operativo sino también el financiero ya que la ESE incluye la financiación.

Esquema 6. Flujos de caja en los distintos tipos de EPC



Algunas de las ventajas de este modelo son:

- > Busca ahorros tanto en disminución de demanda como en mejora de rendimiento.
- > Está más focalizado en el ahorro energético y económico, no mezcla necesariamente financiación y/o mantenimiento, siendo más flexible y transparente.

- Suelen ser contratos de menor duración.

Y también algunos de los inconvenientes:

- Requiere de conocimientos sobre medida y verificación de ahorros o externalizar a un tercero.
- Son contratos más complejos.

4.3.6 MARCO NORMATIVO SECTOR PÚBLICO. IMPLANTACIÓN EN HOSPITALES

Una vez entendidos los conceptos básicos de las empresas y de los contratos de servicios energéticos, tratemos de analizar en este apartado cómo estos modelos pueden ser llevados y cómo han sido llevados al entorno público.

Se resumirá en primer lugar la fundamentación jurídica de este tipo de pliegos públicos, y se analizarán las líneas generales de distintas licitaciones, mayormente pero no exclusivamente en entorno hospitalario.

En el segundo punto del capítulo se analizará el pliego más habitual en entorno hospitalario, y veremos algunos ejemplos.

4.3.6.1 FUNDAMENTACIÓN JURÍDICA

Desde que allá por finales de 2009 el Gobierno de España lanzara el famoso Plan 330, donde se pretendían implantar contratos de servicios energéticos en 330 edificios de la administración pública, han ido surgiendo muchos modelos de pliegos públicos.

La dificultad de elegir un contrato público de una u otra naturaleza, radica en las características fundamentales de los contratos de ahorro, a saber:

- Normalmente se trata de contratos con varios alcances, ya que suelen incluir servicios, obra y a veces suministro.
- En algunos modelos la inversión no es por cuenta de la administración.
- Cuando es un ahorro garantizado, se debe articular la potencial contraprestación de la ESE a la administración, en concepto de ahorro no conseguido, y que no siempre es fácil de contemplar.
- Prácticamente siempre hablamos de contratos de larga duración.

Muchas entidades como IDAE, ISDEFE, ANESE, ICAEN, así como diversas administraciones locales han realizado sus propios modelos de pliego público conforme con la Ley de Contratos del Sector Público (LCSP).

Siguiendo el derecho francés, podría surgir la idea de clasificar este tipo de contratos como **administrativo de servicios**, no obstante, en nuestro ordenamiento este tipo de contratos están temporalmente limitados a 4 años incluidas las prórrogas. Adicionalmente la existencia de prestaciones de diferente naturaleza tampoco lo hacen aconsejable. No obstante, la Generalitat de Catalunya ha utilizado esta naturaleza en pliegos como el licitado en 2018 para el Hospital Vall d'Hebron, el cual lo definió como de servicios de mejora de eficiencia energética y mantenimiento, con una duración de 8 años.

Hay quien descarta como opción el **contrato administrativo especial** dado que las prestaciones de este contrato de servicios energéticos no parece que tengan un objeto distinto a los contratos típicos. Pero fue también la Generalitat de Catalunya quien utilizó esta forma jurídica en pliegos como el del Archivo Nacional de Cataluña o el Centro de Alto Rendimiento, en 2013, con contenidos similares a los del Hospital Vall d'Hebron, la mejora de la eficiencia energética y el mantenimiento, también con duraciones del entorno a los 8 años.

Es cierto que los servicios energéticos que se prestan en un edificio público se podrían considerar competencia de la Administración pública, ello no debería convertir el contrato de servicios energéticos en un **contrato de servicio público**, en modalidad de concesión, ya que el alcance no es en sí mismo un servicio público, lo son las funciones que se desarrollan en el edificio objeto.

A pesar de la argumentación anterior, ISDEFE desarrolló un modelo de contrato de servicios energéticos, con gran amplitud de prestaciones y con posibilidad de larga duración. Muchos contratos de eficiencia energética para alumbrado público han tenido esta tipología.

El anteriormente mencionado Plan 330 se inició bajo la figura de **contrato de colaboración entre el sector público y el sector privado (CCPP)**, justificando la necesidad de utilizar este tipo de contrato en base a la complejidad técnica, al desconocimiento del alcance económico y a la falta de un tipo contractual adecuado dentro de la LCSP.

Se trataba de contratos con amplios alcances, donde inicialmente no estaba predeterminado ni precios de licitación ni duración del contrato, realizando la tramitación del expediente mediante diálogo competitivo, donde se valoraba la propuesta técnica – económica – financiera en su conjunto, así como el cumplimiento de los objetivos técnicos mínimos marcados.

No fue un modelo que tuviera éxito, se licitaron unos pocos edificios y apenas salió adelante algún contrato, no obstante, la figura jurídica utilizada tenía sus ventajas, fundamentalmente una licitación más abierta a las propuestas innovadoras del mercado y más justa en la valoración, no solo precio.

Otro modelo de contrato excepcionalmente utilizado ha sido el **contrato administrativo de suministro mediante arrendamiento financiero**, con diversidad de prestaciones y un corto periodo de tiempo.

Pero finalmente, ha sido el **contrato administrativo típico mixto** el que parece haberse impuesto. En primer lugar, porque por su naturaleza es pluriprestacional (suministro, servicios, obra...) también porque tiene una vigencia no prevista legalmente y por lo tanto determinada por lo que pacten las partes contratantes, lo que permitirá que se extienda en el tiempo lo suficiente como para garantizar la recuperación de la inversión.

Surge la duda al respecto de si calificarlo como mixto de suministro y servicio, de obra y suministro, o de obra y servicios, habiendo ejemplos para todos. Siendo conscientes de que en la mayoría de los casos las 3 prestaciones confluyen en este tipo de contratos, IDAE recomienda suministro y servicios, pero hospitales como el Hospital Universitario Severo Ochoa lo definieron como de obra y suministro.

4.3.6.2 IMPLANTACIÓN EN HOSPITALES

Lo más extendido en el entorno hospitalario ha sido la adopción del modelo de las 5 prestaciones (5P), formando parte del alcance, habitualmente pero no siempre, las 5.

Las mencionadas prestaciones, según define IDAE, son:

- > **Prestación P1- Gestión energética:** Gestión energética necesaria para el correcto funcionamiento de las instalaciones objeto del contrato; gestión del suministro energético de combustibles y electricidad de todo el edificio, control de calidad, cantidad y uso y garantías de aprovisionamiento.
- > **Prestación P2- Mantenimiento:** Mantenimiento preventivo para lograr el perfecto funcionamiento y limpieza de las instalaciones con todos sus componentes, así como lograr la permanencia en el tiempo del rendimiento de las instalaciones y de todos sus componentes al valor inicial.
- > **Prestación P3- Garantía total:** Reparación con sustitución de todos los elementos deteriorados en las instalaciones.
- > **Prestación P4 - Obras de mejora y renovación de las instalaciones consumidoras de energía:** Realización y financiación de obras de mejora y renovación de las instalaciones, que a propuesta de la administración titular del edificio se especifican en el pliego de condiciones técnicas.
- > **Prestación P5- Inversiones en ahorro energético y energías renovables:** Además de las prestaciones enumeradas, con este contrato se pretende promover la mejora de la eficiencia energética mediante la incorporación de equipos e instalaciones que fomenten el ahorro de energía, la eficiencia energética y la utilización de energías renovables y residuales. Estas instalaciones serán estudiadas, propuestas, ejecutadas y financiadas por el Adjudicatario mediante los ahorros o venta de energía renovable, conseguidos dentro del periodo de vigencia del contrato, y no tendrán repercusión económica sobre el presupuesto.

Contratos de gestión eficiente de la energía, como los que actualmente están en vigor en el hospital Universitario de Móstoles o en el hospital Universitario Severo Ochoa, han optado por:

- › Definirlo con naturaleza de contrato administrativo típico mixto de suministros y obras.
- › Incluir las prestaciones P1, P2, P3 y P4.
- › Elevada duración del contrato: 15 años.

Por otro lado, el Institut Català de la Salut, en el Hospital Universitario Vall d'Hebron ha optado por un contrato de mejora eficiente de la energía y mantenimiento correspondiente, con otra fórmula:

- › Definirlo con naturaleza de contrato administrativo de servicios.
- › Incluir las mejoras de la eficiencia energética y el mantenimiento de las instalaciones afectadas por el proyecto de mejora.
- › Duración del contrato más acotada: 8 años.

Mientras que el primero estaría más cerca del que hemos denominado ESC, **Energy Supply Contracting**, el segundo respondería más a un **EPC, Energy Performance Contracting**.

Ninguno de los dos modelos es drásticamente mejor que el otro, cada uno conlleva unas ventajas y unos inconvenientes, no siendo más que medios para conseguir el mismo fin: un proyecto donde los ahorros energéticos sean el objetivo fundamental e irrenunciable bajo un contrato de servicios energéticos.

4.4 GESTIÓN DE LA CALIDAD

4.4.1 CONCEPTO DE CALIDAD

El enfoque actual de calidad va más allá de buscar un estándar de producción. En la norma ISO 9000, se establecen los fundamentos de los sistemas de calidad: *“...un sistema de gestión de la calidad anima a las organizaciones a analizar los requisitos del cliente, definir los procesos que contribuyen al logro de productos aceptables para el cliente y a mantener estos procesos bajo control... puede proporcionar el marco de referencia para la mejora continua con objeto de incrementar la probabilidad de aumentar la satisfacción del cliente y de otras partes interesadas. Proporciona confianza tanto a la organización como a sus clientes, de su capacidad para proporcionar productos que satisfagan los requisitos de forma coherente”*.

Esta definición contiene muchos de los conceptos de calidad usados hoy en día. En primer lugar, se **establecen requisitos**, desde el punto de vista del cliente, con el fin de obtener productos aceptables, es decir, la definición de calidad como excelencia o bondad se transforma en adecuación a los requerimientos de una tercera parte. En segundo lugar, se plantea la gestión de la calidad a través del **control del proceso**, es decir, no se busca identificar el fallo una vez producido, sino vigilar la cadena de producción para evitarlo. A continuación, se hace mención a la **satisfacción del cliente** con el resultado obtenido, lo cual indica que, si éste no está satisfecho con el resultado, el valor añadido no está siendo reconocido. Por último, a través de la **mejora continua** se establecen mecanismos de autocontrol y de *feedback* para analizar y corregir los fallos e incorporar las soluciones al sistema.

4.4.2 IDENTIFICACIÓN DE REQUISITOS DE CALIDAD PARA LAS INSTALACIONES

La identificación de los requisitos del cliente es el primer elemento que se debe analizar. Aplicado a una instalación, está relacionado con el objeto y alcance de esta. La existencia de determinadas infraestructuras surge de la necesidad de funcionamiento de otros procesos asistenciales o de apoyo, de requisitos legales o de confort del usuario.

Una vez definido el objetivo y necesidades del cliente, se debe proceder al dimensionamiento y diseño de la instalación. En esta fase se definen las características técnicas.

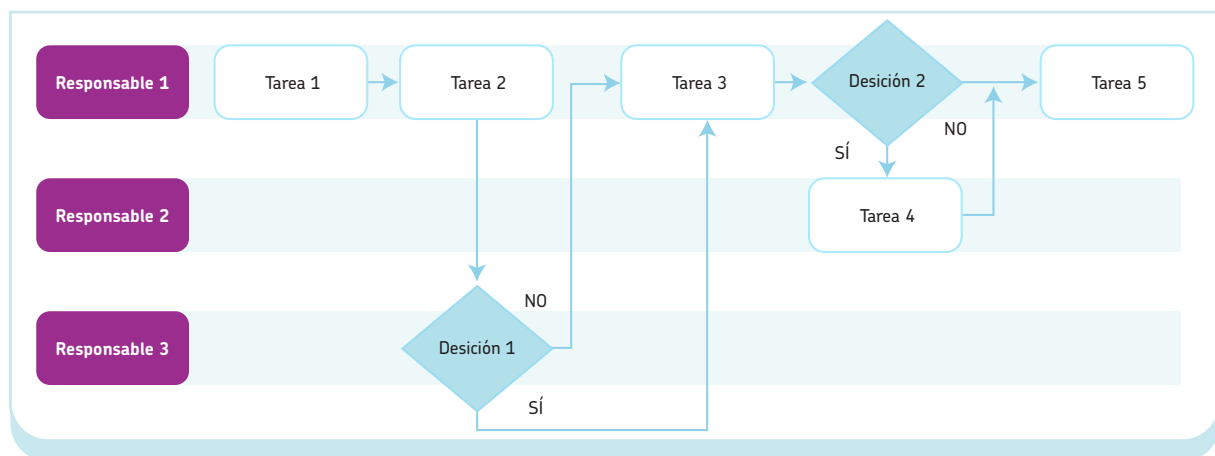
Es importante establecer en esta fase los rangos de funcionamiento y los mecanismos de ajuste, ya que las ampliaciones posteriores de dichos rangos pueden implicar elevados costes o simplemente no ser posibles. En cuanto a los mecanismos de ajuste se debe decidir si son automáticos, instantáneos, con parada del equipo, con intervención humana, etc.

4.4.3 LA GESTIÓN POR PROCESOS EN LAS INSTALACIONES

Todas las instalaciones forman parte de algún procedimiento de orden superior, ya que siempre tienen como objetivo dar servicio o apoyo a otros procesos. Según el enfoque de sistemas, un proceso consiste en la realización de un conjunto de acciones llevadas a cabo sobre unas entradas para obtener una salida mediante la aplicación de unos recursos permanentes, consumibles o humanos.

Uno de los primeros pasos para documentar un proceso es representar en un diagrama de flujo las acciones, responsables, el orden de realización y las posibles alternativas. En la siguiente figura se muestra un ejemplo.

Esquema 7. Ejemplo de diagrama de flujo



Una vez identificadas las tareas se deben decidir los mecanismos de control que se establecerán para que el resultado final sea conforme a las especificaciones. En los siguientes apartados se describen los diferentes controles y su evolución a lo largo del siglo XX.

> Inspección y muestreo del producto

El primer nivel de control es denominado inspección 100%, en el que se revisan todos los productos finales u output con el fin de identificar aquellos que contienen errores o que no cumplen con los requisitos del cliente. Si se realiza manualmente suele estar limitada por el volumen, ya que los recursos empleados pueden no compensar o superar el propio valor del producto. En el caso de instalaciones con control automatizado por sensores es posible realizar la inspección continua de determinados parámetros.

Otra forma de vigilar el producto final, sin incrementar los costes y manteniendo un nivel de inspección aceptable, es a través del control por muestreo. En este caso no se actúa sobre todos los bienes producidos, sino que se toma información de algunos lotes y a través de herramientas estadísticas se obtiene valor máximo de error. Esta forma de control se adecúa a grandes producciones o producción continua. Se puede realizar un muestreo a intervalos regulares de determinados parámetros a través de sensores o de inspecciones manuales programadas. El mantenimiento preventivo de las instalaciones es un control por muestreo con una frecuencia preestablecida.

> Aseguramiento y gestión del proceso

A pesar de la importancia del control final del producto para el cumplimiento de los requisitos del cliente, la inspección y el control por muestreo no actúa sobre la causa del fallo, sino que identifican el elemento defectuoso una vez producido. Esto tiene como implicación costes de reprocesado o desecho

adicionales e incumplimiento de especificaciones. Esta situación fue inaceptable en la industria militar, nuclear y aeronáutica en la década de 1960, ya que las consecuencias del error eran inasumibles y los costes elevados, por lo que se definieron normas de calidad con el fin de establecer estándares.

Por lo tanto, aparece la tercera forma de control denominada aseguramiento de la calidad, la cual se centra en el propio proceso con el fin de evitar el fallo. Aunque no es necesario que esté documentado bajo un estándar, es habitual que se apliquen normas realizadas por expertos que guían, sistematizan, documentan, analizan y definen procesos.

El aseguramiento del proceso en una instalación implica identificar los elementos críticos que pueden dar lugar al fallo. El diagrama de flujo facilita la identificación de estas partes y la selección de los mecanismos de control. En este caso, no se interviene únicamente sobre el ítem procesado, sino que se actúa sobre los elementos productivos humanos y materiales que actúan en el proceso. El aseguramiento puede incluir las herramientas de inspección y muestreo anteriormente descritas.

Sin embargo, todos los controles anteriores se centran en la identificación de fallo en el punto final o en estados intermedios, sin tratar de adelantarse al mismo o haciendo que el sistema mejore. En la década de 1980 surge el último escalón de control denominado gestión de la calidad, que además de asegurar el funcionamiento del proceso, propone mecanismos de análisis del fallo con el fin de mejorar el sistema.

Para la instalación hospitalaria prevenir el fallo y sus consecuencias se convierte en algo de vital importancia debido a que el elemento procesado son personas.

4.4.4 SATISFACCIÓN DEL CLIENTE

La satisfacción del cliente a la que hace referencia la definición de calidad de la norma ISO 9.000 es un mecanismo de *feedback* para confirmar que las especificaciones iniciales y el control del fallo son realmente acciones de valor añadido para el cliente final.

El concepto de cliente en una instalación puede ser muy amplio, ya que puede ir desde otros procesos asistenciales a los que da soporte, recursos humanos sanitarios, el propio paciente u otras instalaciones. En cualquier caso, la satisfacción del cliente debe entenderse como una forma asegurar que la instalación está cumpliendo con su cometido. Esta idea cobra especial importancia en el largo plazo, ya que la satisfacción o aprobación del cliente debe mantenerse independientemente de que cambien las especificaciones técnicas iniciales.

4.4.5 MEJORA CONTINUA DE LA CALIDAD EN LA GESTIÓN DE INSTALACIONES

La mejora continua es uno de los elementos clave de la definición de calidad en la actualidad. Se basa en la idea de sistemas autocontrolados que mejoran por sí mismos incorporando el conocimiento del análisis rutinario de fallos de funcionamiento, diseño o expectativas del cliente. Es una vigilancia dirigida o gestionada de todo el proceso con el fin de identificar mejoras.

Los sistemas de gestión de la calidad tienen mecanismos formales para identificación, registro, medición, documentación y análisis de las mejoras identificadas.

4.4.6 LA FUNCIÓN DE MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES Y LA GESTIÓN DE LA CALIDAD

El servicio de mantenimiento juega un papel central en la gestión de las instalaciones y del equipamiento, ya que es una función esencial que garantiza la operatividad de las diferentes infraestructuras. No se debe equiparar el mantenimiento con la gestión integral de la instalación, ya que ésta última contempla el elemento procesado, el cliente y su percepción del resultado, la mejora continua y en general cualquier aspecto que afecte a su funcionamiento a lo largo de su vida útil. Por lo tanto, el mantenimiento se puede considerar como una parte de la gestión de la instalación que interviene cuando se ha producido el fallo o haciendo que éste se produzca con menos frecuencia y sus consecuencias sean menos graves.

El servicio de mantenimiento siempre actúa sobre la instalación, es decir, máquinas, equipos, dispositivos, etc. si bien se deben tener en cuenta las interacciones del resto de recursos materiales, humanos, equipamiento de apoyo o procesos auxiliares del proceso.

En el caso de pérdidas de funcionalidad repentinas el servicio de mantenimiento actúa de forma correctiva, es decir, resuelve el problema devolviendo a la instalación a su estado normal de funcionamiento. Sin embargo, es habitual que se realicen otro tipo de actuaciones, sin que se haya producido el fallo, con el fin de comprobar su estado y/o para sustituir elementos desgastados o material fungible. El control del fallo se puede realizar según los mecanismos descritos en los apartados anteriores:

- Inspección 100%: Requiere de la supervisión de todos los elementos de la instalación. Solo se puede realizar manualmente en infraestructuras sencillas o a través de sensores para volúmenes mayores. Está relacionado con el mantenimiento predictivo, ya que se puede adelantar el fallo en etapas iniciales.
- Muestreo: Se realizan revisiones periódicas de algunos de los elementos de la instalación con el fin de reducir el fallo no previsto. Es lo que se denomina mantenimiento preventivo.
- Aseguramiento/ gestión del proceso: Se documentan las acciones realizadas y se garantiza un estándar de actuación. Se analizan los fallos producidos y se incorporan como mejoras al proceso.

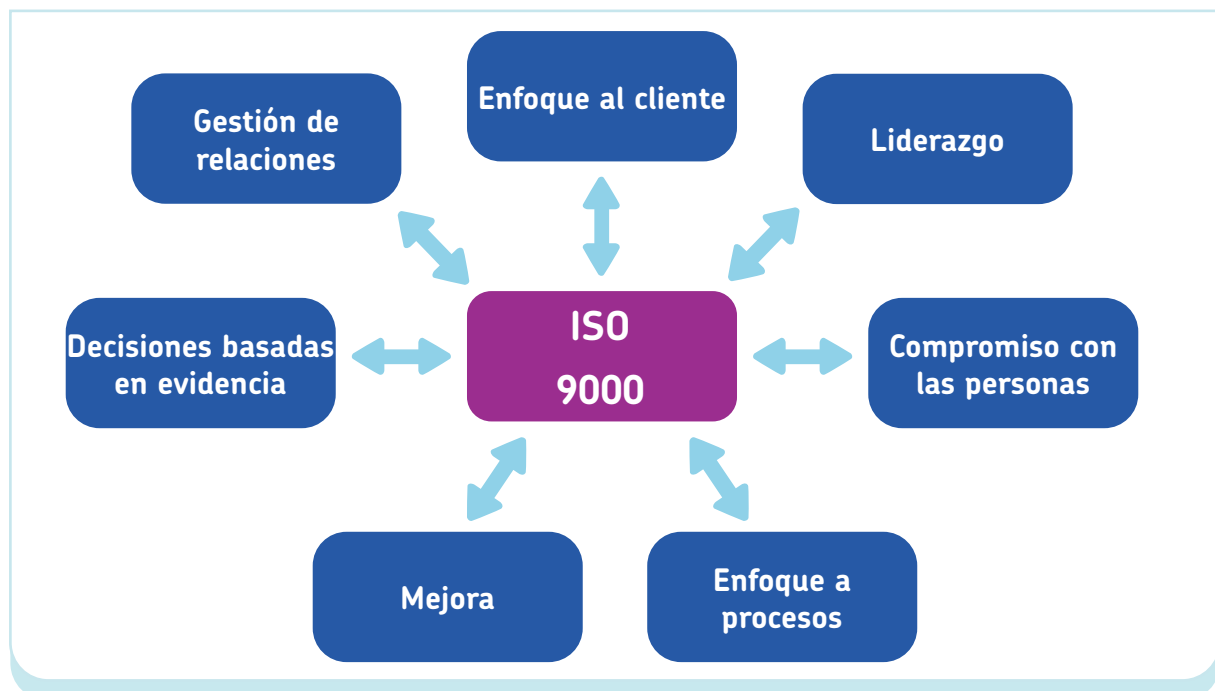
4.4.7 CASO DE ESTUDIO: ELABORACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO HOSPITALARIO EN UN SISTEMA DE GESTIÓN

4.4.7.1 FAMILIA DE NORMAS UNE-EN ISO 9000

En este caso de estudio se usará como referencia la norma UNE-EN ISO 9001, la cual establece los requisitos para un sistema de gestión de la calidad. Sin embargo, es necesario acudir a la norma UNE-EN ISO 9000 para definir los conceptos fundamentales, principios y el vocabulario de los sistemas de gestión de la calidad.

Todo sistema de gestión basado en la familia de normas ISO 9000 debe basarse en los principios mostrados en la siguiente figura:

Figura 34. Principios de gestión según la norma ISO 9000



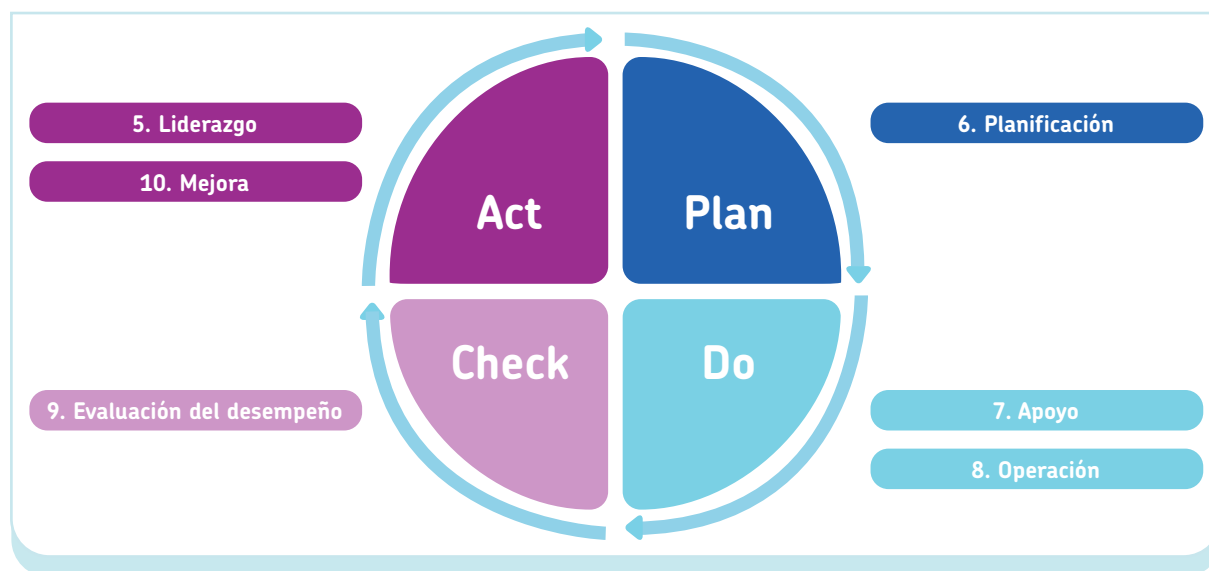
Fuente: Elaboración propia

Los requisitos de la norma y por lo tanto los sistemas de gestión basado en ella debe incluir estos conceptos. Es necesario gestionar las relaciones con las partes externas del proceso a través de sus entradas (proveedores) y salidas (cliente). Internamente se pone el foco en las personas a través de su compromiso y el liderazgo de los responsables. Todo el sistema debe basarse en el enfoque a procesos y en la mejora de estos a través de la toma de decisiones basadas en hechos registrables.

Según se indica en la UNE-EN ISO 9001 la norma “*promueve la adopción de un enfoque a procesos al desarrollar, implementar y mejorar la eficacia de un sistema de gestión de la calidad, para aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de los requisitos del cliente*”.

El contenido de la norma se basa el esquema de mejora continua o círculo de Deming, o ciclo PDCA (PHVA)

Figura 35. Círculo de mejora continua o Deming



Fuente: Elaboración propia

- > **Plan (Planificar):** Se establecen los objetivos del sistema, procesos y los recursos necesarios para dar los resultados de acuerdo con los requisitos del cliente, identificando los riesgos y las oportunidades.
- > **Do (Hacer):** Implementar lo planificado.
- > **Check (Validar):** Se realiza el seguimiento de los procesos y los productos resultantes a través de la medición. Se comprueba el cumplimiento de los objetivos y las actividades planificadas.
- > **Act (Actuar):** Análisis y toma de decisiones para mejorar el desempeño.

4.4.8 EL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD EN UN HOSPITAL

El sistema de gestión de calidad hospitalario tiene requisitos muy específicos que lo diferencian de otros sectores y que deben ser tenidas en cuenta en su diseño. Algunas de las características principales son:

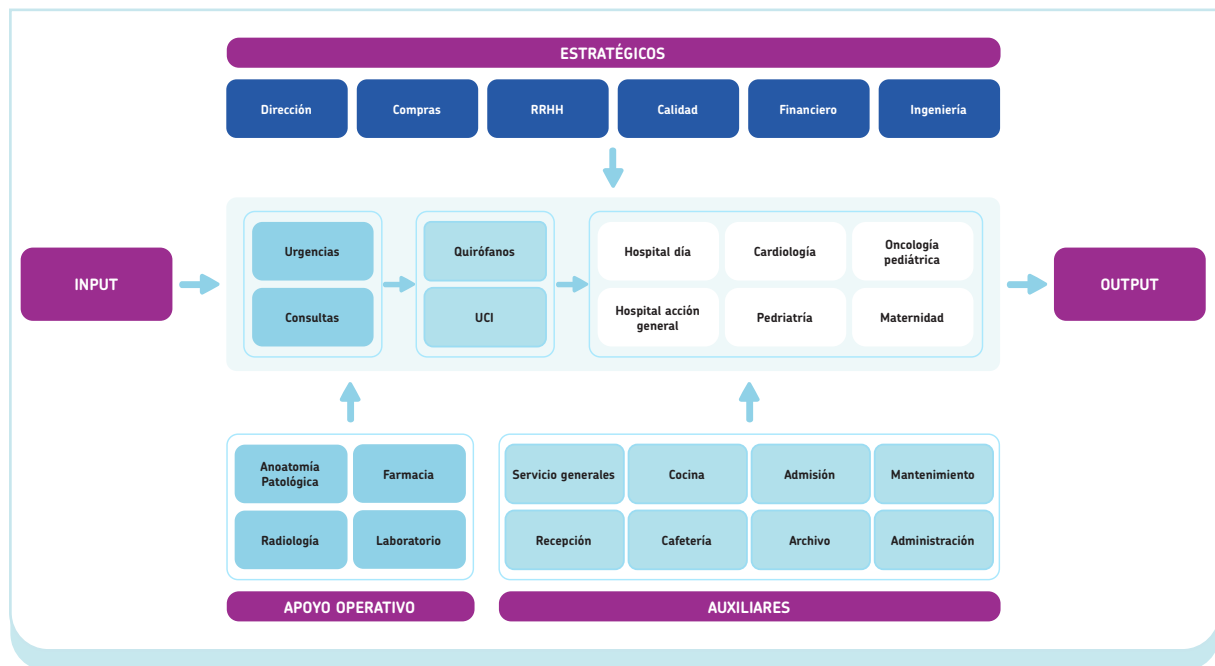
- > Sistema complejo con múltiples subsistemas muy interrelacionado.
- > Funcionamiento 24x7.
- > Uso intensivo de personal especializado.
- > Alta dependencia del suministro energético.
- > Con impacto social.
- > Alta complejidad tecnológica.
- > Gran responsabilidad con los resultados.
- > El producto procesado son personas.
- > Infraestructuras muy costosas.

> Requiere de actualización constante.

El sistema de gestión se debe considerar como un conjunto de procesos interrelacionados que tienen que cumplir con objetivos particulares y generales del sistema. Para identificar los diferentes procesos se suele utilizar una herramienta gráfica denominada mapa de procesos, donde se representan las diferentes actividades relacionadas entre sí. En este gráfico se clasifican los procedimientos como estratégicos, operativos, de apoyo y auxiliares.

En la siguiente figura se propone un mapa de procesos genérico de un hospital

Esquema 8. Ejemplo de mapa de procesos genéricos en un hospital



4.4.9 PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO HOSPITALARIO

La elaboración de un procedimiento se puede dividir en varias fases, las cuales tienen herramientas propias de diseño y aplicación. De forma general se pueden considerar las siguientes fases:

1. Entradas/ salidas: Entradas y salidas del proceso (pueden ser varias).

- Metodología: Listado de entradas y salidas

2. Tareas: Se define en detalles las acciones realizadas

- Metodología: Listado de tareas y flujograma del proceso

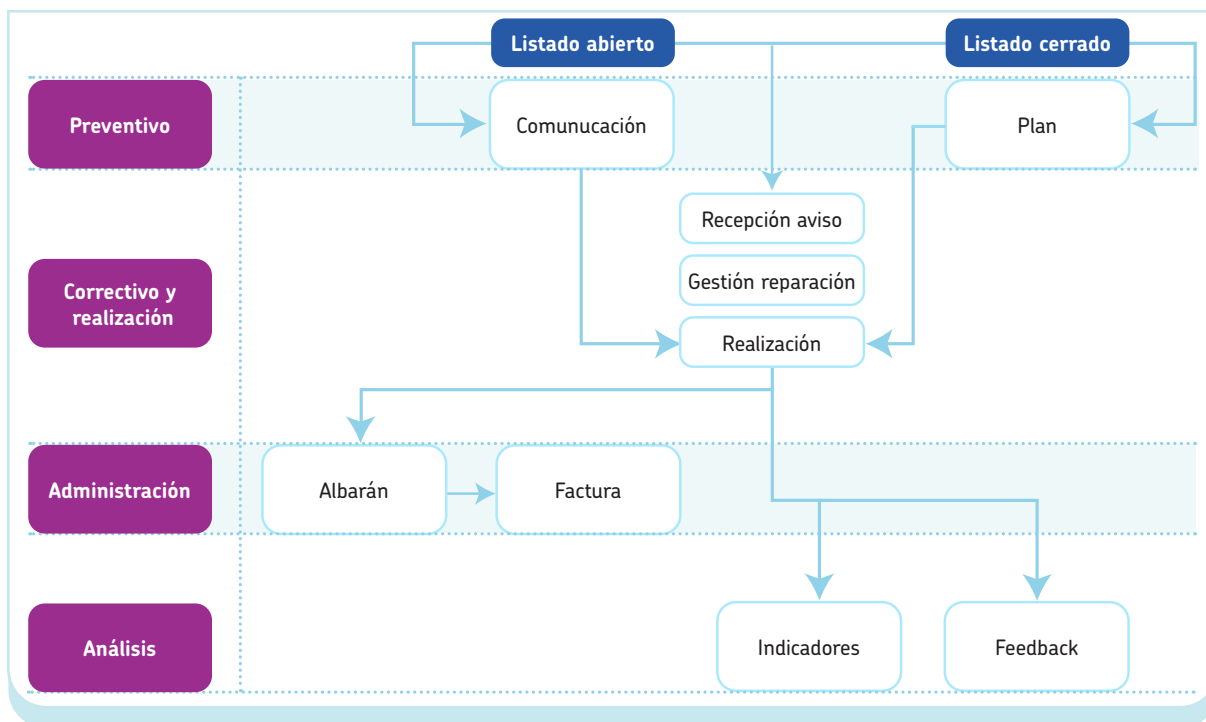
Esquema 9. Esquema para la elaboración de un procedimiento



3. Relación entre tareas: Se definen las relaciones entre las acciones del proceso.

- Metodología: Flujograma del proceso

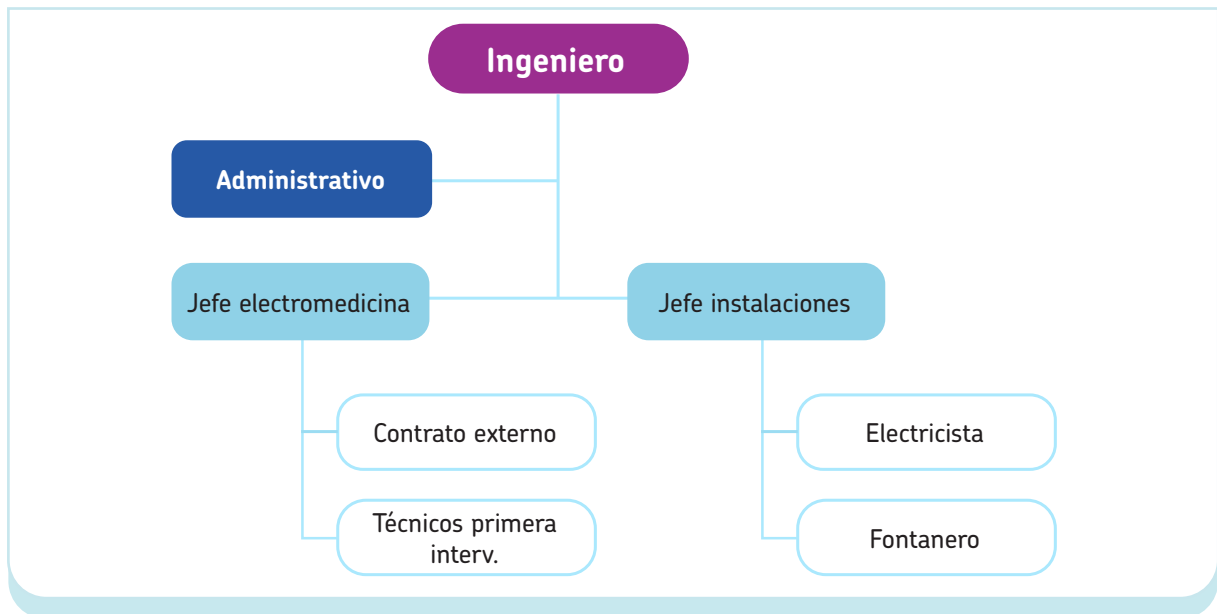
Esquema 10. Ejemplo de flujograma de un proceso de mantenimiento



4. Responsables: Se identifican los responsables de realización de las tareas

- Metodología: Organigrama de departamento

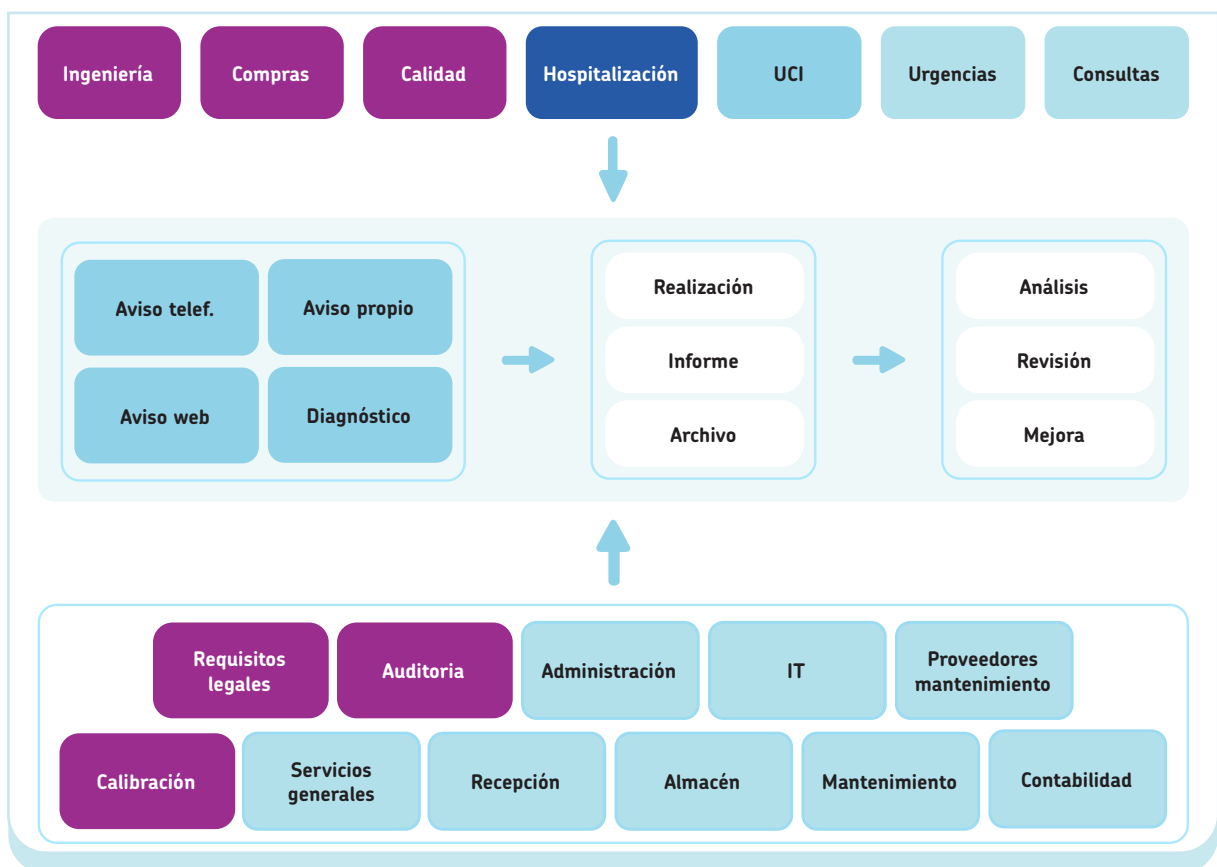
Esquema 11. Ejemplo de un organigrama de un servicio de mantenimiento de un hospital



5. Relaciones con otros procesos: Se identifican los procesos relacionados

- Metodología: Mapa de procesos con relación directa

Esquema 12. Ejemplo de un mapa de procesos con relación directa en un hospital



6. Procedimiento: Es el documento que recoge toda la información anterior.

- Metodología: Redacción de un documento con toda la información.

Figura 36. Ejemplo de índice de un documento de procedimientos. **Fuente:** Elaboración propia

Índice del procedimiento	
1	Objeto
2	Alcance
3	Documentación de referencia
4	Mantenimiento
4.1	Proceso de mantenimiento preventivo
4.1.1	> Plan de mantenimiento preventivo
4.1.2	> Materiales
4.1.3	> Registros
4.1.4	> Informe
4.2	Proceso de mantenimiento correctivo
4.2.1	> Aviso de avería
4.2.2	> Diagnóstico
4.2.3	> Materiales
4.2.4	> Registros
4.2.5	> Informe
5	Análisis de datos
6	Gestión de recursos
7	No conformidades
8	Responsabilidades
9	Registros

5. LEGISLACIÓN

5.1 ELECTRICIDAD

- > Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09. Aprobado por Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero. B.O.E. de 27-12-68.
- > Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23
- > Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT. Aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto. B.O.E. de 18-09-2002.
- > Actas de Reunión del Grupo de Trabajo para el seguimiento de aplicación del REBT (R.D. 842/2002) y Orden 9344/2003 de la Comunidad de Madrid celebradas en la DGIEM.
- > Disposición adicional octava de la Ley 40/1994, de 30 de diciembre, de Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional. B.O.E. de 31-12-94.
- > Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que **se regulan las actividades** de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica. B.O.E. de 27-12-2000.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los organismos Públicos afectados. B.O.E. de 21-06-2001.
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico. B.O.E. de 28-11-1997.
- Código Técnico de la Edificación CTE. Aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. B.O.E. de 28-03-2006.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. B.O.E. de 26-05-2007.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones.

5.2 CLIMATIZACIÓN

La instalación de climatización en hospitales se encuentra recogida en la normativa, a través del Código Técnico de la Edificación (CTE), RD 314/2006. El Código Técnico es el marco normativo que regula las exigencias básicas de calidad de los edificios y sus instalaciones, para que se justifiquen los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad de la edificación indicados en la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación (LOE).

Dentro del CTE, la instalación de climatización se encuentra recogida dentro de la exigencia básica de ahorro de energía HE, y a su vez en el HE2, “Condiciones de las instalaciones térmicas”, que nos dirige a su vez al Reglamento de las Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

El RITE incluye, en su ámbito de aplicación, aquellas instalaciones fijas de climatización (calefacción, refrigeración y ventilación) y producción de agua caliente sanitaria, destinadas a atender la demanda de bienestar e higiene de las personas y para conseguir un uso racional de la energía.

En los edificios existentes los afecta en cuanto a su mantenimiento, uso e inspección, y en la reforma de los mismos, que estén comprendidas en alguno de los siguientes casos:

- Incorporación de nuevos subsistemas de climatización o modificación de existentes.
- Sustitución de los equipos de generación de calor o frío existentes, por otro de diferentes características o ampliación de los mismos
- Cambio del tipo de energía utilizada.
- Cambio de uso previsto del edificio.

El RITE, tiene cuatro instrucciones técnicas:

- IT1- Diseño y dimensionado
- IT2- Montaje
- IT3- Mantenimiento y uso
- IT4- Inspección

La IT1, en su apartado IT.1.1.4.2. Exigencia de calidad de aire interior, nos remite a la UNE 100713 “Instalaciones de acondicionamiento de aire en hospitales” que es realmente la normativa exigible en cuanto a condiciones de diseño en hospitales.

Por otro lado, existentes otras normativas exigibles en cuanto a las instalaciones de climatización y relacionadas con hospitales:

- UNE-EN ISO 14644: Salas limpias y locales anexos.
- Real Decreto 56/2016, relativa a eficiencia energética, en lo relativo a auditorías energéticas.
- Real Decreto 390/2021, de 1 de junio, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.
- Decreto 10/2014, por el que se aprueba el procedimiento para llevar a cabo las Inspecciones de Eficiencia Energética de la Comunidad de Madrid. (Exigibles a partir de la IT4 del RITE)

5.3 GASES MEDICINALES

La normativa que aplica a los gases medicinales y por la que quedan definidos y regulados es principalmente:

- Real Decreto 1800/2003, de 26 de diciembre, por el que se regulan los gases medicinales.
- Real Decreto 1345/2007, de 11 de octubre, por el que se regula el procedimiento de autorización, registro y condiciones de dispensación de los medicamentos de uso humano fabricados industrialmente.
- Real Decreto 1/2015, de 24 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de garantías y uso racional de los medicamentos y productos sanitarios.

El suministro canalizado de los gases medicinales a los pacientes se realiza mediante los sistemas de distribución de gases medicinales, los cuales ejercen de envases y acondicionan el gas a las condiciones físicas necesarias para su inhalación por parte del paciente previa prescripción médica.

En este proceso de almacenamiento y dispensación, el envase de los gases medicinales medicamento son tanques criogénicos, evaporadores, cuadros de regulación mediante manorreductores, canalizaciones y tomas finales. Por lo tanto, son instalaciones, dispositivos con un definido carácter industrial que deben, por un lado, ser materiales con un marcado CE de producto sanitario y cumplir las normas europeas vigentes y por otro, cada uno de los elementos que componen el SDGM, condicionados por los parámetros de diseño y de funcionamiento nominal, deberán satisfacer la normativa industrial que le corresponda.

Entre otras:

- UNE-EN ISO 13485:2016 “Productos sanitarios. Sistemas de gestión de la calidad- Requisitos para fines regulatorios”
Especifica los requisitos para un sistema de gestión de calidad en el que una organización necesita demostrar su capacidad para proporcionar productos sanitarios y servicios relacionados que cumplan consistentemente con los requisitos reglamentarios aplicables y del cliente.
- Real Decreto 1591/2009, de 16 de octubre por el que se regulan los productos sanitarios y sus accesorios.
Regula las garantías sanitarias y los requisitos esenciales que deben cumplir, los procedimientos para el otorgamiento de las licencias previas de funcionamiento de las instalaciones, los requisitos para la evaluación de la conformidad de los productos sanitarios y para la colocación del marcado CE, los requisitos para la puesta en el mercado y en servicio de los productos sanitarios con una finalidad especial, los requisitos y las actuaciones de los organismos notificados, el comercio intracomunitario y exterior, las investigaciones clínicas, el sistema de vigilancia, la inspección y medidas de protección de la salud y la publicidad y exhibiciones.
- UNE-EN ISO 7396-1:2016/A1:2019 “Sistemas de canalización para gases medicinales”. Parte 1. Sistemas de canalización para gases medicinales comprimidos y de vacío”.
Especifica los requisitos para el diseño, la instalación, la función, el rendimiento, las pruebas, la puesta en servicio y la documentación de los sistemas de tuberías utilizados en las instalaciones sanitarias de gases medicinales y vacío, tanto públicas como privadas. Se aplica a todas las instalaciones que brindan servicios de atención médica, independientemente del tipo, tamaño, ubicación o rango de servicios.
- UNE-EN ISO 7396-2:2007 “Sistemas de canalización para gases medicinales”. Parte 2. Sistemas finales de evacuación de gases anestésicos” (ISO 7396-2:2007)

Especifica los requisitos para el diseño, instalación, funcionamiento, rendimiento, documentación, prueba y puesta en marcha de sistemas de evacuación de gases anestésicos, para garantizar la seguridad del paciente y minimizar la exposición del operador y otras personas a los gases y vapores anestésicos. Es aplicable solo a los sistemas de eliminación destinados a ser conectados a través de unidades terminales EGA. También se aplica a extensiones de los sistemas existentes de eliminación, modificación de los sistemas existentes de eliminación y modificaciones o reemplazo de dispositivos de potencia.

- UNE-EN ISO 10524-1:2019 “Reguladores de presión para la utilización de gases medicinales”. Parte 1. Reguladores de presión y reguladores de presión con caudalímetro. (ISO 10524-1:2018)

Especifica los requisitos del diseño, de construcción, de los ensayos de tipo, y del mercado para los reguladores de presión previstos para la administración de gases medicinales y sus mezclas en el tratamiento, gestión, evaluación diagnóstica y cuidado de pacientes o para gases utilizados como potencia motriz de instrumentos quirúrgicos.
- UNE-EN ISO 10524-2:2019 “Reguladores de presión para la utilización de gases medicinales”. Parte 2. Reguladores de presión para colector y de línea. (ISO 10524-2: 2018)

Especifica los requisitos de diseño, de construcción, de los ensayos de tipo, y del mercado para los reguladores de presión para colector y los reguladores de presión de línea previstos para utilización en sistemas de canalización de gases medicinales.
- UNE-EN 13348 “Cobre y aleaciones de cobre. Tubos redondos de cobre, sin soldadura, para gases medicinales o vacío”

Especifica los requisitos, el muestreo, los métodos de ensayo y las condiciones de suministro para tubos de cobre. Es aplicable a los tubos redondos de cobre sin soldadura que tienen un diámetro exterior desde 6mm hasta 133mm inclusive, para sistemas de tuberías que se emplean para sistemas sometidos al vacío y para la distribución de los gases medicinales previstos para utilizarse a presiones de servicio de hasta 2.000 kPa.
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre por el que se aprueba el Reglamento de Equipos a Presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- ITC MIE-AP10 del Reglamento de Aparatos a Presión: regularización de instalaciones de obligado cumplimiento de los recintos destinados a la instalación de depósitos destinados a almacenamiento y utilización de los gases criogénicos con volúmenes superiores a 450 litros e inferiores a 2.000.000 de litros de capacidad geométrica y con presión máxima de trabajo superior a 100 kPa (1 Bar) efectiva que se indica a continuación: argón; nitrógeno, anhídrido carbónico; helio, protóxido de nitrógeno, N₂O; kriptón, neón; oxígeno, xenón, etano; etileno; hidrógeno y aire.
- FD S90-155:2016 “Sistemas de distribución de gases medicinales comprimidos y de vacío”

Incluye especificaciones para el diseño de sistemas de distribución de gases medicinales: número mínimo de tomas por servicio, caudales y coeficientes de utilización asociados, dimensionamiento de tuberías y otras reglas para el cálculo de construcción, así como las especificaciones para la puesta en servicio.
- HTM-2022 “Sistemas de tuberías de gases medicinales”

Incluye especificaciones para el diseño de sistemas de distribución de gases medicinales: número mínimo de tomas por servicio, caudales y coeficientes de utilización asociados, dimensionamiento de tuberías y otras reglas para el cálculo de construcción, así como las especificaciones para la puesta en servicio.

5.4 AGUA CALIENTE SANITARIA

Medidas de ahorro energético en el agua caliente sanitaria

Real Decreto 178/2021 por el que se modifica el Real Decreto 1027/2007 – Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) – recoge los cambios correspondientes a la fase I de actualización del RITE, la cual surge de la necesidad de armonizar la legislación española con las directivas europeas en

materia de eficiencia energética, energías renovables y diseño ecológico además de unificar criterios con el Código Técnico de la Edificación modificado en el año 2019, con objeto de que los edificios de energía casi nula (EECN) sean una realidad más cercana cada día. Las normativas europeas existentes son:

- › Directiva Europea de Eficiencia Energética de Edificios (UE 2018/844)
- › Directiva Europea de Eficiencia Energética (UE 2018/2002)
- › Directiva Europea Fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables (UE 2018/2001).
- › Reglamentos de diseño ecológico (2009/125) y de etiquetado energético (UE 2017/1369)
- › Plan Nacional Integrado de Energía y Clima PNIEC 2021-2030

Se pretende mejorar la eficiencia energética mediante la reducción del consumo de energías primarias en un 39,5% en el año 2030.

5.5 SALAS ESPECIALES

5.5.1 QUIRÓFANOS

Para la regulación de los quirófanos después de finalizar la instalación y antes de la puesta en marcha, deben realizarse todas las operaciones definidas en la norma UNE-EN 12599:2014.

De forma adicional, la norma UNE 100713:2005 establece las siguientes verificaciones que deberán quedar documentadas en un protocolo de recepción:

Pruebas de recepción técnica

Las pruebas de recepción técnica deben realizarse por el ingeniero especialista.

- › Comprobación de los filtros absolutos con relación a fugas de aire y junta de estanquidad. En los filtros absolutos se debe verificar la ausencia de fugas tanto a través de su conjunto como a través de la junta de estanquidad. Para su comprobación se deben utilizar los siguientes métodos:
 - Comprobación de la ausencia de fugas a través del material filtrante antes de montar el filtro (prueba de niebla de aceite a realizar por el fabricante del filtro).
 - Comprobación de la estanquidad a través de la junta.
 - Comprobación de la ausencia de fugas de aire a través del material filtrante y de la junta de estanquidad (contaje de partículas una vez montado el filtro).
 - Durante la realización de las mediciones se debe garantizar que los resultados no pueden verse influenciados por aire no filtrado (por ejemplo, aire inducido del ambiente).
- › Comprobación del sentido del flujo de aire. La comprobación del sentido del flujo de aire que se exige, con el local cerrado, mediante la prueba de humo.

Para los locales de la zona de quirófanos, esta comprobación, además de realizarla con los caudales nominales, es necesario realizarla también con caudales de aire reducidos.

Pruebas de recepción higiénicas

Las pruebas de recepción higiénicas las debe llevar a cabo un higienista, debiendo comprender como mínimo las pruebas y análisis que se relacionan a continuación:

- › Visita de inspección de la instalación de acondicionamiento de aire y de las salas tratadas con la misma instalación (véase el capítulo B.1), conjuntamente con el ingeniero especialista.
- › Comprobaciones higiénicas de la instalación de acondicionamiento de aire en todas las zonas importantes en materia higiénica, muy particularmente en las zonas correspondientes a la clase de ambiente I. Esta verificación debe tener lugar después de las pruebas de recepción técnica, así como después de la limpieza y desinfección antes de poner el local en servicio.

Forman parte de estas verificaciones:

- > El conteo de partículas.
- > La medición de la concentración de microorganismos en el aire.
- > La comprobación de la dirección del flujo de aire.

5.6 CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS

Códigos IP

Es un sistema de codificación para indicar los grados de protección proporcionados por la envolvente contra el acceso a las partes peligrosas, contra la penetración de cuerpos sólidos extraños, contra la penetración de agua y para suministrar una información adicional unida a la referida protección.

La norma CEI 60529 establece para el segundo dígito que el equipo a ser certificado debe cumplir con alguna de las siguientes condiciones:

Tabla 21. Codificación y tipos de protección

Nivel	Protección frente a	Método de prueba	Resultados
0	Sin protección	Ninguno	El agua entrará en el equipamiento en poco tiempo
1	Goteo de agua	Se coloca el equipamiento en su lugar de trabajo habitual	No debe entrar el agua cuando se la deja caer, desde 200 mm de altura respecto del equipo, durante 10 minutos (a razón de 3-5 mm ³ por minuto)
2	Goteo de agua	Se coloca el equipamiento en su lugar de trabajo habitual	No debe entrar el agua cuando se la deja caer, durante 10 minutos (a razón de 3-5 mm ³ por minuto). Dicha prueba se realizará cuatro veces a razón de una por cada giro de 15° tanto en sentido vertical como horizontal, partiendo cada vez de la posición normal de trabajo
3	Agua nebulizada. (spray)	Se coloca el equipamiento en su lugar de trabajo habitual	No debe entrar el agua nebulizada en un ángulo de hasta 60° a derecha e izquierda de la vertical a un promedio de 11 litros por minuto y a una presión de 80-100 kN/m ² durante un tiempo que no sea menor a 5 minutos
4	Chorros de agua	Se coloca el equipamiento en su lugar de trabajo habitual	No debe entrar el agua arrojada desde cualquier ángulo a un promedio de 10 litros por minuto y a una presión de 80-100 kN/m ² durante un tiempo que no sea menor a 5 minutos
5	Chorros de agua	Se coloca el equipamiento en su lugar de trabajo habitual	No debe entrar el agua arrojada a chorro (desde cualquier ángulo) por medio de una boquilla de 6,3 mm de diámetro, a un promedio de 12,5 litros por minuto y a una presión de 30 kN/m ² durante un tiempo que no sea menor a 3 minutos y a una distancia no menor de 3 metros
6	Chorros muy potentes de agua	Se coloca el equipamiento en su lugar de trabajo habitual	No debe entrar el agua arrojada a chorros (desde cualquier ángulo) por medio de una boquilla de 12,5 mm de diámetro, a un promedio de 100 litros por minuto y a una presión de 100 kN/m ² durante no menos de 3 minutos y a una distancia que no sea menor de 3 metros
7	Inmersión completa en agua	El objeto debe soportar, sin filtración alguna, la inmersión completa a 1 metro durante 30 minutos	No debe entrar agua

8	Inmersión completa y continua en agua	El equipamiento eléctrico / electrónico debe soportar (sin filtración alguna) la inmersión completa y continua a la profundidad y durante el tiempo que especifique el fabricante del producto con el acuerdo del cliente, pero siempre que resulten condiciones más severas que las especificadas para el valor 7	No debe entrar agua
9K	Potentes chorros de agua a alta temperatura	Protegido en contra de chorros de corto alcance a alta presión y de alta temperatura	Duración de la prueba: Volumen de agua: 14–16 litros por minuto Presión: [8000–10000 kPa / 80–100 Bar] distancia de 0.1–0.15 m Temperatura del agua: 80 °C

(El nivel IPx9K es definido en el estándar alemán DIN 40050-9, y no en la CEI 60529).

Códigos IK

Se trata de un sistema de codificación para indicar el grado de protección proporcionado por la envolvente contra los impactos mecánicos nocivos, salvaguardando así los materiales o equipos en su interior.

Tabla 22. Grado de codificación en función del grado de impacto

Código IK	IK00	IK01	IK02	IK03	IK04	IK05	IK06	IK07	IK08	IK09	IK10
Energía de impacto (J)	*	0.15	0.20	0.35	0.50	0.70	1	2	5	10	20

Resistencia antirrobo

La norma DIN V ENV 1672 define seis niveles de protección:

- WK1: Los elementos tienen una protección básica contra intentos de entrar usando la fuerza física. Estos elementos solamente presentan poca protección contra palancas.
- WK2: Los elementos tienen protección contra la fuerza física y herramientas simples, como destornilladores, alicates y cuñas, durante al menos 3 minutos.
- WK3: Protección contra otras herramientas: un segundo destornillador y una palanca, durante al menos 5 minutos.
- WK4: Protección contra otro tipo de herramientas de corte y percusión como son el hacha, el escoplo, el martillo y el cincel, así como la taladradora de batería, durante al menos 10 minutos.
- WK-5: Protección contra herramientas eléctricas: taladradora, sierra eléctrica, durante al menos 15 minutos.
- WK-6: Lo mismo que WK-5 pero durante al menos 20 minutos.

Normativa de los racks de la instalación

Las medidas de los racks están estandarizadas por las normas que se describen a continuación:

- EN 60297-3-100:2009: Estructuras mecánicas para equipamiento electrónico. – Dimensiones de estructuras mecánicas de las series de 482,6 mm (19 pulgadas) – Parte 3-100. Especifica las dimensiones básicas de los paneles frontales, subracks, chasis, racks y cabinas de 482,6 mm.
- IEC 297: Dimensiones de estructuras mecánicas de las series de 482,6 mm · EIA 310-D: Racks, paneles y equipamiento asociado.
- DIN 41494: Estructuras mecánicas para equipamiento electrónico; Estructuras mecánicas para equipamientos electrónicos de las series de 482,6 mm; guía de aplicación.

6. BIBLIOGRAFÍA

- > Huella climática del sector de la salud. “Cómo contribuye el sector de la salud a la crisis climática global: oportunidades para la acción de Salud Sin Daño”. ONG Health Care Without Harm (HCWH).
- > O. A. Jaramillo. Intercambiadores de calor. Centro de Investigación en Energía. Universidad Nacional Autónoma de México 20 de noviembre de 2007.
- > Eficiencia energética de los edificios Método para el cálculo de la carga térmica de diseño Parte 3: Carga térmica de los sistemas de agua caliente sanitaria y caracterización de la demanda Módulos M8-2, M8-3.
- > Guía técnica de agua caliente sanitaria central del IDAE.
- > Luis Jiménez López. DB HS Salubridad: HS-4 Suministro de agua. Código Técnico de la Edificación.
- > UNE 100030 Prevención y control de la proliferación y diseminación de Legionella en instalaciones
- > CTE HE4 Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria.
- > UNE 18231-3 Eficiencia energética de los edificios Método para el cálculo de la carga térmica de diseño Parte 3: Carga térmica de los sistemas de agua caliente sanitaria y caracterización de la demanda Módulos M8-2, M8-3
- > Bloque Quirúrgico. Estándares y recomendaciones. MINISTERIO DE SANIDAD Y POLÍTICA SOCIAL 2009
- > UNE 100713:2005: Instalaciones de acondicionamiento de aire en hospitales.
- > UNE 171340:2020: Validación y cualificación de salas de ambiente controlado en hospitales.
- > UNE-EN ISO 14644-1: Salas limpias y locales anexos controlados. Parte 1: Clasificación de la limpieza del aire mediante la concentración de partículas.
- > UNE 100012: Higienización de sistemas de climatización.
- > HOSPITECNIA: Curso Quirófanos y otras salas blancas hospitalarias: funcionalidades, operación y características técnicas.
- > HOSPITECNIA: Curso de instalaciones en centros sanitarios
- > Castro Ruiz F, Villafruela Espina J.M., San José Alonso J.F. y Guijarro Rubio A. Manual de diseño de la climatización y ventilación de quirófanos y habitaciones en centros hospitalarios de Castilla y León.
- > “Unidades de cuidados intensivos: Estándares y recomendaciones” Ministerio de sanidad y políticas sociales.
- > Guía de Normas de Correcta Fabricación de Medicamentos de Uso Humano y Veterinario. SUBDIRECCIÓN GENERAL DE INSPECCIÓN Y CONTROL DE MEDICAMENTOS. AGENCIA ESPAÑOLA DEL MEDICAMENTO
- > MP Ascensores. Transporte Vertical. Información Técnica General. Disponible en: <https://www.arquitectosdecadiz.com/ascensores/>
- > KONE. Soluciones Kone para el Sector Sanitario. Disponible en: https://www.kone.es/Images/Soluciones%20KONE%20Sector%20Sanitario_tcm117-19035.pdf
- > Hospital Universitario de Cruces. Pliego de Prescripciones Técnicas para la Contratación del Servicio de Mantenimiento de los Aparatos Elevadores. 2012.
- > Sánchez Gámez, Isabel. Estudio del transporte vertical en un edificio de oficinas. 2013.
- > Novalbos, Juan Antonio. Cálculo de tráfico para instalaciones de ascensores. COIIM, Schindler. 2014.
- > UNE EN-13306: Terminología del Mantenimiento
- > UNE EN-15341: Mantenimiento. Indicadores Clave del Mantenimiento
- > Curso de Gestión de Mantenimiento Industrial. COIIM-Asociación Española de Mantenimiento. 2012
- > Sistemas de Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador. Vicente Macián Martínez. Universidad Politécnica de Valencia.2020
- > <https://instalacionesyeficienciaenergetica.com/aislamiento-termico-para-tuberias/>
 - Fuente: Schneider Electric: https://download.schneider-electric.com/files?p_Doc_Ref=SPD_SA-DE-5TPL8X_ES
- > Fuente: <https://blogs.salleurl.edu/en/top-rack-vs-end-row>

7. LISTA DE FIGURAS, TABLAS Y ESQUEMAS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Anillo de MT y grupos electrógenos distribuidos	16
Figura 2. Anillo de MT y central de generación en BT	17
Figura 3. Doble anillo de MT, con central de generación en MT	17
Figura 4. Ejemplo de transformador en baño de aceite (izquierda) y transformador seco (derecha)	19
Figura 5. Esquema ejemplo de cuadro principal de distribución con parte red y red-grupo	21
Figura 6. Esquema SAI doble conversión on-line en diferentes modos de funcionamiento	23
Figura 7. Tipos de iluminación directa e indirecta desde el cabecero de paciente	23
Figura 8. Ejemplo de flujo de aire en un quirófano	29
Figura 9. Diagrama de funcionamiento de una instalación todo aire	31
Figura 10. Esquema básico de distribución de gases medicinales en un hospital	41
Figura 11. Ejemplos de ahorros energéticos en función del espesor aislante y el diámetro de tubería	56
Figura 12. Ejemplo de arquitectura de alto nivel de una infraestructura TIC	62
Figura 13. Esquema básico de un sistema de protección contra incendios	68
Figura 14. Tipos de detectores comerciales	71
Figura 15. Ejemplo de pulsador de alarma	71
Figura 16. Ejemplo de BIEs	72
Figura 17. Esquema general de instalación eléctrica en quirófanos	74
Figura 18. Ejemplo de circuito de transporte neumático en un hospital	74
Figura 19. Ejemplo de diseño en el caso de ToR y EoR	96
Figura 20. Ejemplo de integración de diferentes sistemas en un único BMS	102
Figura 21. Ejemplo de arquitectura por niveles	102
Figura 22. Ejemplo de controlador local	103
Figura 23. Ejemplos de módulos de controladores locales	103
Figura 24. Ejemplo de controlador	104
Figura 25. Ejemplo de esquema de sistema mediante inteligencia artificial	105
Figura 26. Ejemplo de gráfica de porcentajes de preventivos según especialidad	121
Figura 27. Ejemplo de gráfica comparativa de OT cerradas y creadas	121
Figura 28. Ejemplo de modelización en BIM de las instalaciones de un edificio	123
Figura 29. Fases de un Sistema de Gestión Energética	125
Figura 30. Pantalla con indicadores de consumo	126
Figura 31. Gráfica de energía medida	127

Figura 32. Ilustración del funcionamiento de un EPC	129
Figura 33. Composición de precios antes y después de un ESC	130
Figura 34. Principios de gestión según la norma ISO 9000	137
Figura 35. Círculo de mejora continua o Deming	138
Figura 36. Ejemplo de índice de un documento de procedimientos	142

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Exigencias climatización de un hospital según la norma UNE 100713	27
Tabla 2. Niveles de filtración según el RITE	29
Tabla 3. SEQ Tabla * ARABIC 3: Direcciones del flujo de aire en las diferentes estancias de un quirófano	30
Tabla 4. Eficiencias y presiones según RITE en función del caudal de aire exterior	33
Tabla 5. Distancia mínima de toma de muestra	33
Tabla 6. Requerimientos y ventajas de las fuentes de suministro en función del estado del gas	45
Tabla 7. Presiones nominales en función del tipo de gas canalizado	46
Tabla 8. Relación del número de muestras en diferentes áreas según el número de camas	48
Tabla 9. Periodicidad de las inspecciones obligatorias de equipos a presión	49
Tabla 10. Relación entre diámetro de tubería y caudal recirculado de ACS: Documento de Salubridad HS4 tabla 4.4	52
Tabla 11. Especificaciones de tipos de válvulas en función del diámetro	53
Tabla 12. Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan ACS que discurren por el interior y el exterior de los edificios RITE	54
Tabla 13. Periodicidad de las revisiones de la instalación de ACS	59
Tabla 14. Nivel de riesgo en un hospital en función del volumen del local	69
Tabla 15. Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios	69
Tabla 16. Criterios para la validación de salas especiales según la UNE 171340	80
Tabla 17. Tamaño de partículas máximo admisible en función de la clasificación ISO de la sala	81
Tabla 18. Máximo nivel de ruido ambiental admisible en función del área	82
Tabla 19. Comparativa entre ascensores eléctricos e hidráulicos	90
Tabla 20. Ejemplo de costes para diferentes categorías de SAIs	94
Tabla 21. Codificación y tipos de protección	147
Tabla 22. Grado de codificación en función del grado de impacto	148

ÍNDICE DE ESQUEMAS

Esquema 1. Fuente UNE 100030. Punto 6.1.2.	58
Esquema 2. Clasificación en diferentes tipos de mantenimiento	114
Esquema 3. Clasificación en las diferentes actividades de mantenimiento	114

Esquema 4. Ejemplo de los diferentes módulos de tareas de un GMAO	116
Esquema 5. Ejemplo de diferentes accesos de información de un GMAO	117
Esquema 6. Flujos de caja en los distintos tipos de EPC.	131
Esquema 7. Ejemplo de diagrama de flujo	135
Esquema 8. Ejemplo de mapa de procesos genéricos en un hospital	139
Esquema 9. Esquema para la elaboración de un procedimiento	140
Esquema 10. Ejemplo de flujograma de un proceso de mantenimiento	140
Esquema 11. Ejemplo de un organigrama de un servicio de mantenimiento de un hospital	141
Esquema 12. Ejemplo de un mapa de procesos con relación directa en un hospital	141

