

## 12.2 Ingeniería Sanitaria y Clínica



Introducción a la gestión y el mantenimiento de las infraestructuras hospitalarias. Su importancia en la consecución de una asistencia sanitaria de calidad.

**Autor: José Carlos Fernández de Aldecoa**

*Subdirector de Ingeniería, Mantenimiento y Obras.  
Complejo Hospitalario Universitario de Canarias*

Se recomienda imprimir 2 páginas por hoja

### **Citación recomendada:**

Fernández de Aldecoa JC. Ingeniería Sanitaria y Clínica [Internet]. Madrid: Escuela Nacional de Sanidad; 2013 [consultado día mes año]. Tema 12.2. Disponible en: [direccion url del pdf.](#)



TEXTOS DE ADMINISTRACIÓN SANITARIA Y GESTIÓN CLÍNICA  
by UNED Y ESCUELA NACIONAL DE SANIDAD  
is licensed under a Creative Commons  
Reconocimiento- No comercial-Sin obra Derivada  
3.0 Unported License.



### **Resumen:**

Un gran hospital es un centro con unas infraestructuras, unas instalaciones y un equipamiento enormemente complejos, que tienen que funcionar sin fallos las 24 horas del día los 365 días del año.

El departamento de Ingeniería Sanitaria y Clínica, con su organización y recursos adecuados, es el artífice de que esto se produzca de manera imperceptible y como algo normal y habitual, para que la actividad asistencial no se vea nunca afectada

negativamente por cualquier contingencia en las infraestructuras o instalaciones o por averías de los equipos electromédicos.

### *Introducción.*

*1.- El Hospital, un edificio complejo en continua actividad.*

*2.- Gestión y mantenimiento de las infraestructuras hospitalarias.*

*2.1.- La Ingeniería Sanitaria / Clínica / Biomédica.*

*2.2.- Invisibles pero imprescindibles.*

*2.3.- Gestión de las infraestructuras y del equipamiento.*

*2.4.- Mantenimiento de edificios, instalaciones y equipos.*

*3.- La Electromedicina, una actividad crítica y esencial.*

*3.1.- Gestión del equipamiento electromédico.*

*3.2.- Mantenimiento del equipamiento electromédico.*

*4.- Conclusiones.*

*Referencias bibliográficas.*

Los ingenieros sanitarios, clínicos o biomédicos, con medios propios o a través de contrataciones externas, en una organización sanitaria de entidad, son los responsables de la GESTIÓN y del MANTENIMIENTO de los edificios, las instalaciones y la tecnología electromédica del centro. Deben, además, ocupar un lugar preeminente en la organización como asesores y coordinadores de los directivos del hospital, en todas las acciones encaminadas a que las infraestructuras hospitalarias, sus instalaciones y la tecnología electromédica con que cuente, sean las adecuadas a las dimensiones y a los objetivos asistenciales del centro, y a que su gestión sea lo más eficiente posible.

Dentro de los tres ámbitos que comprende la ingeniería clínica en un centro sanitario (edificios, instalaciones y equipos), es la electromedicina, que se ocupa de la gestión y mantenimiento del equipamiento electromédico,

la que en muchas ocasiones alcanza mayor relevancia y sobre la que, normalmente, mayor involucración y responsabilidad, puede y debe alcanzar el gestor tecnológico del hospital.

## Introducción

Cuando muchos profesionales sanitarios y de las áreas de gestión se refieren, casi siempre en términos peyorativos, a “los de mantenimiento” están trasladando esa imagen de personajes descuidados, que deambulan por el hospital y que casi siempre habitan en los sótanos de esos enormes edificios que se dedican a mejorar la salud de los ciudadanos y que, con una fama de vagos y poco involucrados con los objetivos del centro, tratan de pasar el tiempo de la mejor manera y lo más desapercibidos posible, intentando no complicarse demasiado la vida...

Esa imagen que, a decir verdad en algunos casos y sobre todo en años pasados se ajustaba en cierto modo a la realidad, ha cambiado desde que los gestores de la sanidad han entendido que la conservación y el mantenimiento de las infraestructuras y, sobre todo, del equipamiento de los centros sanitarios, puede contribuir notablemente a la tarea global de prestar una asistencia sanitaria eficiente y de calidad.

La incorporación de profesionales expertos, formados y preparados, y la percepción de lo que significa la ingeniería clínica en la mayoría de los países de nuestro entorno, también ha contribuido a posicionar la gestión y el mantenimiento de las infraestructuras hospitalarias, en un punto mucho más cercano a la importancia que tiene que alcanzar.

### **1.- El Hospital, un edificio complejo en continua actividad**

Un hospital es un edificio con una complejidad técnica no comparable a ningún otro centro del tipo que fuere (fábrica, hotel, central de producción, centro de investigación,...) porque contiene todas aquellas infraestructuras que se encuentran en cualquier otro, sea cual sea uso. Desde ese punto vista, es el lugar ideal para adquirir experiencia en cualquiera de las especialidades de la ingeniería o para que un ingeniero pueda demostrar sus habilidades técnicas y su competencia profesional. Repasando todas las titulaciones y ramas de la ingeniería, es difícil encontrar alguna cuya actividad no tuviera cabida dentro la gestión técnica y el mantenimiento de un hospital (electrónica, mecánica,

hidráulica, maquinaria industrial, informática, telecomunicación, electricidad, neumática, robótica, termodinámica, obra civil, etc., etc.).

El segundo aspecto a destacar es que un hospital es un centro que, además de contar con una enorme complejidad técnica, se mantiene en continua actividad. Es decir, tiene que funcionar permanentemente las 24 horas del día los 365 días del año. Nadie se plantea, por sus graves consecuencias intrínsecas, que se produjera un cero eléctrico de unos minutos en el suministro del hospital, o que faltara el oxígeno en la red de gases medicinales, o que el aire acondicionado de los quirófanos estuviera contaminado, o que un respirador de cuidados intensivos se parara de forma intempestiva, o que existiera un desajuste significativo en la emisión de radiación de un acelerador lineal... Y bajando a cuestiones con menos incidencia directa sobre la vida de los pacientes, lo que puede significar, para la normal actividad asistencial, que uno o varios TC's se encuentren fuera de servicio varios días, o que algunos quirófanos no se puedan utilizar por una pequeña gotera en un bajante de aguas residuales, o la simple falta de propano en la cocina. La importancia de la continuidad en el funcionamiento normal de todas las instalaciones, sistemas y equipos, es clave para el desarrollo de la asistencia, cuando no, incluso, para la vida de las personas.

Por otro lado, y como tercera cuestión a destacar, el hospital es un centro de trabajo donde se presta un servicio que es vivo y dinámico: muchas veces los acontecimientos del día a día sobrepasan cualquier planificación previa y las decisiones deben tomarse y ejecutarse en plazos que serían impensables en cualquier otra organización. Las necesidades que van apareciendo requieren, en muchas ocasiones, cambiar de uso ciertas dependencias, realizar modificaciones de locales o instalaciones, posibilitar nuevas prestaciones a los profesionales sanitarios o resolver sobre la marcha cuestiones derivadas de la propia dinámica del centro, como prestador de un servicio que resulta cambiante en las exigencias de los usuarios y sometido a muy rápidas innovaciones.

Por último, el ingeniero, arquitecto o técnico que trabaje en un hospital, ha de concienciarse desde el primer día, de que su misión

*Un hospital es un centro que, además de contar con una enorme complejidad técnica, se mantiene en continua actividad: tiene que funcionar permanentemente las 24 horas del día los 365 días del año*

*El profesional responsable de gestionar y mantener las infraestructuras sanitarias, con capacidad para asumir y salvar muchas situaciones comprometidas, cambiantes y, en muchas ocasiones, de riesgo, tiene un perfil muy específico y distinto a otros ingenieros cuya actividad profesional se desarrolla en entornos diferentes*

en el centro es prestar servicio a los profesionales sanitarios (sean médicos, enfermeros o auxiliares), porque ellos son los protagonistas de la actividad del hospital, y los que posibilitarán que los ciudadanos que sean atendidos en el centro, mejoren su estado de salud mediante un correcto y rápido diagnóstico y un acertado tratamiento. Anecdóticamente, podría contar que al que escribe estas líneas le costó algunos meses, después de entrar a trabajar en el hospital, recién titulado y con un brillante expediente académico, asumir que un médico residente de primer año o una enfermera, pudiera requerir de sus servicios con unas exigencias que no serían asumibles en otro centro de trabajo donde el objetivo de la producción no fuera la salud.

Todo ello requiere que el profesional responsable de gestionar y mantener las infraestructuras sanitarias, con capacidad para asumir y salvar muchas situaciones comprometidas, cambiantes y, en muchas ocasiones, de riesgo, tenga un perfil muy específico y distinto a otros ingenieros cuya actividad profesional se desarrolla en entornos diferentes.

---

## **2.- Gestión y mantenimiento de las infraestructuras hospitalarias**

---

A nivel organizativo y de racionalización de los trabajos, la Dirección Técnica de un hospital ha de estructurarse, como clásicamente está planteado en cualquier otro gran centro, para dar solución a la gestión y al mantenimiento de:

- Edificios
- Instalaciones
- Equipos

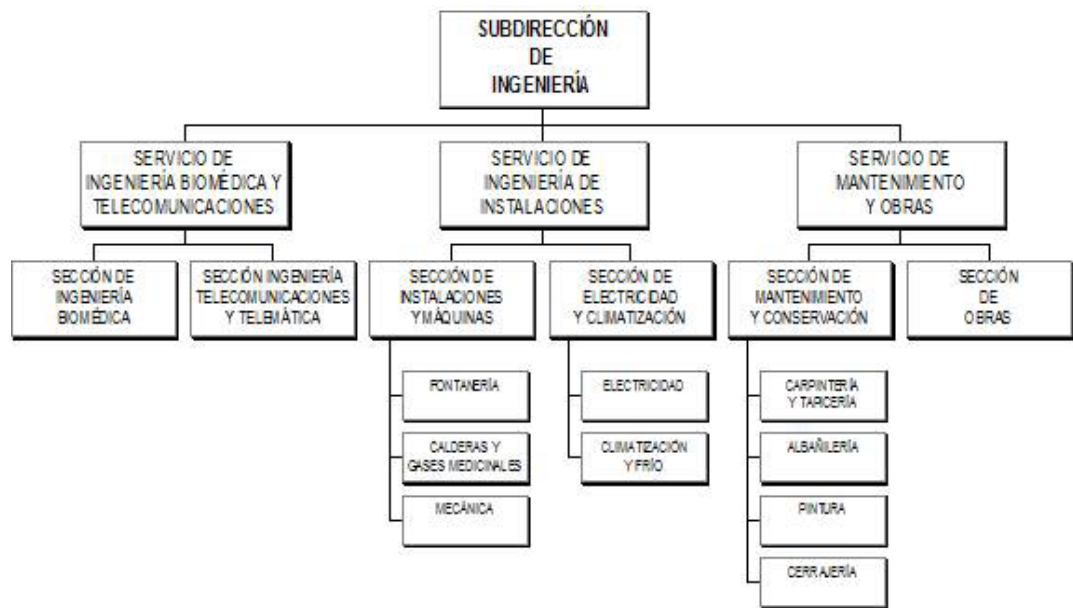
Cada una de estas ramas de actividad requerirá de unos profesionales especialistas, con distintos niveles de formación y experiencia, que se ocupen de los problemas asociados a estos tres grandes apartados.

Así, la gestión y mantenimiento de los edificios que conforman

el hospital, tendrá una mejor solución si al frente de ello se encuentra un arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero civil, ingeniero técnico de obras públicas o similar. Su responsabilidad comprenderá todas las estructuras arquitectónicas del centro, así como su mantenimiento con personal de los oficios de albañilería, pintura, carpintería y cerrajería. Será, además, el responsable del diseño y valoración de las remodelaciones de planta física que se planteen, así como del asesoramiento técnico en la contratación de empresas para la ejecución de las obras en el hospital.

Un ingeniero, ingeniero técnico industrial, o experto con formación académica asimilable, sería el profesional ideal para asumir la responsabilidad sobre todas las instalaciones del hospital. En su organización y bajo su mando, cabrían otros ingenieros de distintas especialidades, o personal técnico de menor nivel, para cubrir la gestión y el mantenimiento de las instalaciones de fontanería (tratamiento y redes de agua fría (AF) y de agua caliente sanitaria (ACS), prevención de la legionelosis, redes de saneamiento), de las calderas y generadores de vapor (producción y distribución del ACS y del vapor), del almacenamiento, producción, en su caso, y distribución de gases medicinales, de la maquinaria industrial (cocina, lavandería, tratamiento de residuos, aparatos elevadores), de los sistemas de climatización (aire acondicionado y calefacción) y equipos de frío, de la recepción-generación y distribución de energía eléctrica, etc.

En el ámbito de la gestión y mantenimiento del equipamiento existente en el hospital, es razonable pensar en establecer una diferenciación entre los equipos de uso clínico (tecnología electromédica o Productos Sanitarios Activos No Implantables (PSANI), usando la terminología que figura en la normativa española) y los que utilizan los profesionales del hospital como apoyo a su actividad (telefonía, telecomunicaciones, redes de voz y datos, sistemas de localización, informática, audio, vídeo, etc.).



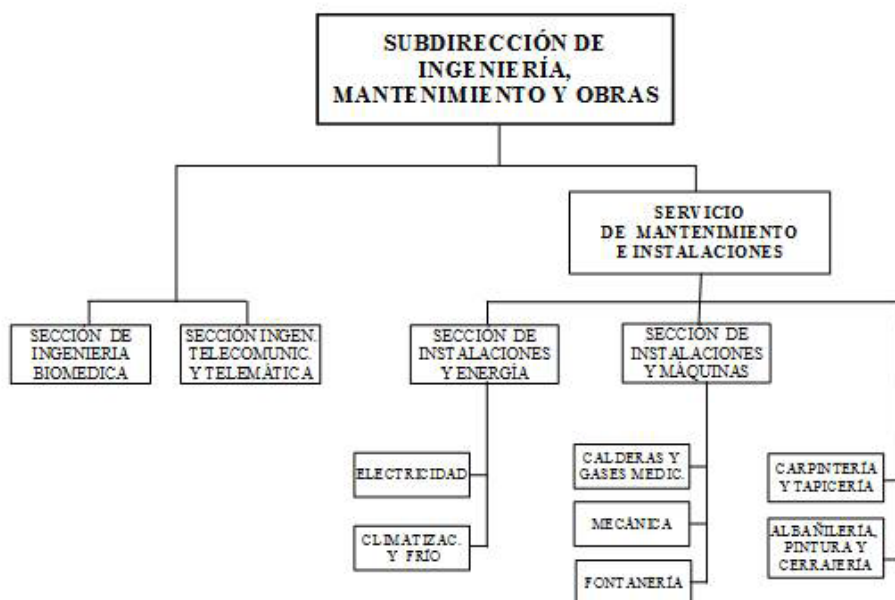
Como se representa en la figura anterior, el organigrama correspondiente a esta estructura, con capacidad para llevar a cabo las misiones encomendadas para la gestión y el mantenimiento de todas las infraestructuras y el equipamiento del centro sanitario, estaría encabezado por un Director Técnico (o Subdirector del área de Gestión), del que colgarían tres servicios (o similar, dependiendo de la estructura y organigrama del hospital), que se responsabilizarían de la gestión técnica de las tres grandes áreas del centro: los edificios (Mantenimiento y Obras), de las instalaciones (Ingeniería de Instalaciones) y de los equipos (Ingeniería Biomédica y Telecomunicaciones).

Dependiendo de la dimensión del centro, cada uno de estos niveles de responsabilidad (¿servicios, secciones?) descansarían sobre otro tercer nivel con, por ejemplo, dos ramas cada uno (¿secciones, unidades?), estructuradas a su vez en talleres o áreas para cada una de las especialidades.

El Complejo Hospitalario Universitario de Canarias (HUC), en Tenerife, es un centro sanitario público de tercer nivel, adscrito al Servicio Canario de la Salud (SCS), de dimensión media, con un complejo central formado por varios edificios donde se desarrolla la actividad principal y otros centros externos bajo su ámbito de influencia, tales como un Hospital Psiquiátrico de

corta estancia, cuatro Centros de Atención Especializada en el área norte de Tenerife y algún otro centro menor.

El organigrama real de la Subdirección de Ingeniería, Mantenimiento y Obras del HUC, se adapta parcialmente en su estructura al esquema anterior. En la actualidad únicamente está dotada de una jefatura de servicio, que se llama de Mantenimiento e Instalaciones y agrupa a estas dos áreas, habiendo asumido también la Sección de Mantenimiento y Conservación. La Sección de Obras se ha trasladado del HUC a los Servicios Centrales del SCS pues las obras han sido centralizadas en un Servicio de Infraestructuras, único para todos los hospitales.



Esta Subdirección tiene un contenido eminentemente técnico y es una de las cinco Subdirecciones dependientes de la Dirección de Gestión del Centro: Administrativa y de Servicios Generales (personal Administrativo, Cocina, Lavandería, Limpieza, etc.), de Logística y Contratación (Aprovisionamiento, Almacenes, Contratación Administrativa, etc.), de Gestión Económico-Financiera y de Recursos Humanos.

El modelo de organización y funcionamiento de la Subdirección de Ingeniería del HUC se basa en la gestión propia, de tal manera que todos los servicios técnicos se gestionan internamente y

*El modelo de organización y funcionamiento de la Subdirección de Ingeniería del HUC se basa en la gestión propia, de tal manera que todos los servicios técnicos se gestionan internamente y se desarrollan con personal propio*



se desarrollan con personal propio. La plantilla está formada por un ingeniero superior, once ingenieros técnicos/graduados, sobre todo de las ramas industrial y de telecomunicación, dos arquitectos técnicos, tres administrativos y unos cien técnicos con formación profesional, en las distintas especialidades, de grado medio y superior.

## 2.1.- La Ingeniería Sanitaria / Clínica / Biomédica

¿Es lo mismo un Ingeniero Clínico que un Ingeniero Biomédico?. ¿Se debe hablar de Ingeniería Sanitaria o de Ingeniería Clínica? La confusión que muchas veces se produce a la hora de contestar a estas preguntas, viene bastante condicionada por la traducción de estos términos del inglés.

La Asociación Americana de Ingeniería Clínica (ACCE) dice que un *"Ingeniero Clínico (Clinical Engineer) es un profesional que da soporte a los desarrollos tecnológicos para el cuidado del paciente, aplicando, manteniendo y gestionando la tecnología de la salud; trabajando junto a los usuarios clínicos, con su misma jerarquía e integrado con ellos"*.

Casi siempre se asocia la figura del Ingeniero Clínico a aquel profesional (ingeniero electrónico o de telecomunicación, aunque a veces de otras especialidades o incluso físico, informático...) que se dedica a la gestión y/o mantenimiento de la tecnología electromédica. No obstante, y si nos fijamos en la definición de la ACCE, un ingeniero industrial que diseña y ejecuta la instalaciones de un Quirófano (como el sistema de aislamiento eléctrico y la climatización con elementos de filtración de alta eficiencia...) ¿no "da soporte a los desarrollos tecnológicos para el cuidado del paciente" y, por tanto, no tendría perfecta cabida como Ingeniero Clínico?.

Por otro lado está la figura del "Ingeniero Biomédico" (*Biomedical Engineer*), y la correspondiente especialidad asociada, la "Ingeniería Biomédica", que es como en España se ha denominado a (casi<sup>1</sup>) todos los títulos de grado que hoy en día (curso 2013-14) están desarrollándose en siete Universidades Españolas. En cuatro de ellas acabarán los primeros egresados a final de curso.

<sup>1</sup> Únicamente en el Grado que se ha iniciado este curso académico conjuntamente en las Universidad de Sevilla y Málaga, ha recibido la denominación de "Ingeniería para la Salud"

También la ACCE habla de "Electromedicina" (equivalente a *Medical Electronics*) o "Ingeniería Clínica" (*Clinical Engineering*) que define como "la ciencia encargada de estudiar y analizar los problemas de la sanidad relacionados con la tecnología médica". O en otras palabras, su misión consiste en la correcta planificación, aplicación y desarrollo de las técnicas utilizadas en los exámenes y tratamientos médicos, así como en el control de calidad de los equipos empleados y el control y prevención de los riesgos asociados.

Por tanto, las denominaciones de Ingeniero Sanitario, Ingeniero Clínico o Ingeniero Biomédico, pueden alcanzar el mismo o diferente significado dependiendo del contexto o de la bibliografía que se consulte.

Para centrar la cuestión, sobre todo a nivel de normalizar los términos que emplearemos en el desarrollo de este tema, planteo mi opinión, basada en la experiencia, en cuanto a las acepciones cuya utilización resulta más generalizada, tanto en nuestro país como en otros de nuestro entorno:

- El *Ingeniero Biomédico*, cuenta con una titulación específica producto de haber cursado en una Universidad una especialización o intensificación de Máster en Ingeniería Biomédica o contar, próximamente, con el grado de Ingeniero Biomédico; su formación es predominantemente académica y su actividad, hasta ahora, está generalmente orientada a la investigación en la Universidad o en otros centros específicos sobre materias relacionadas con las tecnologías biomédicas. Su actividad es muchas veces de investigación teórica en materias básicas, aunque su objetivo final sea contribuir al producto I+D+i nacional. Un gran número de Ingenieros Biomédicos (sobre todo en otros países con alto nivel de desarrollo tecnológico industrial) forman parte de las plantillas de la grandes empresas fabricantes de tecnología médica en sus departamentos de I+D.
- El *Ingeniero Clínico*, es normalmente un ingeniero con formación académica en electrónica, telecomunicación o ingeniería biomédica (hasta ahora, en España, sólo máster, aunque próximamente también grado), aunque a veces

*El Ingeniero Clínico es un profesional que da soporte a los desarrollos tecnológicos para el cuidado del paciente, aplicando, manteniendo y gestionando la tecnología de la salud; trabajando junto a los usuarios clínicos, con su misma jerarquía e integrado con ellos*

también con procedencia de alguna otra especialidad o, -incluso-, con otras titulaciones universitarias, que desarrolla su actividad en los Centros Sanitarios aplicando sus conocimientos (muchas veces adquiridos por formación no reglada, mediante autoformación y por la experiencia) en el día a día de la gestión y el mantenimiento de la tecnología médica. Su actividad es fundamentalmente práctica, dando soporte a la tecnología que se aplica a los pacientes en los centros sanitarios.

- Al Ingeniero Sanitario lo podríamos englobar, de forma más genérica, en el conjunto de profesionales con formación universitaria en carreras técnicas, que desarrollan su actividad en un Centro Sanitario, en cualquiera de sus áreas técnicas, aunque no estén directamente relacionadas con el equipamiento electromédico.

---

## **2.2.- Invisibles pero imprescindibles**

---

¿Qué tienen en común un Gran Premio de Fórmula 1, un viaje Aeroespacial, la Copa América y un Quirófano?. Pues aunque parezcan entornos muy diferentes, comparten un equipo profesional común: sus ingenieros y sus técnicos especializados. Estos profesionales se desenvuelven como pez en el agua en estos medios. Resolver con exactitud y en el momento preciso un problema concreto puede ser decisivo en una situación límite. Como ya se ha comentado anteriormente para el ámbito hospitalario, no son las estrellas del evento, no son perseguidos por los periodistas, pero los protagonistas principales de cada evento, sí conocen y reconocen lo determinantes que resultan para el éxito de su misión.



Otra anécdota personal: cuando un nuevo ingeniero o técnico se incorpora (aunque sea temporalmente) a la plantilla de la Subdirección de Ingeniería del Hospital Universitario de Canarias, obligatoriamente es conducido por su jefe superior a mi presencia y entonces le comento invariablemente dos cosas:

La primera es que, a partir de ese momento, ha dejado de ser un técnico, probablemente con mucha experiencia, conocimientos y habilidades, para convertirse en un trabajador de la sanidad pública canaria. Independientemente de la carrera que haya cursado o de la experiencia alcanzada, desde ese instante, su principal misión es contribuir a la salud de los ciudadanos que se han visto obligados a pasar por nuestro hospital, para mejorar o sanar de su enfermedad. Y esa es su prioridad y su motivación para el trabajo que va a desarrollar. Una vez asumido y cumplido con eso, tendrá que demostrar que es un magnífico técnico, dedicado y comprometido con su trabajo, leal con sus compañeros y disciplinado con sus jefes. Pero todo eso, sólo en segundo lugar...

La segunda cuestión, enlazada con ésta, es que también a partir

de ese momento, dado que está trabajando en el hospital para contribuir a mejorar la salud de los ciudadanos, sus clientes, después de los pacientes que constituyen los sujetos finales de su actividad, son los profesionales sanitarios, tengan el cargo o rango que tengan. Porque son los que posibilitan que el objetivo del hospital, que no es otro que prestar una asistencia sanitaria de calidad, se pueda llevar a cabo cada día. Y eso tienen que verlo y asumirlo como una misión anónima pero importantísima. Es decir, no hay que destacar ni ser protagonistas en ningún momento de nada; únicamente hay que procurar que continuamente todo esté en perfectas condiciones, para que los pacientes mantengan una situación de confort durante su permanencia en el centro y los profesionales sanitarios dispongan de todas las facilidades y herramientas para aplicar sus técnicas diagnósticas y terapéuticas de forma continua, en todas sus prestaciones y con las mayores garantías de calidad y seguridad para el paciente. Es decir, aunque sean "imprescindibles", y eso también tienen que tenerlo perfectamente interiorizado, deben ser "invisibles".

### **2.3.- Gestión de las infraestructuras y el equipamiento**

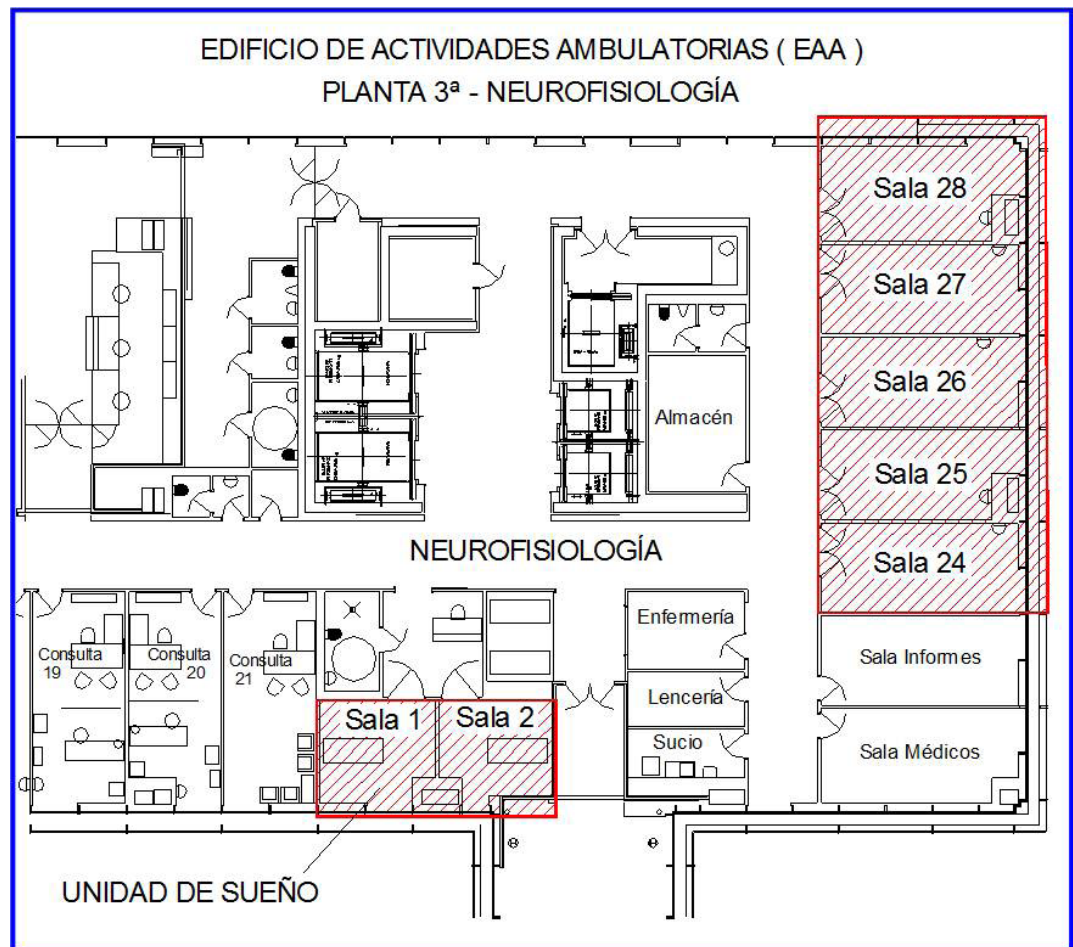
El desarrollo de la actividad asistencial en un centro sanitario necesita de unas infraestructuras de calidad en las que apoyarse. Los locales deben ser confortables, dotados de las mínimas condiciones de habitabilidad y comodidad para los pacientes que allí son diagnosticados o tratados y para los profesionales que ejercen su actividad asistencial. Y debe contar con unas instalaciones y un equipamiento que permita desarrollar esa labor de forma continua, eficaz y segura.

Para ello es necesario que en el centro haya profesionales que se dediquen a gestionar de forma global todas estas infraestructuras, instalaciones y equipamiento, conociendo el estado y situación de todas ellas, proponiendo la renovación o adaptación de dependencias, en función de los requerimientos planteados por la dirección y por los responsables asistenciales, en el marco de la continua evolución de las necesidades, marcando y proponiendo su prioridad y viabilidad.

En la línea de ilustrar con ejemplos prácticos el desarrollo del tema, comentaré una situación real que se dio, con motivo de la ejecución de un nuevo edificio de actividades ambulatorias en el Complejo Hospitalario Universitario de Canarias. De acuerdo a la planificación de los gestores asistenciales que asesoraban a los arquitectos en la ejecución de esta obra, se construyeron unas habitaciones para las pruebas funcionales de Neurofisiología (electroencefalografía, electromiografía, pruebas de sueño, etc.) en una zona adecuada a la organización del servicio, a los circuitos de pacientes y profesionales, próximo a otras áreas de actividades complementarias, etc.

Sin embargo no se contó con el asesoramiento de un gestor tecnológico y se distribuyeron esas dependencias en el edificio (con fachadas de cristal) en una de las plantas más elevadas y orientadas a una zona donde se ubican, en una colina cercana, una gran cantidad de antenas de emisoras comerciales de radiodifusión y repetidores de operadoras de telefonía móvil. Es decir, en el sitio menos favorable de todo el edificio desde el punto de vista de la compatibilidad electromagnética del equipamiento. El resultado fue que la calidad de las pruebas de EEG, EMG, etc., estaba condicionada a las interferencias electromagnéticas que están siempre presentes en esas dependencias.

Por ende, en el diseño de las necesarias jaulas de faraday de apantallamiento habituales en este tipo de dependencias, y por una cuestión presupuestaria, los 5 locales contiguos dedicados a pruebas funcionales y las 2 habitaciones para unidad de sueño, sólo se blindaron globalmente (sus paredes y puertas exteriores), no individualmente (cada uno separadamente), con lo que cada vez, por ejemplo, que una de las puertas de una de las salas se abría, dejaba de ser efectiva la jaula de faraday diseñada para la protección electromagnética de todas ellas conjuntamente.



Con esta anécdota, que ya ha sido resuelta favorablemente mediante nuevos apantallamientos a campos electromagnéticos, se quiere resaltar que a veces, no sólo es importante, en el diseño de nuevos edificios o instalaciones, la opinión del experto en la actividad asistencial, sino la presencia y consejo del gestor tecnológico que, con sus conocimientos y experiencia, puede mejorar la calidad final de las instalaciones o del equipamiento, con que se dota un servicio médico y, por tanto, sus prestaciones futuras.

La misión del ingeniero sanitario/clínico es proporcionar a la dirección del centro, las herramientas necesarias para su toma de decisiones y ejecutar aquellas acciones que vaya estableciendo la propia dinámica del hospital. Y en el núcleo de esta gestión de las infraestructuras hospitalarias, ocupa un lugar preeminente la búsqueda de la eficiencia, la calidad y la seguridad.

La eficiencia estará presente en la racionalización de los recursos y en el desarrollo de los medios necesarios para conseguir unas dependencias dotadas de unas instalaciones que funcionen adecuadamente al menor coste posible, con la máxima seguridad. La labor de control y racionalización de los consumos de los recursos energéticos como agua, electricidad, propano o gasoil, está también dentro de los cometidos importantes del gestor tecnológico.

La calidad y continuidad de los suministros técnicos a los pacientes y a los profesionales asistenciales (electricidad, climatización/calefacción, sistemas de telecomunicación -telefonía, red de datos, sistemas de localización, etc.-, agua potable -fría y caliente-, combustibles, etc.), es clave para que unos y otros se centren en la consecución de su objetivo primordial, que no es otro que conseguir la recuperación de su estado de salud. Unas instalaciones y equipos funcionando a pleno rendimiento, evitarán la dispersión de pacientes y profesionales de ese objetivo, por circunstancias que puedan interrumpir la actividad normal del centro.

El ingeniero sanitario/clínico debe estar ocupado y preocupado de que, sin que se note su actividad, todo funcione y se gestione correctamente, como ayuda necesaria e imprescindible a la actividad asistencial.

*El ingeniero sanitario/clínico debe estar ocupado y preocupado de que, sin que se note su actividad, todo funcione y se gestione correctamente, como ayuda necesaria e imprescindible a la actividad asistencial*

---

## **2.4.- Mantenimiento de edificios, instalaciones y equipos**

---

La segunda misión del Ingeniero Sanitario/Clínico es dedicarse a procurar y ejecutar el mantenimiento de los edificios, de las instalaciones y del equipamiento que tiene a su cargo.

La tarea la organizará con los medios con los que cuente, ya sea a través del personal patrimonial propio de la organización sanitaria o mediante la contratación de empresas externas.

Es de destacar que los edificios que forman el centro hospitalario, en todos sus aspectos técnicos (albañilería, pintura, carpintería,



cerrajería, etc.), han de conservarse en perfecto estado y con todas las prestaciones para las que fueron construidas. Igual debe ocurrir con todas las instalaciones de fontanería, electricidad, climatización, calefacción, telecomunicaciones, sistemas de seguridad y protección contra incendios, ..., que deberán funcionar, como ya se ha comentado, 24 horas al día los 365 días del año. Lo tendrán que hacer al máximo rendimiento y siendo capaces de proporcionar al profesional usuario y a los clientes, las prestaciones y el confort que sería exigible en cualquier gran edificio dedicado a proporcionar un servicio; y más pensando en el tipo de servicio del que se trata. Asimismo, todo el equipamiento de tipo industrial que posibilita el normal funcionamiento del centro (calderas, maquinaria de cocina, cámaras frigoríficas, maquinaria de lavandería, ascensores y aparatos elevadores, etc.), ha de mantenerse en funcionamiento en condiciones de operación continua, y eficiente.

El mantenimiento se divide, clásicamente, en dos grandes apartados: preventivo y correctivo.

En el mantenimiento correctivo se corrigen las anomalías observadas en los edificios, instalaciones o equipamientos y consiste en diagnosticar los fallos, localizar las averías y corregirlas o repararlas. Este mantenimiento, por su naturaleza, no puede planificarse en el tiempo y presenta costes que son imprevisibles, pues no se conocen previamente los gastos que se producirán en la mano de obra a emplear ni en los repuestos a utilizar. También hay que tener en cuenta los costes por la parada de la actividad y por el lucro cesante, cuya cuantificación también resulta inesperada y, muchas veces, muy superior al coste de la propia reparación.

El mantenimiento preventivo es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante la ejecución de revisiones y reparaciones programadas, que garantice un buen funcionamiento y fiabilidad. El primer objetivo de este mantenimiento, es evitar o aminorar las consecuencias de los fallos intempestivos de equipos o instalaciones, logrando prevenir las incidencias antes de que ocurran. El mantenimiento preventivo consigue salvar la suspensión de las actividades por imprevistos, al poder planificar periodos de paralización de trabajo en momentos específicos,

para inspeccionar y ejecutar las acciones de mantenimiento.

A medida que los procedimientos preventivos prevalecen, tanto en la conservación de los edificios, como de las instalaciones o de la maquinaria, los mantenimientos correctivos disminuyen. No obstante, se llega a un punto de inflexión de máxima eficiencia, en el cuál nuevas o más frecuentes revisiones preventivas, mantienen una constante en el número de correctivos a ejecutar en una determinada instalación o equipamiento.

Los defensores a ultranza de maximizar los mantenimientos planificados, indican, entendemos que exageradamente, que los preventivos mejoran la productividad hasta en un 25%, reducen en un 30% los costos de mantenimiento y alargan la vida útil de la maquinaria y los equipos hasta en un 50%.

El mantenimiento preventivo se puede efectuar según distintos criterios:

- Mantenimiento programado, donde las revisiones se realizan al cabo de un cierto periodo de tiempo, o cuando han transcurrido un determinado número de horas de funcionamiento del equipo o instalación. Es el que, por antonomasia, se interpreta habitualmente como mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento predictivo, que trata de determinar el momento en el cual se deben efectuar las intervenciones técnicas, mediante un seguimiento que determine el periodo máximo de utilización antes de ser reparado. Permite que se tomen decisiones con anterioridad a que ocurra el fallo: cambiar o reparar la máquina antes del momento de una parada, detectar cambios anormales en las condiciones de la instalación, etc.
- El mantenimiento de oportunidad es el que se realiza aprovechando los periodos de no utilización, evitando de este modo parar los equipos o las instalaciones cuando están en uso.

En todo caso, el establecimiento de los programas de mantenimiento preventivo de una instalación o equipamiento requieren de un estudio profundo y complejo que se basa en:

*A medida que los procedimientos preventivos prevalecen, tanto en la conservación de los edificios, como de las instalaciones o de la maquinaria, los mantenimientos correctivos disminuyen*

*Se trata de encontrar para cada dependencia, instalación o equipo, el punto de equilibrio y convergencia entre el número y la profundidad de los mantenimientos programados, que pueden llegar a restringir los correctivos a su mínima expresión*

- Las recomendaciones del instalador o del fabricante, en cuanto a su frecuencia y alcance.
- La legislación vigente, para aquellas instalaciones o maquinaria que están sometidas a ella. Se suelen denominar mantenimientos técnico-legales, y afectan a muy diversas instalaciones y maquinaria: instalaciones frigoríficas o de agua caliente sanitaria, aparatos a presión (calderas), instalaciones de baja tensión, contenedores de combustibles, recipientes a presión (botellas de gases medicinales), aparatos elevadores y ascensores, etc.
- Las recomendaciones de los expertos y la experiencia acumulada en instalaciones o aparataje similares.
- La valoración de la criticidad de la instalación o el equipamiento por:
  - La importancia o trascendencia de su función y utilización.
  - El riesgo en caso de fallo.
  - La frecuencia de uso.
  - El coste.
  - Las alternativas existentes de sustitución (cambio de circuitos de suministro, equipo en reserva, etc.).

Al final, y en aras a la eficiencia, se trata de encontrar para cada dependencia, instalación o equipo, ese punto de equilibrio y convergencia entre el número y la profundidad de los mantenimientos programados, que pueden llegar a restringir los correctivos a su mínima expresión.

### **3.- La Electromedicina, una actividad crítica y esencial.**

La Electromedicina o la Ingeniería Clínica-Biomédica se dedica a estudiar y analizar los problemas de la sanidad relacionados con la tecnología médica, colaborando en la correcta planificación, aplicación y desarrollo de las técnicas utilizadas en los exámenes y tratamientos médicos, así como en el control de calidad de los equipos empleados y en la prevención de los riesgos asociados a su uso en pacientes.

El centro del negocio de la sanidad de alto nivel, la que se desarrolla en los hospitales, es procurar mejorar el estado de los ciudadanos que se ven afectados por un déficit en su salud, utilizando todos los medios humanos y técnicos disponibles. En la actualidad, sería inútil y ocioso tratar de justificar la importancia de la tecnología médica como apoyo imprescindible de las tareas de diagnóstico y tratamiento de la enfermedad.

En este sentido, con frecuencia, la dimensión y nivel de un centro sanitario no se cuantifica por el número de profesionales con los que cuenta, ni siquiera por su cualificación y experiencia, sino por la dotación tecnológica que tiene. Cuando se hace referencia sucinta a la dimensión de un hospital, no se suele indicar el número y la composición de los servicios médicos que tiene, ni las publicaciones científicas que se publican o los proyectos de investigación que se desarrollan, ni siquiera el número de facultativos o especialistas que hay en su plantilla, sino que se suele indicar el número camas de hospitalización, la cantidad de quirófanos, las camas de cuidados intensivos, los TC's, Resonancias, PET's o Aceleradores Lineales que posee... Con ello se está dando a entender que la calificación del nivel de un hospital lo marca, sobre todo, el equipamiento tecnológico del que dispone.

Esto que normalmente parece asumido por todos, no se corresponde con la importancia que paralelamente se debería dar al departamento de Electromedicina del hospital, encargado de la gestión y el mantenimiento de esa tecnología. Debería ser un servicio con la importancia y la posición en la organización similar a otros servicios médicos, pues ocupa una parte insustituible del "core" del negocio de la prestación de una asistencia sanitaria de calidad.

El responsable de Electromedicina, o Jefe del Servicio de Electromedicina, en su caso, contribuye a la eficiencia del proceso de gestión del equipamiento electromédico, con sus conocimientos técnicos y tecnológicos, disponiendo y controlando el inventario real de la tecnología presente en el hospital y conociendo, de forma objetiva, el estado funcional del parque.

Asimismo es muy importante, como ayuda para la toma de

*La gestión del equipamiento electromédico presente y futuro de un hospital, debe estar bajo la competencia de un responsable técnico, con la formación, los conocimientos y la experiencia adecuados*

decisiones de los responsables, su visión global y aséptica de las necesidades del centro en tecnología médica, el dominio del mercado, en cuanto a marcas, empresas y fabricantes, de sus servicios técnicos y de los costes de productos y repuestos, aportando su experiencia en el conocimiento de la calidad, fiabilidad y durabilidad del equipamiento. Por otro lado, también debe estar al día en las novedades tecnológicas, en las nuevas prestaciones de ciertos equipos o en las tecnologías emergentes que empiezan a ser comercializadas por determinadas empresas para nuevas aplicaciones asistenciales.

### **3.1.- Gestión del equipamiento electromédico**

La Norma UNE 209001:2002 es muy precisa en su enunciado: "Guía para la **Gestión y Mantenimiento** de los Productos Sanitarios Activos No Implantables (PSANI)". Al darle la importancia que tiene a la gestión de los aparatos electromédicos (o PSANI, en lenguaje normativo), y no solo a su mantenimiento, se está destacando una faceta que a veces se olvida o se deja en manos de responsables administrativos, económicos o, incluso, asistenciales.

La gestión del equipamiento electromédico, presente y futuro, de un hospital, debe estar bajo la competencia de un responsable técnico, con la formación, los conocimientos y la experiencia adecuados. Este gestor tecnológico debería, preferiblemente, encabezar un equipo de profesionales (Servicio de Electromedicina o similar) que colaboraran y complementarían su labor.

La gestión del equipamiento electromédico comprende una gran cantidad de aspectos que llegan a ser fundamentales y, en muchos casos, con repercusiones económicas importantes.

Va desde la elaboración y coordinación de un correcto plan de necesidades, que habitualmente plantean los servicios médicos, al establecimiento de un programa de inversiones condicionado a la capacidad económica del centro en su capítulo VI, al estado del parque de equipos básicos en lo que respecta a su obsolescencia técnica y con necesidad de renovación, a las

prioridades asistenciales marcadas y a las nuevas tecnologías relacionadas con avances de la investigación biomédica y que condicionan la implantación en el centro de nuevas técnicas diagnósticas o terapéuticas.

Un vez decidida la compra de cierto equipamiento, el gestor tecnológico también se ocupa de asesorar y participar en el proceso de adquisición (concurso público, procedimiento negociado o contrato menor), formando parte de la comisión técnica que valorará las distintas ofertas y elaborando los correspondientes informes, en el ámbito de su competencia, para la mejor decisión de la mesa de contratación.

A continuación es fundamental su coordinación y participación en la recepción del equipo, la adecuación a las instalaciones disponibles, su inventario, y la participación en su puesta en marcha.

Finalmente, también participa en la recepción del equipo en el servicio o unidad de destino y en la formación que deben recibir los usuarios, por parte de la empresa suministradora, en los aspectos relacionados con su uso y aplicación correcta y segura a los pacientes.

Y durante el periodo de vida útil del equipo, tienen que gestionar la tecnología, procurando que su mantenimiento sea eficiente, controlando su rentabilidad económica y asistencial, mediante el seguimiento de indicadores tales como tiempos de parada, periodos de utilización, gastos de mantenimiento en repuestos y mando de obra, etc.

---

### **3.2.- Mantenimiento del equipamiento electromédico**

---

Para que sea posible el mantenimiento del equipamiento electromédico, y siempre que no se contrate con las empresas fabricantes o suministradoras para todo el aparataje del hospital, lo cual parece inviable desde el punto de vista operativo y económico, es necesario que los técnicos presentes en el hospital,

ya sean personal patrimonial (servicio propio de Electromedicina) o técnicos de una empresa externa, sean formados en el mantenimiento de los equipos. Esta formación será tan profunda como se haya exigido en el Pliego de Prescripciones Técnicas y ello dependerá de si sólo se trata de realizar el mantenimiento de primer nivel, completo o a todo riesgo.

Lo habitual sería que para el aparataje de media y baja tecnología, el mantenimiento lo realizara el personal técnico presente en el hospital (servicio de electromedicina propio o empresa externa). Cuando la avería, por su complejidad o la necesidad de repuestos específicos, se escapara de la competencia de estos ingenieros o técnicos, se solicitaría la intervención de los técnicos especialistas de la empresa fabricante o suministradora. Para la alta tecnología electromédica se establecerán obligatoriamente contratos de mantenimiento a todo riesgo o en colaboración técnica, modalidad que desarrollaremos en un tema posterior.

En cualquier caso, independientemente de la fórmula a emplear o de sus costes asociados, el objetivo final siempre será gestionar el equipamiento biomédico para conseguir un mantenimiento:

- Seguro: el objetivo de las operaciones de mantenimiento (preventivo, correctivo...), es conseguir que el equipo electromédico recupere sus prestaciones iniciales con la garantía de que su aplicación sobre el paciente se hará con la misma seguridad y garantía como se había previsto por el fabricante.
- Inmediato: la eficacia en la acción de mantenimiento tiene que ver con el tiempo de respuesta en el abordaje de la avería y con el tiempo de resolución. Estos parámetros han de minimizarse para conseguir que el equipo vuelva a tener todas sus prestaciones disponibles en el menor tiempo posible después de comunicada la avería.
- Rentable: no siempre la reparación de un equipo electromédico es rentable. Se debe valorar cuáles son los medios que hay que disponer para efectuarla y establecer si el coste de una nueva reparación puede superar a los de reposición, o si los medios puestos en juego justifican la importancia o la urgencia de su reparación, en base a la criticidad del equipo o a las alternativas existentes

de sustitución por otro, sin graves repercusiones para la normal marcha de la actividad asistencial.

- **Eficiente:** en el proceso de diagnóstico y resolución de las anomalías que presenta un aparato y que da origen a un proceso de mantenimiento, no solo hay que conseguir restituir sus condiciones iniciales, sino que además hay que hacerlo en el menor tiempo posible y utilizando la menor cantidad de recursos. A veces el empeño de un técnico por reparar un equipo empleando muchas horas de trabajo, no compensará si habiendo llamado a un especialista externo, su reparación es más rápida, pudiendo llegar a ser incluso más barata. El equilibrio entre los medios a utilizar y la urgencia de la reparación, por sus repercusiones asistenciales, es básico a la hora de tomar decisiones sobre las medidas a adoptar para una reparación por el responsable de electromedicina.

*Independientemente de la fórmula a emplear, el objetivo final siempre será gestionar el equipamiento biomédico para conseguir un mantenimiento seguro, inmediato, rentable y eficiente*

Un mantenimiento eficiente debe lograr que los equipos permanezcan totalmente operativos:

- **El mayor tiempo posible:**  
El tiempo de utilización anual ("up time") es uno de los parámetros que es necesario medir para conocer la fiabilidad del equipo y, sobre todo, la eficacia de sus mantenimientos. Hoy en día se requieren tiempos de utilización, sobre el total de las horas de uso del equipo, superiores al 97%, llegando en muchos casos, en contratos de mantenimiento a todo riesgo de equipamiento de alta tecnología, al 98 ó 99%.
- **Con todas las prestaciones disponibles:**  
Es frecuente encontrar aparatos electromédicos que funcionan, pero con deficiencias en algunas de sus prestaciones, o sin poder obtener el máximo rendimiento en todas las aplicaciones para las que fue diseñado. Estas indeseables situaciones, son un punto de conflicto a la hora de cuantificar los "up time" de alguno de estos equipos ante el proveedor del contrato de mantenimiento. ¿Ha de computarse la utilización del equipo con sus prestaciones limitadas, como periodo útil de funcionamiento?. La solución está en una cuidada y correcta redacción de las condiciones del contrato en este apartado.
- **Al menor coste:**



El coste de mantenimiento durante la vida útil de un aparato electromédico tendría que tenerse en cuenta siempre a la hora de valorar el coste de un equipo. En muchas ocasiones, a la hora de comprar un nuevo equipo electromédico, sobre todo de alta tecnología, se ajustan enormemente los importes de licitación máximos, dando una valoración enorme al criterio precio (hasta del 70%) para su adjudicación. Sin embargo no se valora lo que costará su mantenimiento durante los próximos diez años (periodo habitual de amortización de un equipo electromédico), de tal manera que se puede adjudicar por un importe más bajo, pero al final del periodo de vida útil el equipo ha costado el doble de lo que otro, cuyo previo inicial de licitación fue ligeramente superior. Es una estrategia muy adecuada, valorar el coste de un equipo electromédico a diez años, en el momento de su adquisición, para saber valorar cuál de ellos es más rentable económicamente.

*Un mantenimiento eficiente debe lograr que los equipos permanezcan totalmente operativos: el mayor tiempo posible, con todas las prestaciones disponibles, al menor coste y con la máxima seguridad*

- Con la máxima seguridad:

Uno de los fines fundamentales de un correcto mantenimiento es que el equipo, tras su reparación, permanezca con todas sus prestaciones primitivas y en las mismas condiciones de seguridad que en el momento de su puesta en funcionamiento. Es una práctica obligatoria entre todos los ingenieros o técnicos responsables del mantenimiento de un aparato electromédico que, tras cualquier intervención, por pequeña que sea, se realicen todos los test de seguridad al equipo antes de devolverlo al usuario.

## Conclusiones.

La Ingeniería Sanitaria, Clínica o Biomédica, es una especialidad de la ingeniería que, a pesar de que en España no se haya potenciado hasta los últimos años, lleva mucho tiempo demostrando en países de nuestro nivel tecnológico, su utilidad y necesidad en los centros sanitarios.

Los ingenieros sanitarios, clínicos o biomédicos, son expertos que deben estar cerca de los órganos de decisión, sobre todo en los grandes hospitales, para asesorar y coordinar todas las acciones encaminadas a que las infraestructuras hospitalarias, sus instalaciones y la tecnología electromédica con que cuente, sean las adecuadas a las dimensiones y a los objetivos asistenciales del centro.

Asimismo deben estar involucrados y ser los responsables, ya sea a través de una organización propia con personal patrimonial o con la ayuda de una o varias empresas externas, que su conservación y funcionamiento se mantenga en condiciones de pleno rendimiento, con todas sus prestaciones, con plena seguridad en su funcionamiento durante su utilización y con unos costes asumibles.

Es de esperar que, cada día más, los gestores sanitarios de nuestro país sean capaces de asumir la importancia de esta especialidad dentro de las organizaciones sanitarias, en la seguridad de que van a contribuir de forma notable a la prestación de un asistencia sanitaria de mayor calidad, con mayor seguridad, consiguiendo ahorros muy notables, y con índices de satisfacción para los profesionales sanitarios y los pacientes más elevados.

## Referencias Bibliográficas.

1. **A Practicum for Biomedical Engineering & Technology Management Issues.** *Atles LR. Ed. Kendall Hunt. ISBN 978-0757548901. (2008).*
2. **AAMI's Clinical Engineering Management Committee. Computerized Maintenance Management Systems for Clinical Engineering.** *Cohen, Ted. Edit. AAMI (Association for the Advancement of Medical Instrumentation). (2003).*
3. **The Clinical Engineering Handbook.** *Joseph F. Dyro. Edit. Elsevier Academic Press Inc 2004. ISBN: 01-222-6570-X. (2004).*
4. **Medical Equipment Management Manual.** *Stiefel, Robert H. Edit. AAMI (Association for the Advancement of Medical Instrumentation). (2005)*
5. **Recommended practice for a medical equipment management program.** *AAMI EQ 56. (2013).*
6. **ACCE Clinical Engineering Certification Study Guide v 2.0.** *Autor y Editor: American College of Clinical Engineering. (2007).*
7. **Certificados, acreditaciones y titulaciones en Electromedicina e Ingeniería Clínica.** *C. Sánchez Meléndez, J. A. Oliva; R. Jané. Proceeding del X Congreso Nacional de la Sociedad Española de Electromedicina e Ingeniería Clínica (SEEIC). Barcelona (2012).*
8. **Mini-HTA for local decision-making: Hospital Based HTA (health technology assessment) DACEHTA.** *Copenhagen ISBN: 87-7676-237-8. (2005).*
9. **Going Wireless. A Special Compilation of AAMI wireless articles and resources.** *AAMI: Association for the Advancement of Medical Instrumentation. Advancing Safety in Medical Technology. (2013).*

- 10. Aplicación de la Guía de Contratación y Competencia a los procesos de licitación para la provisión de la Sanidad Pública en España.** *CNC. Comisión Nacional de la Competencia. (2013).*
- 11. Evaluación de Resultados de Hospitales en España según su modelo de gestión.** *IASIST. (2012).*
- 12. Guía para la Gestión y el Mantenimiento de los Productos Sanitarios Activos No Implantables.** *Norma UNE 209001:2002. Edit. AENOR. Depósito Legal: M 20840:2002. (2002).*
- 13. Productos Sanitarios. Sistemas de Gestión de Calidad. Requisitos para fines reglamentarios.** *Norma UNE EN ISO 13485:2012. Edit. AENOR. (2012).*
- 14. Real Decreto 1591/2009, de 16 de octubre, por el que se regulan los Productos Sanitarios.** *(Transposición directiva 93/42/CEE). (2009).*
- 15. Circular 3/2012. Recomendaciones aplicables en la Asistencia Técnica de Productos Sanitarios en los Centros Sanitarios.** *Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS). Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. (2012).*
- 16. Productos Sanitarios. Aplicación de la Gestión de Riesgos a los productos Sanitarios.** *Norma UNE EN ISO 14971:2012. Edit. AENOR. (2012).*
- 17. Servicios Sanitarios. Gestión de riesgos para la seguridad del paciente.** *Norma UNE 179003:2013. Edit. AENOR. (2012).*
- 18. Guía de Vigilancia de Tecnologías Sanitarias.** *Sociedad Española de Electromedicina e Ingeniería Clínica (SEEIC). (2011) <http://www.seeic.org/sociedad/guias/index.htm>*
- 19. Reglamentación sobre Tecnologías Sanitarias.** *<http://www.meddev.info>*

**20. Legislación europea sobre productos sanitarios. Página web de CE.**  
*[http://europa.eu.int/comm/enterprise/medical\\_devices/index.htm](http://europa.eu.int/comm/enterprise/medical_devices/index.htm)*