

INSTALACIONES HOSPITALARIAS

INGENIERÍA BIOMÉDICA

INGENIERÍA CLÍNICA

Ingeniería Biomédica

“Una rama de la ciencia aplicada, involucrada en el entendimiento y resolución de problemas en Biología y Medicina utilizando métodos de Ingeniería, Ciencia y Tecnología”

Áreas de la Ingeniería Biomédica

- Biomecánica
- Biomateriales
- Biosensores
- Modelización
- Instrumentación Biomédica
- Procesamiento de señales
- Rehabilitación
- Prótesis y órganos artificiales
- Procesamiento de imágenes
- Biotecnología
- Ingeniería Clínica
- Efectos biológicos de los campos magnéticos

Actividades de la Ingeniería Biomédica

- Diseño de dispositivos para la investigación en fisiología humana.
- Investigación de nuevos materiales para prótesis y dispositivos artificiales.
- Diseño de equipos para análisis de sangre.
- Modelización en computadora de la función cardíaca.
- Desarrollo de software para el análisis de datos médicos.
- Desarrollo de nuevos métodos de diagnóstico.
- Análisis de riesgos en dispositivos médicos.
- Diseño de sistemas telemétricos para el monitoreo de pacientes a distancia.
- Desarrollo de sensores para la medición de parámetros fisiológicos.
- Desarrollo de sistemas de control para la administración de drogas.
- Desarrollo de equipos para la medicina del deporte.
- Desarrollo de computadoras y sistemas de comunicación para discapacitados.
- Estudio de la biomecánica del cuerpo humano.

Ingeniería Clínica

“Es una especialidad dentro de la Ingeniería Biomédica. La aplicación de métodos de la Ingeniería y la Tecnología dedicados al cuidado de la Salud”

Áreas de la Ingeniería Clínica

- Investigación
- Desarrollo, Diseño y Producción.
- Ventas.
- Especialista en producto.
- Servicio técnico.
- Organismos regulatorios.
- Centros de salud (Dpto. de Ingeniería Clínica).
- Consultores.

Actividades de la Ingeniería Clínica

- Organización del Departamento de Ingeniería Clínica.
- Planificación y evaluación de nuevas tecnologías.
- Inspección y recepción del equipamiento nuevo.
- Supervisión y puesta en marcha del equipamiento.
- Diseño o modificación del equipamiento.
- Servicio técnico del equipamiento.
- Control de seguridad del equipamiento.
- Control de inventario del equipamiento médico.
- Control de trabajos y contratos realizados por terceros.
- Capacitación del personal profesional y técnico.

Organización del Departamento de Ingeniería Clínica

El departamento de Ingeniería Clínica debe tener una organización que le permita adaptarse constantemente a los cambios del mismo.

Existen dos factores determinantes al momento de crear y organizar un departamento de Ingeniería Clínica:

- El tamaño del hospital.
- Las características del edificio.

En los hospitales pequeños puede haber un solo Ingeniero Clínico que esté directamente a las órdenes del administrador y en los hospitales de gran capacidad

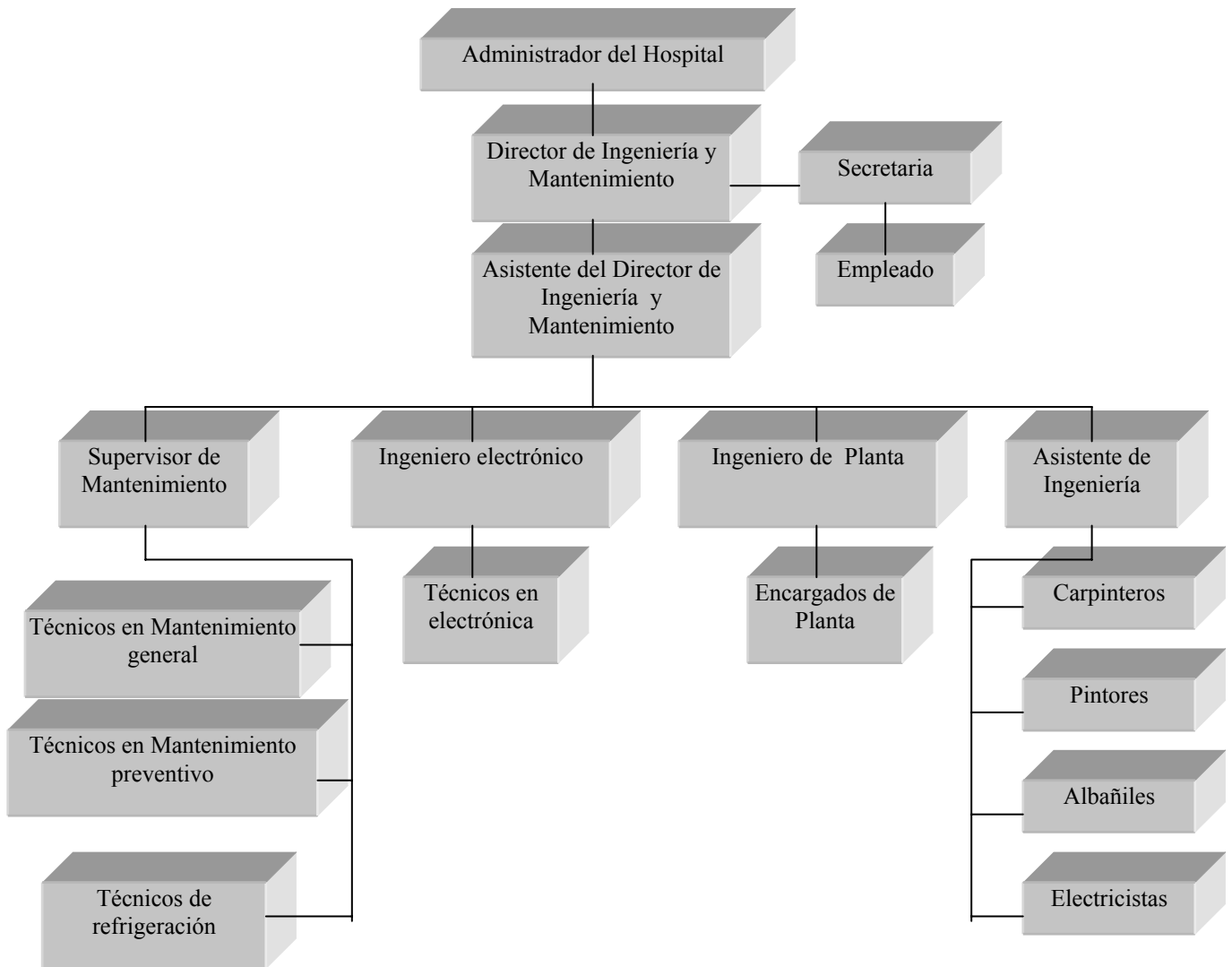
debe además del Ingeniero Clínico haber un Ingeniero ayudante responsable de supervisar todas la instalaciones.

Lo importante es tener siempre presente la necesidad de que el Departamento de Ingeniería Clínica esté representado en el grupo ejecutivo del hospital y que esté organizado como un sola unidad en lo que a funciones se refiere. Aun cuando los servicios sean prestados por consultores externos o por contrato, es muy importante que todas las funciones queden bajo el control de un solo Departamento para lo cual hay que realizar un organigrama del mismo.

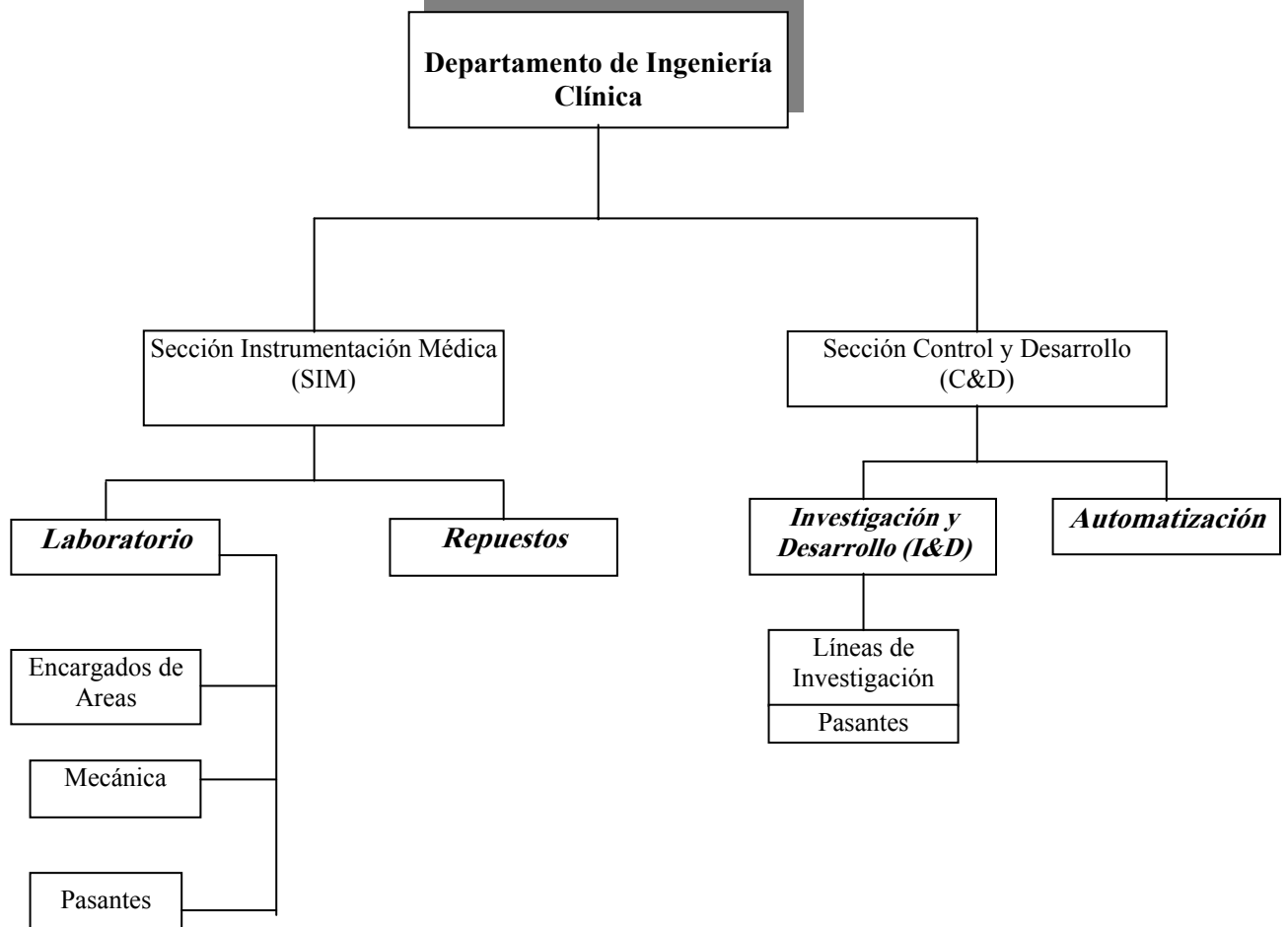
Además, éste debe estructurarse según sus necesidades, los recursos humanos disponibles y el tipo de instalaciones. El Departamento de Ingeniería Clínica debe hacer de nexo entre los médicos y los fabricantes de equipos, ante la incorporación de nuevas tecnologías siendo esto independiente de la reparación o no de los equipos.

Es necesario inspeccionar y recepcionar el equipamiento nuevo para verificar si cumple con los requisitos que figuran en el contrato de compra, supervisando además la puesta en marcha de los mismos.

En las siguientes figuras se pueden observar algunos organigramas típicos del Departamento de Ingeniería y Mantenimiento:



ORGANIGRAMA POR CLASES DE OFICIO



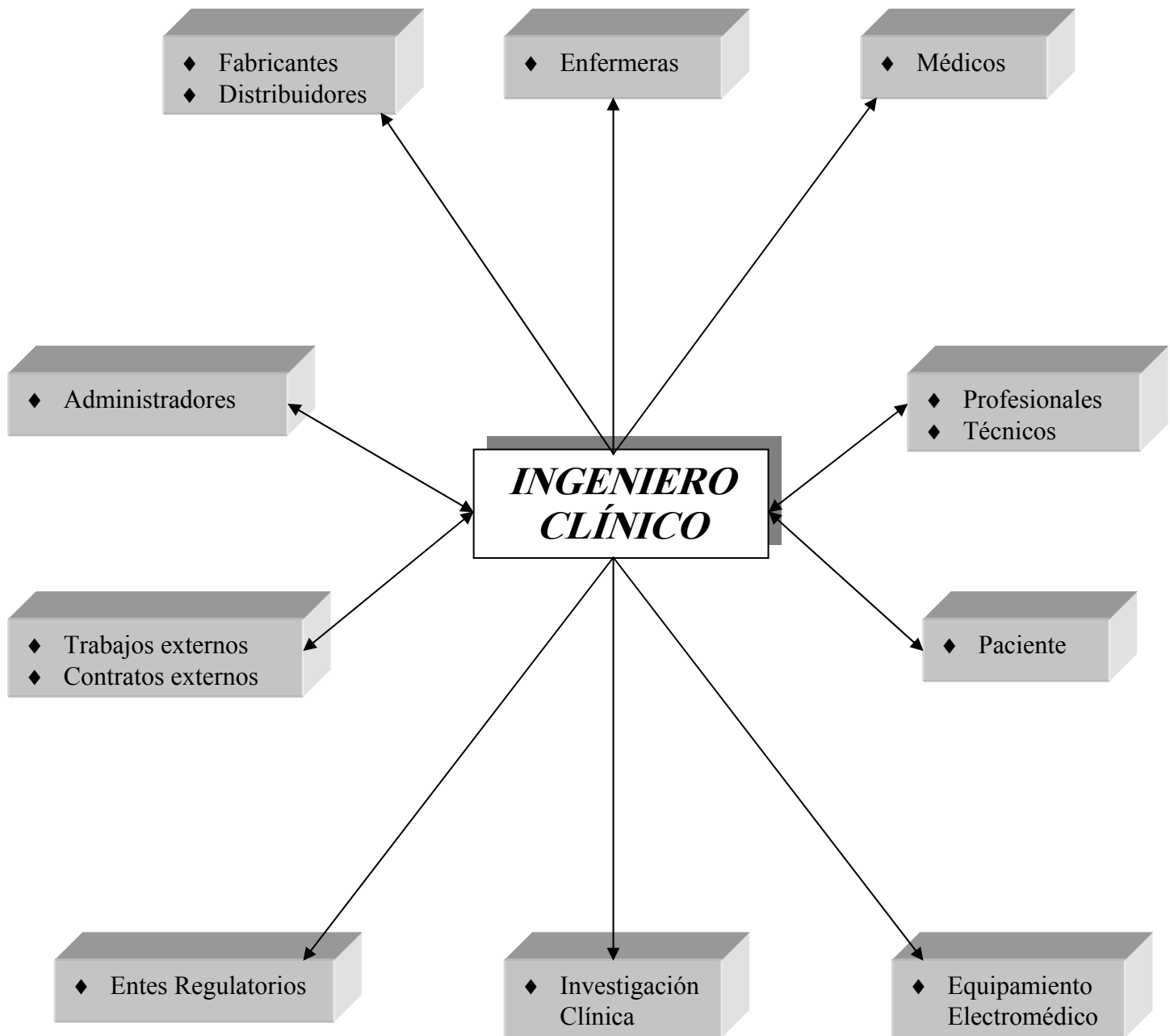
ORGANIGRAMA del DEPARTAMENTO de INGENIERÍA CLÍNICA

Funciones del Departamento de Ingeniería Clínica

- Evaluación y adquisición de nuevas tecnologías.
- Evaluación de nuevos proyectos.
- Consultor del área de mantenimiento general.
- Recepción del equipamiento y testeo inicial.
- Servicio técnico programado.
- Servicio técnico correctivo.
- Control del servicio técnico provisto por terceros.
- Atención de proveedores.
- Capacitación del personal.

- Control de inventarios.
- Desarrollos.

Relaciones del Ingeniero Clínico



SERVICIO TECNICO

El servicio técnico se puede dividir en dos categorías:

- **Servicio técnico correctivo.**
- **Servicio técnico programado.**

Servicio técnico correctivo

El servicio técnico correctivo es aquel realizado cuando se produce una falla o rotura del equipamiento médico.

Al realizar éste tipo de servicio técnico se deben cumplir las siguientes acciones:

- Identificación por parte del usuario del equipo con falla.
- Identificación de la falla. Detalles.
- Identificación del operador en el momento de la falla.
- Identificación de la fecha y hora de la falla.
- Inicio de orden de reparación.
- Confección de prioridades de reparación. (urgencias, backup, efecto downtime)
- Análisis del historial del equipo. (frecuencia de reparación, costos)
- Análisis del costo de reparación.
- Análisis de reparación vs. Reemplazo.
- Análisis de errores de usuario.
- Análisis de reparación externa.

Servicio Técnico realizado por terceros

Existen dos tipos de organizaciones que pueden brindar este tipo de servicio:

- **Proveedores Originales.**
- **Organizaciones Independientes.**

El tipo de sistema de servicio técnico brindado por terceros puede ser:

- **A demanda. (se llama solamente ante la falla)**
- **Por contrato.**

Los tipos de contrato que se pueden hacer con los servicios técnicos realizados por terceros se pueden clasificar en:

- **Completo:** preventivo, correctivo, mano de obra y partes. (realizado las 24 horas)
- **Limitado en tiempo:** preventivo, correctivo, mano de obra y partes. (servicio realizado de 8 a 17 horas)
- **Parcial:** solo mano de obra.
- **Con responsabilidad compartida:** detección de la primera falla por el Departamento de Ingeniería Clínica.

Servicio técnico programado

Los objetivos del Servicio Técnico Programado son:

- Reducir riesgos en pacientes.
- Minimizar la salida de servicio. (downtime)
- Evitar reparaciones de urgencia.
- Evitar excesivos costos posteriores de reparación.
- Corregir fallas operacionales menores para evitar posteriores problemas.
- Cumplir con normas regulatorias.
- Prolongar la vida útil.

El concepto del mantenimiento programado es por demás sencillo. Significa que es necesario dar servicio de mantenimiento, planificado y periódico al equipo y a las instalaciones en general para prolongar su vida útil, reducir las fallas o, simplemente, obtener mayor eficiencia y efectividad. El mantenimiento programado incluye el mantenimiento preventivo y los trabajos repetitivos como la reposición de lámparas y los procedimientos de reparaciones anuales al equipo.

En realidad, existen muchas razones para que haya un mantenimiento programado, pero las más importantes son las siguientes:

- Los costos del equipo están aumentando enormemente.
- El equipo es cada día más numeroso, por lo tanto, no hay suficientes personas que hagan las tradicionales reparaciones de emergencia.
- La única manera de dar servicio de mantenimiento es hacerlo sistemáticamente.

Sin embargo los programas de mantenimiento preventivo aun no se ponen en práctica en los hospitales durante los últimos 15 o 20 años y algunas de las razones de ello han sido:

- Los ingenieros de hospitales aún no se sienten obligados a planificar el mantenimiento preventivo.
- Los intentos para iniciar programas de este tipo, fueron demasiados pobres en su concepción y por ello no se desarrollaron en forma efectiva.
- Los programas que se pusieron en marcha fueron demasiados complicados o difíciles de llevar a cabo con los recursos económicos de las organizaciones en donde se establecieron.

Hoy en día, la recomendación más importante para los Ingenieros es que la administración debe tener un sistema, un plan y una manera de evaluar el progreso. El mantenimiento programado es parte del juego de herramientas necesarias para realizar las tareas.

A través de la planificación el rendimiento total del Departamento puede ser mayor que la suma de sus partes. Para lograrlo, las tareas rutinarias se deben planear y ejecutar con habilidad e imaginación. Una vez que se formaliza uno de los planes ya va implícito su mecanismo de continuidad, independientemente de los cambios registrados en el personal del Departamento.

Tipos de Servicio Técnico Programado

- Inspección Visual. (relación con el personal de otras áreas)
- Servicio Técnico Preventivo. (limpieza, lubricación, ajuste, reemplazo de partes)
- Chequeo funcional y calibración. (funcionamiento de acuerdo a especificaciones)
- Chequeo de seguridad (corriente de fuga, integridad del cable a tierra)

Características de un Programa de Mantenimiento

El iniciar o mejorar un Sistema de Mantenimiento planeado ya no es opcional sino que es esencial. Sin embargo es necesario reconocer que existen ciertos aspectos fundamentales que se deben tomar en cuenta en los programas para que éstos tengan éxito.

¿Qué determina que un programa tenga éxito?

En primer lugar, todas las personas que intervienen en el sistema deben creer en él y éste debe servir tanto al hospital como a su Departamento de Ingeniería y Mantenimiento. En un hospital se puede necesitar más de un Sistema de Mantenimiento. No obstante, en cualquier caso el o los Sistemas, deben ser sencillos y claros pero lo suficientemente ingeniosos como para satisfacer a los hombres más competentes.

Muy a menudo, se ha insistido en el papeleo hasta el punto de pensar en él como si fuera la esencia misma del mantenimiento programado. Pero lo que realmente importa son los resultados prácticos. El sistema empleado es el medio, no el fin.

Es imprescindible consultar a los Ingenieros para la compra de equipos, puesto que ellos, más que nadie, pueden ayudar al hospital para que no se compren equipos que no reúnen las condiciones requeridas.

Un hospital no emplearía a nadie ni admitiría un paciente sin recabar alguna información básica acerca de él. Sin embargo cuando llega un equipo muy costoso, el instructivo de operación y mantenimiento generalmente se pierde; aun así el equipo se instala y los manuales se olvidan hasta que se presenta un desperfecto que exige reparaciones de urgencia.

La mejor solución a los problemas de mantenimiento excesivo es el buscar varias alternativas. Por ejemplo si se trata de motores eléctricos en sitios húmedos, excesivamente calientes o lugares con mucho polvo es evidente que dichos motores requerirán mayor mantenimiento que si estuvieran en sitios bien ventilados y secos.

El mantenimiento puede ser excesivo si la unidad no es apropiada para la función para la cual ha sido diseñada. Por lo tanto debe realizarse una evaluación previa del equipamiento necesario. Frecuentemente los problemas se originan por el mal uso, respecto al diseño original, del equipo seleccionado. Por ejemplo, un motor no diseñado para parar y arrancar a intervalos pequeños se puede quemar con mucha frecuencia.

El adiestramiento del personal tanto fuera como dentro del Departamento de Ingeniería y Mantenimiento, respecto a la operación correcta del equipo puede reducir considerablemente los problemas del mismo. Los métodos para corregir y reducir los trabajos de mantenimiento se deben estudiar continuamente.

Criterios para establecer un programa

Un buen programa de mantenimiento preventivo es indispensable para el éxito del Departamento y debe incluir los siguientes puntos :

- Una evaluación cuidadosa de lo que se va a incluir en el programa.
- Una descripción completa de lo que se debe inspeccionar en cada unidad.
- Procedimientos para la ejecución de los trabajos de mantenimientos preventivo.
- Instrucciones que indiquen que materiales se deben usar en cada sitio.
- Decisiones acerca de la frecuencia de la programación del mantenimiento.
- Selección cuidadosa y adiestramiento de los empleados durante las operaciones del mantenimiento preventivo.
- Un sistema bien definido de los trámites administrativos que deben cumplir los empleados del Departamento de Ingeniería y Mantenimiento y que no requiera demasiado tiempo.
- Vigilancia y revisión.

Cualquiera que sea el sistema que se adopte para los trámites administrativos, todos los programas de mantenimiento preventivo se deben iniciar con la catalogación del equipo basándose en los datos que aparecen en las placas de identificación, en su ubicación y otras características. Los manuales de operación y mantenimiento se deben solicitar en toda oportunidad para revisarlos cuidadosamente y luego establecer el programa de atención al equipo.

Adquisición de Equipamiento

Para realizar la adquisición de nuevo equipamiento para una institución hospitalaria es importante realizar un análisis del equipamiento existente y la posibilidad de reemplazo del mismo.

Algunas características a tener en cuenta son:

- Costo de operación.
- Costo de servicio técnico.
- Disponibilidad de accesorios y partes.
- Obsolescencia tecnológica.
- Productividad.
- Incompatibilidad.
- Seguridad.
- Fuera de servicio.
- Estandarización.
- Valuación del bien.
- Costo de reposición.

Es necesario que en el momento de decidir la adquisición de nuevo instrumental se tenga la aprobación no solo del Departamento de compras y Finanzas sino la del departamento de Ingeniería Clínica.

Para ello debe realizarse una adecuada justificación y realizar un análisis detallado del presupuesto, incluyendo gastos de impuestos, instalación e insumos.

Es importante analizar si la infraestructura existente en el centro de salud es adecuada para el nuevo equipamiento o si es necesario coordinar con otros departamentos para acondicionar el lugar con los requerimientos necesarios para el correcto funcionamiento del instrumental.

Análisis de la Empresa Proveedorora

Algunos de los parámetros a tener en cuenta de las empresas proveedororas de equipamiento médico son:

- Características de las empresas.
- Antigüedad en la representación.
- Especialización en el producto.
- Servicio técnico.
- Stock de productos.
- Stock de repuestos e insumos.
- Opinión de usuarios en el país y en el extranjero.
- Capacidad de financiación.
- Plazos de entrega.
- Productos para demos.
- Garantía.

Evaluación del producto

Con respecto al producto se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Calidad del producto.
- Estado de innovación.
- Modularidad.
- Hardware y software.
- Seguridad.
- Facilidad de operación.
- Movilidad.
- Interconectividad.
- Accesorios.
- Costo de servicio técnico, repuestos e insumos.
- Requerimientos para la pre- instalación.

Las empresas proveedoras de equipamiento electromédico deben cumplir con las siguientes demandas, que son habitualmente requeridas por la mayoría de las instituciones, a saber:

- El periodo de garantía debe ser de dos años a partir de la fecha de la aprobación de la puesta en marcha, la cual será definida por el Departamento de Ingeniería Clínica o Mantenimiento.
- El equipo (o cada ítem separado identificable) debe ser provisto con la siguiente información:
Dos manuales originales de uso.
Dos manuales de servicio técnico originales (incluyendo diagramas circuitales).
- Una vez aprobada la puesta en marcha, el proveedor debe capacitar a los usuarios en el uso de los equipos. El usuario establecerá el cronograma de los cursos a dictarse.
- Una vez aprobada la puesta en marcha, el proveedor debe capacitar a los integrantes del Departamento de Ingeniería Clínica de la institución en el servicio técnico de todo el equipo.
- El proveedor debe entregar un listado completo de las partes (para posibilitar el servicio técnico) con sus códigos.
- Durante el periodo de garantía el proveedor debe mantener un stock de repuestos suficiente para realizar el servicio técnico.

- Durante el periodo de garantía el proveedor se compromete a reparar el equipo dentro de las 48 horas de recibida la comunicación por parte del Departamento de Ingeniería Clínica de la institución.
- El proveedor se compromete a vender en forma directa todos los repuestos necesarios para mantener al equipo en forma operativa por el periodo de diez años.
- Toda actualización del software debe ser entregada sin cargo durante los dos primeros años.
- El proveedor garantiza que el equipo es nuevo y sin uso previo y que cumple con las normas de seguridad y protección del usuario de acuerdo a la reglamentación vigente en el país y en el país de origen del equipo.
- En el caso que lo requiera, el equipo vendrá de origen para funcionar con 220 V y 50 Hz.
- El pago del equipo de acuerdo a las condiciones pactadas se realizará una vez que el Departamento de Ingeniería Clínica haya aprobado la puesta en marcha. Este Departamento enviará al sector administrativo el alta de bien de uso lo cual habilitará las acciones de pago del equipo de referencia.
- Todo el equipo electrónico se deberá solicitar, exigiendo:
 - Cable de conexión eléctrica de tres hilos, de manera que el tercero sirva de toma a tierra.
 - El cable de conexión deberá terminar en una ficha macho reemplazable (no moldeada integralmente) provista de tres puntas.

Se deben elaborar especificaciones completas y detalladas de todo el equipo que se desee comprar para usarlo en la institución, ya sea que el proyecto incluya la construcción de nueva infraestructura, reemplazo de unidades existentes, cambios o ampliaciones.

Siempre que sea posible se deberá pedir la información completa incluyendo tamaños, modelos, números de catálogos, características normales, posición en que funciona, colores, etc. Cuando los requisitos se definen bien, la compra está menos expuesta a errores. Cualquier información que el solicitante omita en la orden de compra se considerará como un detalle sin importancia.

Leyendo el contrato con cuidado, sin omitir lo escrito en letra pequeña antes de firmarlo, el encargado del Departamento puede evitar muchas de las dificultades derivadas de algún concepto no aclarado.

