

Mantenimiento de equipos biomédicos - 2



Curso de Ingeniería Clínica

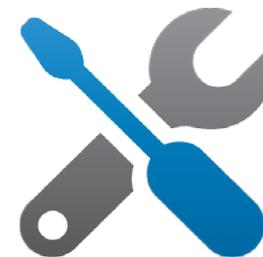
Facultad de Ingeniería – Núcleo de Ing. Biomédica
Agosto 2023. Dr. H.Venturino, Med., BSEE, MBA

Temario:

7. Capacitación del personal de Mantenimiento y del Operador. Selección del personal técnico.
8. Planificación de un Servicio de Mantenimiento (Inventario, Modalidad y Recursos: financieros, materiales y humanos.)
9. Planificación del M. Preventivo

En la próxima: *Documentación y Estadística de ST*

7. Capacitación



7.1 del personal de Mantenimiento

- Formación vs Capacitación.
- De Ing. y Técnicos para Mantenimiento y gestión.
Y de personal para tareas administrativas.
- Capacitación en equipos o líneas específicas, técnicas, herramientas informáticas, procedimientos y otros.
- Para conocer los equipos a asistir y hacerlo c/propiedad.
Debería hacerse previo a la introducción del equipo.
- Cursos deben cubrir: Principios funcionales, Estructura, Funcionamiento, Operación, Instalación, Aj., MP y MC.



- En ext. o UY. Puede ser “interno” como 2da. alternativa
- Interacción personal con instructores y colegas.
- Hay “un antes y un después” de un curso oficial.
- Duración días, 1s, 15d, 1m. Prueba final necesaria.
- Brinda garantía al usuario y al ST. Lo exige MSP/otros.
- Son defensa legal en caso de problemas con equipo.
- A veces no se puede acceder a curso oficial y se aprende de los manuales. En esos casos, recomendable estudiar el manual previo al 1er MC y hacerlo formalmente.



- Se debe registrar toda capacitación en “Planilla de entrenamientos del personal”. Conservar certificados.

Pre-cursos “e-learning”

Sobre el tema del curso. Permite conocer lo básico y la estructura del tema. Mejora el aprovechamiento, se gana tiempo y permite enfocarse.

Participante sabe de antemano “donde está parado”
Idealmente, debería incluir un cuestionario final.

La capacitación no es *un* curso, son tantos cursos como equipos o líneas se asistan y es de carácter permanente. Muy frec. un equipo va evolucionando.



7.2 Selección del personal de Mantenimiento

Formación y experiencia

- Técnicos en diferentes especialidades pero sobre todo electrónica.
- Ingenieros eléctricos y biomédicos. Otros Ing. también es posible. Tanto para dirección como para campo. Experiencia conveniente, no imprescindible.
- Personal de diversa formación para organización y administración.

Inglés

Imprescindible. Mínimo, buena comprensión lectora. Manuales técnicos frec. cursos también, en inglés.

Habilidades intangibles (fundamentales)



- Honestidad
- Respeto y educación
- Responsabilidad
- Sentido de la urgencia
- Curiosidad e interés por la tarea
- Disposición para estudio permanente
- Saber escuchar y estar atentos al usuario
- Capacidad de comunicación



- Empatía con operador
- Flexibilidad con usuarios para contemplar alternativas
- Comprenderlo y ponerse en su lugar
- Presencia, trato y corrección
- Poder, saber o aprender a trabajar “en equipo”

Costos de la Capacitación

- De la capacitación misma
- De los viáticos
- De la retribución por el tiempo empleado (opc.)



7.3 del Operador

- Debe recibir capacitación en cada equipo nuevo.
- Mejor rendimiento, cuidados y duración a los equipos.
- Debe quedar registrada en la Institución y en el ST.
- Cursos de refresco o repetición (cambios en personal)
- Operador mal capacitado es fuente segura de problemas
- Es quien más conoce al equipo funcionando bien. Debe estar atento y vigilante a los cambios.
- En ese sentido es un “aliado” de lo contrario, no!

8. Planificación del Prog. de Mantenimiento

El objetivo es organizar un programa adecuado al Servicio, eficiente, cumplible y con la mejor relación costo/ desempeño. Debemos partir de un **inventario de equipos** y un **plan de Mantenimiento**.

8.1 Inventario de equipos

- Lo 1ro es listar los equipos a mantener (diferente si Hospital / ST del representante / ST independiente)

De todo el parque de equipos biomédicos y de los equipos que integrarán el Prog. de Mantenimiento.

- ST es el responsable de crear y mantener el inventario al día.
Agregando equipos instalados y quitando retirados.
- Puede hacerse con Excel, Access, estar integrado al CMMS u otros pgm.
[Inventario en Excel ej](#)
- Accesible para lectura en un lugar común al que todos los que lo requieran puedan acceder. Ej. en Google Drive
Escritura habilitada solo para quienes lo mantienen.
- Denominar los equipos y los accesorios con nombres predefinidos y únicos.

- Evitar toda variación de los mismos. O ponerlos en tablas “pop down”. Importante para las búsquedas!
- Guardar copias de respaldo en lugar seguro.
Mejor más de una: Nube, HD, PenDrive.

8.2 Plan de Mantenimiento Preventivo

Se necesita

- Definir los equipos a hacerles MP
- Saber la frecuencia de MP para cada equipo. Ej. c/1año
- Para los instalados hace < frec. MP: fecha instalación
- Para los que ya tuvieron MP: fecha del últ. y próx. MP
- Preparar u obtener los listados de acciones p/c/eq

Procedimiento

1. Preparar planilla Excel, Access o CMMS si tiene mód.
2. Fecha inst. + T MP = Fecha próx. MP (p/c/eq)

3. Definir la cantidad de kits p/c/eq de aquí a 1 año
4. Obtenerlos
5. Ordenar planilla x fecha próx. MP en orden ascendente y si las hubiere, indicar prioridades
6. Realizar los MP usando los listados. Pegar etiqueta de “quien lo hizo, fechas actual y del próximo”
7. Registrarlo en planilla de MP, CMMS o equivalente.
8. Entrar el Kit en lista de “a reponer”

[Plan de MP](#)

8.3 Recursos para ST de Eq. Biomédicos

Humanos - Materiales - Financieros

- Personal con la formación, capacitación y habilidades adecuadas. Punto tratado en "Capacitación".
- Lugar de trabajo adecuado y debidamente equipado.
- Repuestos, herramientas, instrumentos, documentos.
- Dinero



8.3.1 Recursos Financieros

Recursos financieros	Costos iniciales	Costos operativos
Materiales	Espacio físico Herramientas e Instrumentos Computadoras fijas / móviles Vehículos otros	Funcionamiento Servicios básicos Mantenimiento Insumos (incl.. repuestos) Transporte Reposición de Herram e Instrum.
Humanos	Selección y contratación Capacitación inicial	Salarios y beneficios Rotación Capacitación continua
S. externos	n/a	Contrato x Trabajo, repuestos, materiales, viajes. Var. o fijo. Dif. modalidades o variantes.



Financiación inicial y presupuesto anual (+ extras)

1. Costos de los recursos **iniciales**, materiales y humanos. Relativamente fáciles de *estimar*.
2. Costos **operativos** son más difíciles de *estimar* a priori por falta de:
 - antecedentes
 - conocimiento de los equipos
 - experiencia
 - valores MTTx
 - costo de partes más frecuentemente necesarias



- Pero a medida que el programa entra en acción, van surgiendo datos para estimarlos desde el 2do año.
- Los datos del fabricante o de quienes conozcan los equipos a atender, son fundamentales. No siempre están disponibles.

Ej. de info estadística de Mantenim. por fabricante.
En base a datos que les llegan desde todo el mundo.

[GCS TMP report](#)



Algunos costos operativos son previsibles.

Los costos de Instalación y MP se pueden estimar en base al tipo y cantidad de equipos a mantener según el inventario)

Dependen de:

- Costo hr/hombre
- los $MTF_x = MTT_x$ (tiempo medio para cada actividad)
- la frecuencia de cada actividad (MTB_x)
- la cantidad de equipos de cada tipo
- el costo de los repuestos a utilizar para c/equipo

Nota: Al MTF_x hay que agregar los tiempos de viáticos, preparar y documentar.



Costos

Coeficiente de costo del Servicio Técnico

$$\frac{\text{Costo total anual del prog. de Mant.}}{\text{Costo inicial del parque de equipos}} \times 100$$

Es una métrica gruesa, pero da una idea de la eficacia financiera del programa.

Típicamente debiera estar en el rango de 3 -10%.

- Calcularlo y vigilarlo anualmente.

Ej.: 32.000 USD / 450.000 USD = 7.1 %)



Tres costos que integran el Costo de Servicio

1. Costo por labor

El costo por hora del trabajo humano.

2. Costo de partes

El costo de los repuestos e insumos necesarios.

3. Costo de transporte, alimentación y hospedaje.

El costo de Servicio puede ser el genertal, el de cada tipo de Mantenimiento, por equipo, por línea, por persona que asiste, etc.



Contratos

Son parte fundamental de la estructura legal de un Servicio. No pueden omitirse. Hay responsabilidades legales, dinero e intereses detrás.

- a. Con el personal del Servicio de Mantenimiento*
- b. Con los clientes (a menos que sea algo puntual)*



a. Con el personal del Servicio

- Responsabilidades y tareas asignadas
 - Horarios
 - Horas extras?
 - Remuneración
 - Beneficios (bonos, préstamo y/o gastos para auto)
 - Licencias
 - Tributos (IRPF)
 - BPS, BSE
-
- Cumplir con toda obligación legal, a rajatabla.
Se evitan problemas seguros!



b. Con los clientes

Debe definirse claramente a que equipos involucra.

Qué actividades de Mant. quedarán comprendidas.

Si cubre repuestos o se facturarán aparte.

Los horarios de trabajo y el apoyo telefónico.

El precio del servicio y la paramétrica de ajuste.

Los costos de los contratos de servicio externos dependen del tipo de contrato. Ejemplos:

- Precio por hr + repuestos + viáticos
- Precio fijo único que cubra todo
- Precio base mensual que cubre cierta cantidad de visitas, hs y cobrar repuestos aparte.
- Paquetes "Bronce", "Plata" y "Oro".



8.3.2 Recursos Materiales

Lugar de trabajo

- Espacio con las instalaciones necesarias. Servicios básicos y mantenimiento.
- Áreas para:
 - descontaminación de equipos
 - trabajo técnico con equipos
 - poner equipos en espera y listos
 - gestión/control/administración/recepción
 - depósito del stock de repuestos
 - guardar manuales y documentos
 - guardar herramientas e instrumentos



- Computadoras, impresoras y SW operativos.
Ej: Office, CMMS y otros programas.
- **Comunicaciones** (Internet y telefonías fija y móvil)
- **Seguridad:** Vigilancia, alarmas, extintores, plagas, seguros, emergencia médica.

Herramientas e instrumentos

- **Comunes:** Herramientas de calidad, DMMs, Osciloscopio, Fuentes, Termómetro, Capacímetro, Analizador de Seguridad Eléctrica, UPSs y otros.
- **Especiales:** Herramientas para equipos específicos, Simuladores y probadores (defib., electrocirugía).



- Considerar ciclo de vida de PCs, herramientas e instrumentos. T de amortización.
- Posibilidad de compartir algunos instrumentos especiales con ST colegas.

Insumos: Limpieza, descontam., lubricación, papelería (etiquetas, papel, cartuchos, pegamentos, etc.)

Repuestos: Previsibles (p/ I y MP) o no (MC). Fuentes de obtención. Originales vs genéricos.



Manuales: de Operación y Servicio. Obtención desde proveedor, fabricante, Internet, otros hospitales. Repositorio organizado de los manuales y docs en carpetas y en “la nube”. Tener Backup y mantenerlo. Si en empresa intl.: Repositorio global – Intranet

Vehículos:

- Para los que salen a hacer actividades técnicas
- Propios o de la empresa
- Combustible, consumibles y mantenimiento.

Recursos materiales



Tipo	Descripción
Espacio físico y edilicio	Superficie adecuada a la entidad del programa. Buen estado. División en áreas.
Areas	Trabajo técnico c/equipos incluyendo PCs. Equipos en espera. Para descontaminación y limpieza de equipos. Oficina de gestión/admin/recepción de llamados. Lugar para guardar herramientas e instrumentos. Depósito de repuestos. Biblioteca para manuales y documentos.
Instalaciones	Mobiliario. Mesadas, iluminación, aireación, tomas eléctricas y de red, agua. Opc. baños
Seguridad	Control de plagas. Extintores. Vigilancia. Alarmas. Seguros. Otros. S. Emerg. Móvil.
Computadoras	PC fijas y móviles. MS Office o equiv. CMMS
Herramientas e Instrumentos	Herramientas generales. Herramientas especiales para algunos equipos. Instrumentos de prueba generales (DMMs, Oscilosc., Capacim., Fuentes, Analiz. Seguridad eléctrica). Instrumentos especiales. (Simuladores y probadores). Considerar ciclo de vida y reposición. Calibración periódica. Posibilidad de compartir algunos de alto costo con Servicios de Mant. próximos.



Documentos	Procedimientos de funcionamiento del Servicio (SOPs). Manuales de Operación y Servicio. Obtención de proveedor, fabricante, Internet, otros hospitales. Formularios preimpresos para P,I,MPs. Partes de trabajo para toda actividad.
Vehículo/s	Para ir a mantener equipos fuera del local. Para trasladar equipos y materiales.
Repuestos	Para MP. Para reparaciones. Tiempo de obtención. Fuentes de repuestos. Planilla de stock y localización. Control de altas, bajas, reposición. Originales vs. genéricos.
Insumos	Limpieza. Descontaminación. Lubricantes. Solventes. Protección (guantes gafas, túnicas, tapabocas). Papel. Toner. Sobres. Materiales de papelería. Formularios preimpresos.
Comunicaciones	Línea/s telefónicas. Celulares. Internet.



8.3.3 Recursos Humanos

Ingenieros

(tecnología, electrónica, física, biología, gestión)

Técnicos

(electrónica, muy buena de física, y capacitaciones específicas en equipos)

Formaciones intermedias

- La cantidad de personas necesarias y sus características también dependen al tipo, cantidad de equipos a atender.
- Escasez de personas con la formación adecuada.



Tabla de Recursos humanos

Personal	Formación	Función
Ingenieros	Ing. Biomédico o Clínico	Gestión. Mantenimiento especializado, supervisión del ST y de proveedores ext. Evaluación de necesidades. Planificación del Mantenimiento.
	Disciplinas relacionadas. Electrónica, mecánica, otras	Conviene capacitarse y eventualmente certificarse para trabajar en el campo de dispositivos médicos.
Técnicos	Técnicos en equipos biomédicos	Trabajan principalmente en la reparación y el mantenimiento de equipos médicos complejos.
	Disciplinas relacionadas. Electrónica y polivalentes	Mantenimiento preventivo y reparación de equipos médicos menos complejos. Es importante que reciban capacitación especializada en dispositivos médicos de alto riesgo.
Proveedor externo	Ingenieros, técnicos, medicos asesores	Realizan el mantenimiento que no se puede realizar en la institución. Están especializados en un producto determinado y un campo específico.

Adelanto para la próxima clase Estadística de Servicio Técnico

Tabla de actividades de ST 1

La estadística se hace para evaluar:

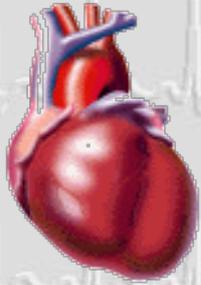
Calidad y desempeño del ST

Calidad de los Instrumentos

Costos de los Instrumentos

Efectividad de algunas actividades

099 610 587
Horacio Venturino
hventuri@adinet.com.uy



Muchas gracias por su atención !