



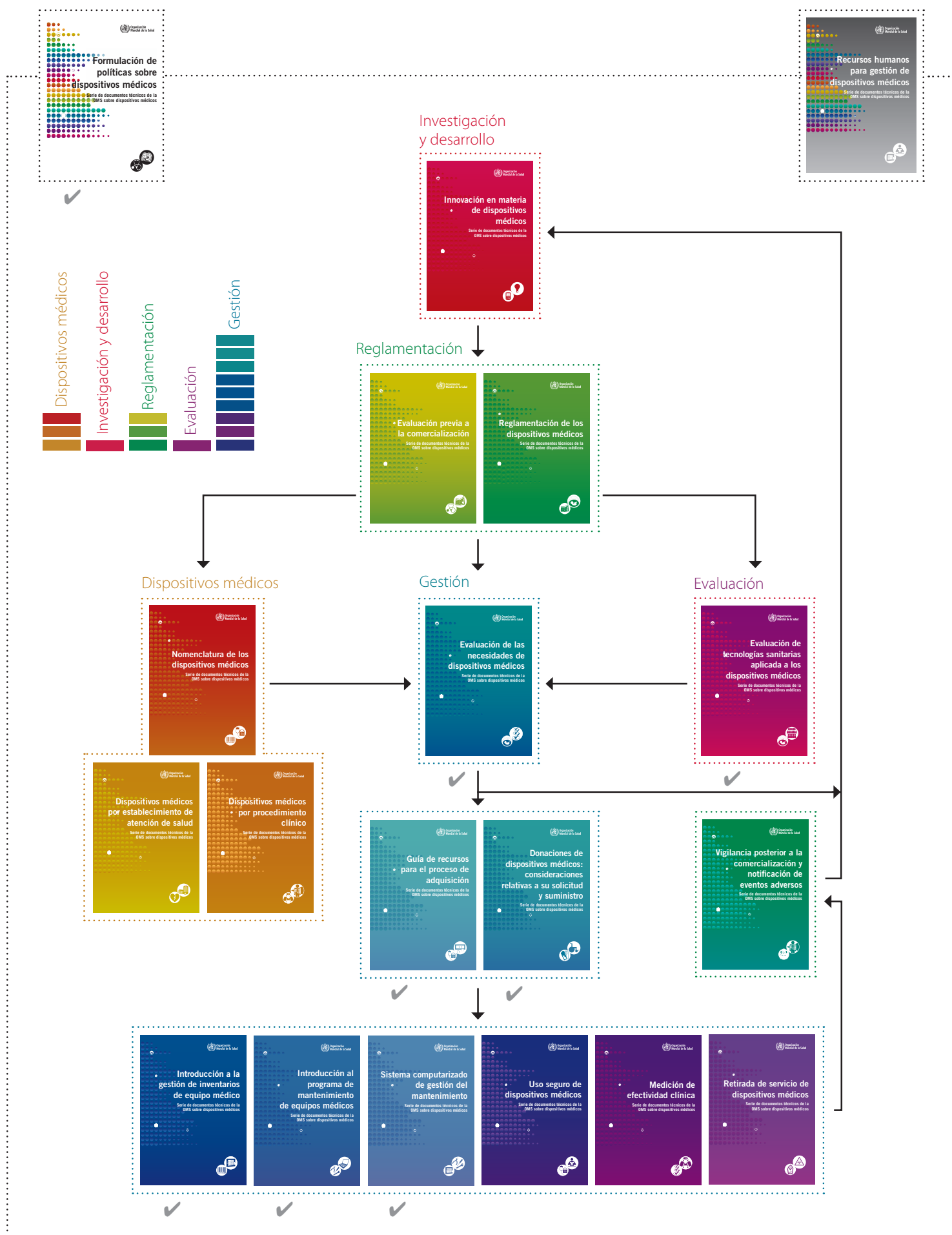
Organización
Mundial de la Salud



Sistema computarizado de gestión del mantenimiento

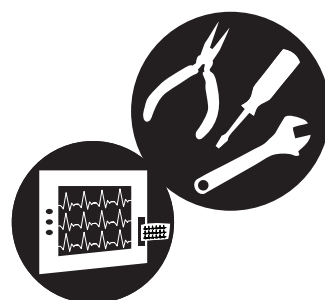
Serie de documentos técnicos de la OMS
sobre dispositivos médicos





Sistema computarizado de gestión del mantenimiento

**Serie de documentos técnicos de la OMS
sobre dispositivos médicos**



Catalogación por la Biblioteca de la OMS:

Sistema computarizado de gestión del mantenimiento.

(Serie de documentos técnicos de la OMS sobre dispositivos médicos)

1.Equipos y suministros. 2.Ingeniería biomédica. 3.Sistemas de información administrativa. 4.Tecnología biomédica. I.Organización Mundial de la Salud.

ISBN 978 92 4 350141 3

(Clasificación NLM: WX 147)

© Organización Mundial de la Salud, 2012

Se reservan todos los derechos. Las publicaciones de la Organización Mundial de la Salud están disponibles en el sitio web de la OMS (www.who.int) o pueden comprarse a Ediciones de la OMS, Organización Mundial de la Salud, 20 Avenue Appia, 1211 Ginebra 27, Suiza (tel.: +41 22 791 3264; fax: +41 22 791 4857; correo electrónico: bookorders@who.int). Las solicitudes de autorización para reproducir o traducir las publicaciones de la OMS - ya sea para la venta o para la distribución sin fines comerciales - deben dirigirse a Ediciones de la OMS a través del sitio web de la OMS (http://www.who.int/about/licensing/copyright_form/en/index.html).

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización Mundial de la Salud, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto del trazado de sus fronteras o límites. Las líneas discontinuas en los mapas representan de manera aproximada fronteras respecto de las cuales puede que no haya pleno acuerdo.

La mención de determinadas sociedades mercantiles o de nombres comerciales de ciertos productos no implica que la Organización Mundial de la Salud los apruebe o recomiende con preferencia a otros análogos. Salvo error u omisión, las denominaciones de productos patentados llevan letra inicial mayúscula.

La Organización Mundial de la Salud ha adoptado todas las precauciones razonables para verificar la información que figura en la presente publicación, no obstante lo cual, el material publicado se distribuye sin garantía de ningún tipo, ni explícita ni implícita. El lector es responsable de la interpretación y el uso que haga de ese material, y en ningún caso la Organización Mundial de la Salud podrá ser considerada responsable de daño alguno causado por su utilización.

Diseño y maquetación: L'IV Com Sàrl, Le Mont-sur-Lausanne, Suiza.

Índice

Figuras y tablas	2
Prólogo	3
Serie de documentos sobre el mantenimiento, y orientación externa	4
Metodología	4
Definiciones	5
Nota de agradecimiento	6
Declaración de conflicto de intereses	6
Acrónimos y abreviaturas	7
Resumen de orientación	8
1 Introducción	9
2 Finalidad	11
3 Estructura de un CMMS	12
3.1 Campos y tablas	12
3.2 Módulos	13
3.2.1 Módulo de inventario de equipos	13
3.2.2 Módulo de inventario y gestión de repuestos	14
3.2.3 Módulo de mantenimiento	14
3.2.4 Módulo de gestión de contratos	15
3.3 Pantallas e informes	16
4 Puesta en práctica de un CMMS	17
4.1 Evaluación	17
4.2 Selección	18
4.2.1 Programas comerciales	18
4.2.2 Programas de código abierto	18
4.2.3 Programas desarrollados a nivel local	18
4.3 Obtención de datos	19
4.4 Instalación	20
4.5 Configuración y personalización	20
4.6 Introducción de datos	20
4.7 Capacitación	20
4.8 Seguimiento y control del desempeño	21
4.9 Documentación de un CMMS y copias de seguridad	21
5 Instalación en red de un CMMS	22
6 Observaciones finales	23
7 Referencias	24
8 Recursos útiles	25
Apéndice A Campos que suele comprender un inventario de equipos médicos	26
Apéndice B Ejemplos de capturas de pantalla de un CMMS	27

Apéndice C	Tabla de especificaciones del proveedor	28
Apéndice D	Ejemplo de una solicitud de oferta y del formulario de ofertas de un proveedor	31
Apéndice E	Ejemplos de proveedores de CMMS	34
Apéndice F	Ejemplos de proveedores de CMMS de código abierto	35
Apéndice G	Plan de diseño del software de un CMMS	36

Figuras y cuadros

Figura 1.	Diagrama de flujo de la funcionalidad de un CMMS	10
Cuadro 1.	Tablas utilizadas habitualmente y campos relacionados	12
Figura 2.	Infraestructura de tabla correspondiente a un módulo de inventario de equipos	13
Figura 3.	Diagrama de flujo de la gestión de órdenes de trabajo	15
Cuadro 2.	Tipos de informes que puede generar un CMMS	16
Figura 4.	Diagrama de flujo de la puesta en práctica de un CMMS	17
Cuadro 3.	Ventajas y desventajas de un CMMS desarrollado a nivel local	19
Cuadro 4.	Tipos de instalación de un CMMS y opciones de conexión en red relacionadas	22

Prólogo

Las tecnologías sanitarias son fundamentales en un sistema de salud operativo. Los dispositivos médicos, en concreto, son cruciales para la prevención, el diagnóstico, el tratamiento y la rehabilitación de enfermedades. Reconociendo esta importante función de las tecnologías sanitarias, la Asamblea Mundial de la Salud adoptó, en mayo de 2007, la resolución WHA60.29, que trata cuestiones derivadas de la instalación y el uso inadecuados de tecnologías sanitarias, así como la necesidad de establecer prioridades en la selección y la gestión de tecnologías sanitarias y, en particular, de los dispositivos médicos. Mediante la adopción de esta resolución, las delegaciones de los Estados Miembros reconocieron la importancia de las tecnologías sanitarias para la consecución de los objetivos de desarrollo relacionados con la salud, instaron a la ampliación de los conocimientos especializados en materia de tecnologías sanitarias, en particular dispositivos médicos, y solicitaron a la Organización Mundial de la Salud (OMS) que emprendiera acciones específicas para apoyar a los Estados Miembros.

Uno de los objetivos estratégicos de la OMS es “asegurar la mejora del acceso, la calidad y el uso de productos médicos y tecnologías sanitarias”. Este objetivo, junto con la resolución de la Asamblea Mundial de la Salud, sirvió de base para el establecimiento de la Iniciativa mundial sobre tecnologías sanitarias (GIHT), financiada por la Fundación Bill y Melinda Gates, que aspira a lograr que las tecnologías sanitarias básicas estén disponibles a precios asequibles, en particular para las comunidades de entornos con pocos recursos, para luchar eficazmente contra problemas de salud importantes. Tiene dos objetivos específicos:

- alentar a la comunidad internacional a establecer un marco para el desarrollo de programas nacionales de tecnología sanitaria básica que tengan efectos positivos sobre la carga de morbilidad y garanticen un uso eficaz de los recursos;
- instar a las comunidades empresarial y científica a seleccionar y adaptar tecnologías innovadoras que puedan ejercer un efecto significativo sobre la salud pública.

Para lograr estos objetivos, la OMS y sus asociados han colaborado en el desarrollo de un programa, un plan de acción, instrumentos y directrices para mejorar el acceso a dispositivos médicos adecuados. El presente documento forma parte de una serie de documentos de referencia que se están elaborando para su utilización por los países, en la que se abordarán los siguientes temas:

- marco normativo de la tecnología sanitaria
- reglamentación de los dispositivos médicos
- evaluación de tecnologías sanitarias
- gestión de tecnologías sanitarias
 - › evaluación de las necesidades de dispositivos médicos
 - › adquisición de dispositivos médicos
 - › donaciones de dispositivos médicos
 - › gestión de los inventarios de equipo médico
 - › mantenimiento de los equipos médicos
 - › sistemas computarizados de gestión del mantenimiento
- información relativa a los dispositivos médicos
 - › nomenclatura de los dispositivos médicos
 - › dispositivos médicos por establecimiento de atención de salud
 - › dispositivos médicos por procedimiento clínico
- innovación, investigación y desarrollo de dispositivos médicos.

Estos documentos están dirigidos a ingenieros biomédicos, administradores sanitarios, donantes, organizaciones no gubernamentales e instituciones científicas implicados en la tecnología sanitaria a nivel de distrito, nacional, regional o mundial.

Serie de documentos sobre el mantenimiento, y orientación externa

Tres de los documentos de la presente serie de documentos técnicos se han elaborado específicamente para ayudar a los centros de salud o a los ministerios de salud de los países a establecer o mejorar un programa de mantenimiento de los equipos médicos. En los documentos se aborda la gestión de los inventarios de equipos médicos, el mantenimiento y los sistemas computarizados de gestión del mantenimiento. Cada uno de estos documentos puede utilizarse de forma independiente, pero juntos abordan todos los factores que han de considerarse al elaborar un programa de mantenimiento de equipos médicos. Además, se ha elaborado y está disponible públicamente una serie completa de manuales en seis volúmenes dedicada a la gestión de las tecnologías sanitarias titulada *How To Manage*, destinada a las personas que trabajan para organizaciones de proveedores de servicios sanitarios en países en desarrollo o les prestan asistencia.¹

Metodología

Los documentos de esta serie han sido redactados por expertos internacionales en sus campos respectivos y revisados por miembros del Grupo Consultivo Técnico sobre Tecnología Sanitaria (GCTTS), fundado en 2009 como foro para que los profesionales con experiencia y los representantes en los países elaboren y apliquen los instrumentos y documentos pertinentes para cumplir los objetivos de la GIHT. El grupo se ha reunido en tres ocasiones. La primera reunión se celebró en Ginebra, en abril de 2009, para establecer qué instrumentos y temas debían actualizarse o desarrollarse con carácter prioritario. En noviembre de 2009 tuvo lugar una segunda reunión, en Río de Janeiro, para compartir información sobre los progresos relativos a los instrumentos de gestión de tecnologías sanitarias que se estaban desarrollando desde abril de 2009, revisar las estrategias y los retos a los que se enfrentan actualmente los países piloto, y celebrar una sesión interactiva en la que el grupo presentó propuestas de instrumentos nuevos, basándose en la información obtenida en las presentaciones y debates previos. La última reunión tuvo lugar en El Cairo, en junio de 2010, para ultimar los documentos y ayudar a los países a elaborar planes de acción para su puesta en práctica. Además de estas reuniones, se ha contado con la colaboración, mediante una comunidad en Internet, de expertos y asesores que han aportado observaciones sobre la elaboración de los documentos. Los conceptos se debatieron una vez más durante el Primer Foro Mundial sobre Dispositivos Médicos, en septiembre de 2010, en el que interesados de 106 países formularon recomendaciones sobre el modo de aplicar la información tratada en esta serie de documentos en los países.²

Se solicitó a todas las personas que participaron en las reuniones y a las que contribuyeron a la elaboración de estos documentos que cumplimentasen un formulario de declaración de intereses, y no se detectaron conflictos de intereses.

¹ Disponible en: http://www.healthpartners-int.co.uk/our_expertise/how_to_manage_series.html

² *Primer Foro Mundial de la OMS sobre Dispositivos Médicos: contexto, resultados y medidas futuras* (disponible en: http://www.who.int/medical_devices/gfmd_report_final.pdf, consultado en marzo de 2011).

Definiciones

Si bien se reconoce que cabe contemplar múltiples interpretaciones de las expresiones siguientes, para los fines de la presente serie de documentos técnicos se definen como sigue.

Tecnología sanitaria: la aplicación de conocimientos teóricos y prácticos estructurados en forma de dispositivos, medicamentos, vacunas, procedimientos y sistemas elaborados para resolver problemas sanitarios y mejorar la calidad de vida.³ Es equivalente a la expresión “tecnología para la atención de salud”, que se utiliza indistintamente.

Dispositivo médico: un artículo, instrumento, aparato o máquina que se utiliza para la prevención, el diagnóstico o el tratamiento de una enfermedad, o para detectar, medir, restablecer, corregir o modificar la estructura o la funcionalidad del organismo con algún propósito médico o sanitario. Generalmente, un dispositivo médico no actúa a través de mecanismos farmacológicos, inmunitarios ni metabólicos.⁴

Equipo médico: un dispositivo médico que requiere calibración, mantenimiento, reparación, capacitación de los usuarios y retirada del servicio, actividades gestionadas normalmente por ingenieros clínicos. El equipo médico se usa específicamente para el diagnóstico, el tratamiento o la rehabilitación de una enfermedad o lesión, ya sea solo o junto con accesorios, material fungible (también conocido como material consumible) u otros equipos médicos. No se consideran equipos médicos los dispositivos médicos implantables, desechables o de un solo uso.

³ Resolución WHA60.29 de la Asamblea Mundial de la Salud, mayo de 2007 (http://www.who.int/medical_devices/policies/resolution_wha60_r29-sp.pdf, consultada en marzo de 2011).

⁴ Information document concerning the definition of the term “medical device”. Global Harmonization Task Force, 2005 (<http://www.ghtf.org/documents/sg1/sg1n29r162005.pdf>, consultado en marzo de 2011).

Nota de agradecimiento

El autor principal del presente documento, titulado *Sistema computarizado de gestión del mantenimiento*, ha sido Iyad Mobarek, Funcionario Técnico de la oficina de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en Amman (Jordania), bajo la dirección general de Adriana Velázquez-Berumen, de la Sede de la OMS en Ginebra (Suiza), como parte de la Iniciativa mundial sobre tecnologías sanitarias (GIHT), financiada por la Fundación Bill y Melinda Gates.

Matthew Baretich (Baretich Engineering), Jennifer Barragán (OMS), Hashim El Zein (OMS), Victoria Gerrard (OMS), Adham Ismail (OMS), Joel Nobel (ECRI Institute) y Frank Painter (University of Connecticut) revisaron el borrador, y lo corrigió Inis Communication.

Merecen un agradecimiento especial el director, los jefes de departamentos y el personal de la Dirección de Ingeniería Biomédica de Jordania, por compartir sus datos y por su apoyo. También es preciso agradecer la labor administrativa de todo el personal administrativo de la oficina de la OMS en Jordania, en particular de Miranda Shami, Julinda Kharabsheh, May Khoury, Samia Nawas, Banan Kharabsheh y Layan Al Kindi.

Agradecemos a Donald Quiñones por la traducción al español*, Maria Eugenia Moreno Carbajal y Tatiana Molina por su ayuda en la corrección de pruebas y Gudrun Ingolfsdottir su apoyo administrativo durante la elaboración del presente documento.

Declaración de conflicto de intereses

Se obtuvieron declaraciones de conflicto de intereses de todos los participantes en la redacción y revisión del documento. Ninguno declaró conflictos de intereses.

*En caso de discrepancia, prevalecerá la versión del idioma original.

Acrónimos y abreviaturas

GTS	Gestión de tecnologías sanitarias
IMP	Inspección y mantenimiento preventivo
OMS	Organización Mundial de la Salud
IT	Information technology (Tecnología informática)
CMMS	Computerized maintenance management system (Sistema computarizado de gestión del mantenimiento)



Resumen de orientación

A medida que se amplían los centros sanitarios y aumenta el número de dispositivos médicos de los que dependen para prestar una atención sanitaria de calidad, se hace patente la necesidad de gestionar la tecnología sanitaria con mayor eficacia y eficiencia. Un sistema computarizado de gestión del mantenimiento (CMMS) o programa informático de gestión del mantenimiento es una herramienta que puede mejorar la gestión general de los equipos médicos en el ámbito de los centros sanitarios. La información que se recoge en un CMMS varía según la situación concreta, pero siempre comprende el inventario de equipos médicos y suele incluir información como el historial de reparaciones y mantenimiento de los equipos, los procedimientos de mantenimiento preventivo, indicadores del desempeño de los equipos e información de costos.

Un CMMS está formado por campos, tablas y módulos que contienen datos procedentes del departamento de ingeniería clínica o de equipos médicos de un centro determinado. Un sistema de este tipo permite el acceso, la manipulación y el análisis de datos fundamentales mediante interfaces fáciles de usar. El sistema permite generar informes para ayudar a los responsables de la formulación de políticas a adoptar decisiones relativas a las tecnologías sanitarias. No obstante, en la adopción y desarrollo de un CMMS conviene tener en cuenta múltiples factores, como los recursos económicos y técnicos, importantes a la hora de decidir si comprar un producto comercial, usar software de código abierto o desarrollar un sistema propio. En la puesta en práctica del sistema es necesario pasar por diversas fases que permitirán su planificación exhaustiva. Este proceso de múltiples etapas permitirá evaluar detenidamente las opciones de instalación; seleccionar, instalar y personalizar un programa adecuado; introducir datos y proporcionar capacitación sobre el CMMS.

El CMMS puede ser muy ventajoso para las organizaciones que cuenten con los recursos adecuados para poner en práctica esta herramienta. Es un instrumento muy flexible que, aplicado adecuadamente, permite transformar la gestión de los equipos médicos y mejorar al mismo tiempo la disponibilidad y la funcionalidad de la tecnología necesaria para prevenir, diagnosticar y tratar las enfermedades.

1 Introducción

La tecnología desempeña un papel fundamental en la prestación eficaz de la atención sanitaria. La selección de la tecnología médica adecuada y la organización para mantenerla en buen estado de funcionamiento forman parte de las competencias de los programas de gestión de tecnologías sanitarias (GTS) (1). Dicha gestión suele ser responsabilidad del departamento de ingeniería clínica (o de equipos médicos), que prueba, repara y se ocupa del mantenimiento de los equipos clínicos de diagnóstico y tratamiento para garantizar que se pueden usar de forma segura y eficaz (2). Los sistemas computarizados de gestión del mantenimiento (CMMS) o programas informáticos de gestión del mantenimiento han evolucionado para prestar asistencia a los responsables de la GTS en el mantenimiento de los equipos médicos y el control automático de los costos asociados.

Un CMMS es un programa informático que contiene una base de datos informática sobre las operaciones de mantenimiento de una organización. En la GTS, el CMMS se emplea para automatizar la documentación de todas las actividades relacionadas con dispositivos médicos, como son la planificación de equipos, la gestión de inventarios, los procedimientos de mantenimiento correctivos y preventivos, el control de los repuestos, los contratos de mantenimiento y órdenes de retirada de dispositivos médicos o alertas sobre los mismos. Los datos recopilados se pueden analizar y utilizar en la gestión de la tecnología, la garantía de la calidad, el control de las órdenes de trabajo y la elaboración de presupuestos de dispositivos médicos (3).

La decisión de automatizar el sistema de GTS o de sustituir un CMMS existente depende de las circunstancias concretas del establecimiento de atención de salud, como sus procedimientos de trabajo, su infraestructura de tecnología informática

(IT) y el presupuesto de que dispone, entre otras. Para ayudar eficazmente en la gestión y el mantenimiento de equipos médicos, un CMMS debe satisfacer de forma exhaustiva las necesidades del usuario. Aunque los principales proveedores se esfuerzan por desarrollar un sistema que cumpla todas las necesidades de todos los responsables de la GTS, ninguno de los sistemas disponibles ofrece una solución completa. No obstante, la mayoría se puede personalizar para adecuarlo a las necesidades específicas de un establecimiento de atención de salud. Otra opción es contratar a una empresa de IT para que desarrolle un programa informático de gestión del mantenimiento adaptado a las necesidades locales. Un CMMS personalizado suele ser más caro, pero si está bien diseñado y su mantenimiento es adecuado, a menudo proporcionará una solución más satisfactoria en cuanto a su adaptación a las necesidades locales.

Un CMMS puede utilizarse para:

- Estandarizar y armonizar la información incluida en un programa de GTS;
- Ayudar en la planificación y el seguimiento de la inspección y el mantenimiento preventivo (IMP), y en la programación y seguimiento de las reparaciones;
- Controlar los indicadores de desempeño de los equipos, como el tiempo medio entre fallos, el tiempo de inactividad y los costos de mantenimiento de equipos concretos o de grupos de equipos del mismo modelo, tipo o fabricante;
- Controlar los indicadores del desempeño del personal de ingeniería clínica, como las reparaciones repetidas por el mismo empleado para el mismo problema, el tiempo medio de inactividad asociado a personas concretas y el tiempo de trabajo productivo de personas o grupos;

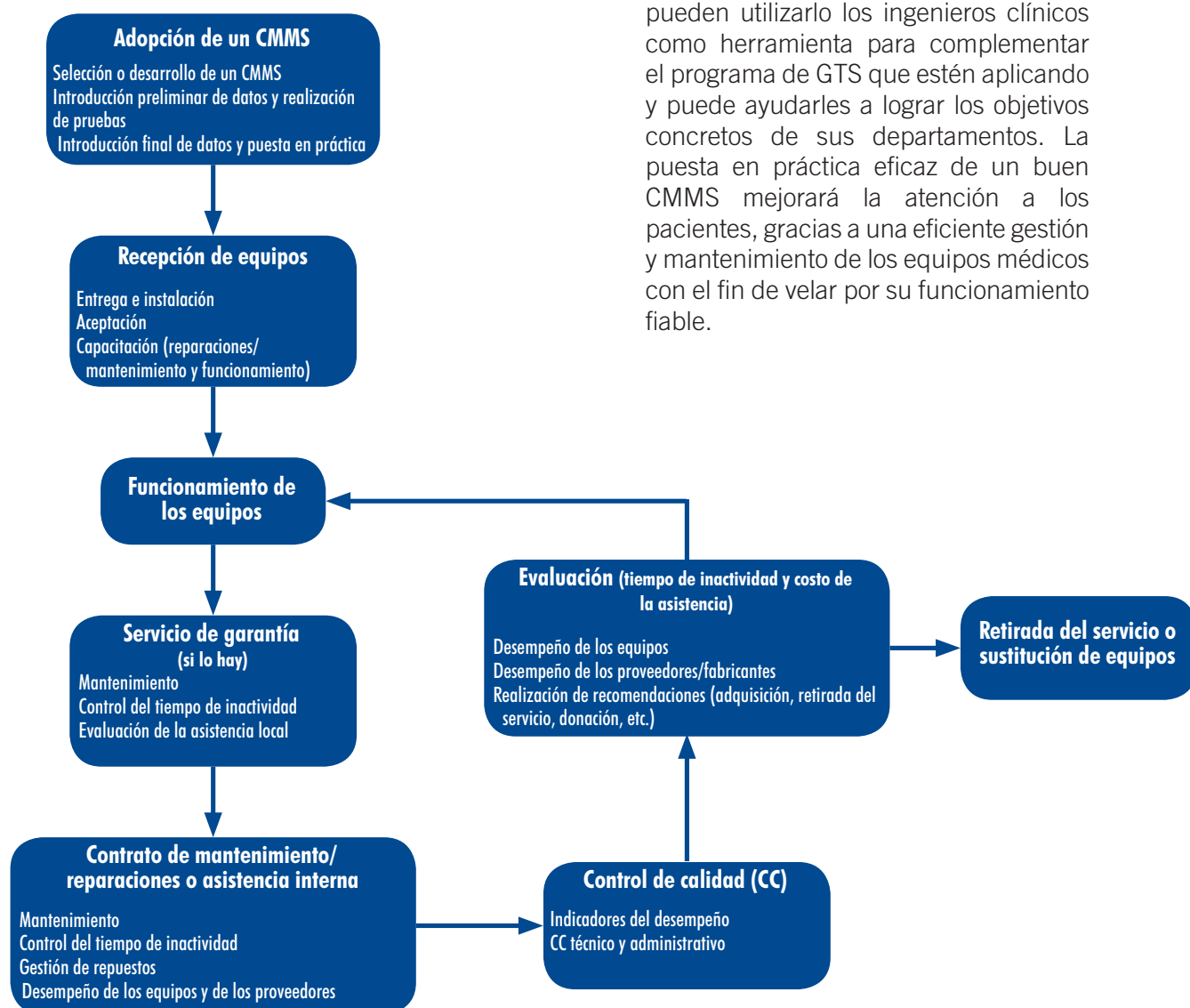
- Generar informes que se puedan usar para planificar los programas de capacitación de usuarios basándolos en los datos de frecuencia de averías de los equipos en ciertos departamentos o centros sanitarios;
- Alojar bibliotecas de requisitos reglamentarios e información sobre seguridad;
- Generar la documentación adecuada para obtener la acreditación de organizaciones de reglamentación y estandarización;
- Generar informes para ayudar en el control y la mejora de la productividad, la eficacia y el desempeño de la

GTS, por ejemplo los siguientes:

- › El porcentaje del costo de mantenimiento con respecto al costo total del equipo que figura en el inventario;
- › El cumplimiento del programa de inspección y mantenimiento preventivo;
- › El número medio de horas de trabajo productivo;
- › La identificación de los equipos médicos afectados por alertas de peligro y órdenes para su retirada del servicio.

En la figura 1 se muestra un diagrama de flujo de la funcionalidad de un CMMS. Este sistema, tanto si se trata de uno comercial como de uno personalizado, pueden utilizarlo los ingenieros clínicos como herramienta para complementar el programa de GTS que estén aplicando y puede ayudarles a lograr los objetivos concretos de sus departamentos. La puesta en práctica eficaz de un buen CMMS mejorará la atención a los pacientes, gracias a una eficiente gestión y mantenimiento de los equipos médicos con el fin de velar por su funcionamiento fiable.

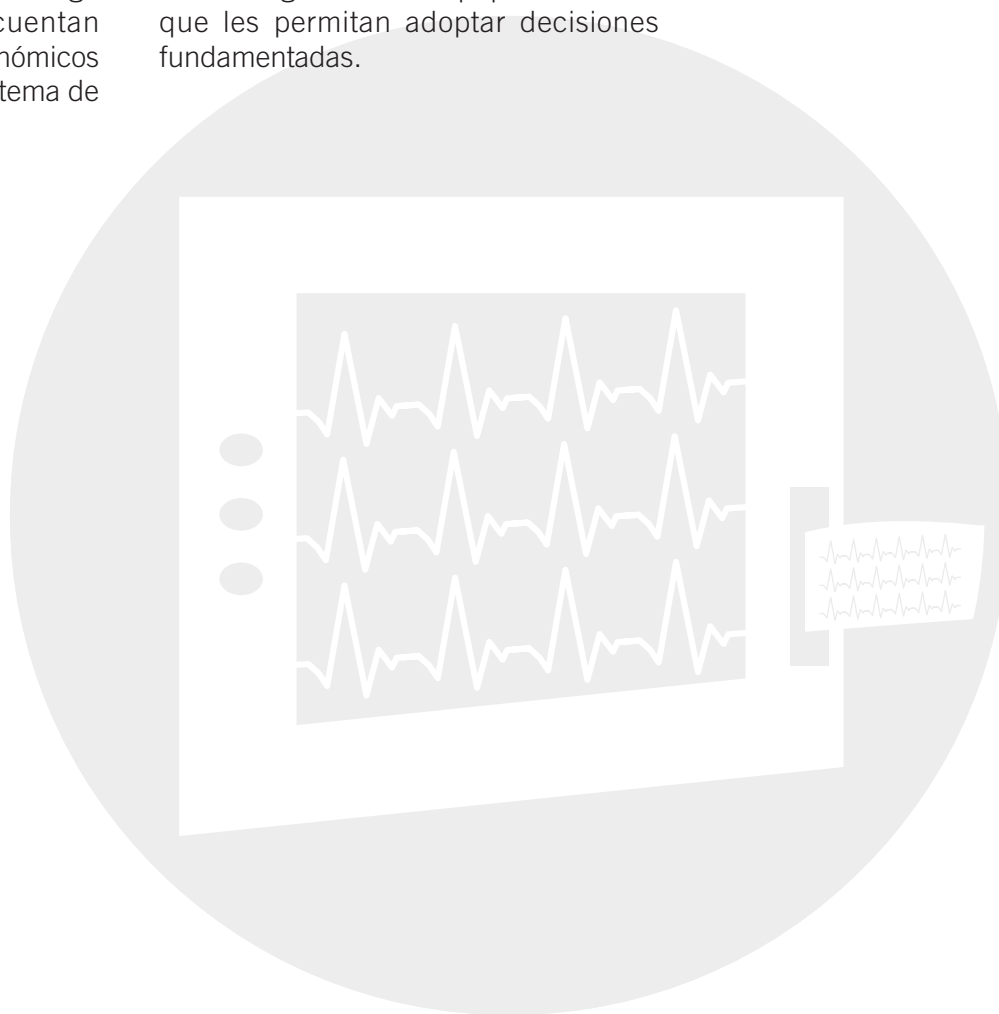
Figura 1. Diagrama de flujo de la funcionalidad de un CMMS



2 Finalidad

El presente documento tiene como finalidad proporcionar a los profesionales de la atención sanitaria, en concreto a ingenieros biomédicos y clínicos, un instrumento de orientación para la adopción y puesta en práctica de un método computarizado de gestión del sistema de mantenimiento. Se dirige específicamente a quienes cuentan con los recursos técnicos y económicos necesarios para respaldar un sistema de

este tipo. Se informará al lector sobre los componentes de un CMMS y el modo de seleccionar o desarrollar el sistema que mejor se adapte a sus necesidades. Se recomienda su lectura a los responsables políticos y gestores de alto nivel que deseen ampliar conocimientos sobre la gestión de equipos médicos que les permitan adoptar decisiones fundamentadas.



3 Estructura de un CMMS

Un CMMS integra todos los servicios relativos a los equipos médicos en una base de datos compuesta por campos, tablas, módulos y pantallas. En la sección siguiente se ofrece una descripción breve de esta estructura básica, que los responsables de la GTS pueden usar para ayudarles a elegir o desarrollar un sistema que sea adecuado a sus necesidades.

3.1 Campos y tablas

Un campo es un tipo específico de información, por ejemplo el “número de serie de un equipo”. Una tabla es un conjunto de campos relacionados; por ejemplo, una tabla de ubicación de equipos podría estar formada por los campos: “edificio”, “departamento”, y “sala” donde se almacena un equipo.

Con el fin de evitar textos descriptivos largos, conviene desarrollar un sistema de codificación exhaustivo, homogéneo y sencillo para las distintas actividades que figuran en la base de datos. Un código es un campo y los campos pueden agruparse en tablas. Pueden codificarse tablas para el inventario de equipos, el personal, los procedimientos de mantenimiento y las ubicaciones de los equipos. Los CMMS comerciales suelen comprender un conjunto de códigos genéricos que se pueden personalizar o adaptar a las necesidades del establecimiento de atención de salud. En el caso de la codificación del “tipo de equipo”, debe considerarse el uso de sistemas de nomenclatura estandarizados, como el Universal Medical Device Nomenclature System (sistema universal de nomenclatura de dispositivos médicos) y el Global Medical Device Nomenclature System (sistema global de nomenclatura de dispositivos médicos). La aplicación de la nomenclatura adecuada también puede facilitar la gestión de informes de vigilancia y alertas.

En el apéndice A se proporciona una lista de campos que suelen incluirse en el inventario de un CMMS para la GTS. En el cuadro 1 se muestran las tablas utilizadas habitualmente y sus campos asociados.

Cuadro 1. Tablas utilizadas habitualmente y campos relacionados

Tabla	Fields
Tipo de equipo	• Tipo de equipo • Procedimientos de inspección y mantenimiento preventivo (IMP) • Frecuencia de los IMP • Nivel de riesgo • Personal a cargo
Modelo de equipo	• Número de modelo • Número de serie • Lista de piezas • Código y nombre de las piezas • Procedimientos de IMP
Fabricante/vendedor	• Código y nombre del fabricante • Código y nombre del vendedor • Dirección electrónica, teléfono y dirección física del fabricante • Dirección electrónica, teléfono y dirección física del vendedor • Nombre de la persona de contacto del fabricante • Nombre de la persona de contacto del vendedor
Almacenes/repuestos	• Código y nombre del almacén • Código y nombre de las piezas • Número de pedido de las piezas
Personal	• Código de empleado • Nombre del empleado • Puesto del empleado • Nivel de acceso • Datos sobre la capacitación
Mantenimiento	• Número de inventario • Número de orden de trabajo • Proveedor del servicio de asistencia • Código del ingeniero de servicio • Código y nombre de la avería • Procedimientos de IMP
Establecimiento de atención de salud	• Código y nombre del centro • Código y nombre del edificio • Código y nombre del departamento • Tipo de centro

3.2 Módulos

Un módulo es un conjunto de tablas y pantallas de datos. El módulo de inventario, por ejemplo, se compone de las tablas de: “tipo de equipo”, “información sobre el fabricante” y “ubicación del equipo”. En las secciones siguientes se describen los módulos básicos de un CMMS.

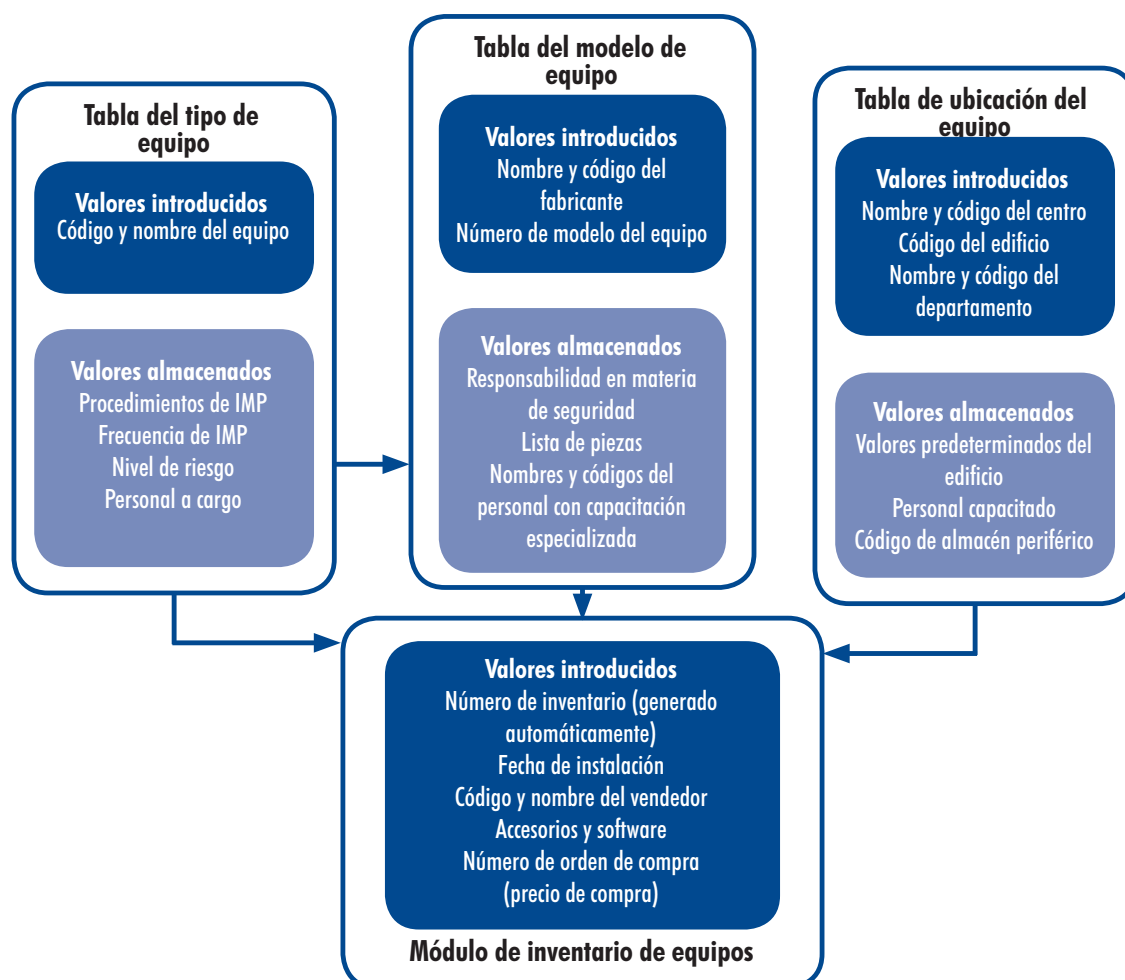
3.2.1 Módulo de inventario de equipos¹

El módulo del inventario es el núcleo de todo CMMS y el primero que se desarrolla. Por tanto, es muy importante incluir todos los campos necesarios para que la GTS sea eficaz. Cuando se añade un equipo nuevo al inventario, éste se registra en la base de datos del CMMS por medio de una pantalla de introducción de datos.

¹ Si desea información detallada sobre la elaboración de un inventario, consulte el documento *Introducción a la gestión de inventarios de equipo médico* de esta serie técnica.

En la figura 2 se presenta la infraestructura de tablas básica correspondiente a un módulo de inventario de equipos. Se muestran tres tablas que aportan información a la lista final del inventario. Para crear registros de inventario correspondientes a equipos nuevos es habitual basarse en valores predeterminados almacenados, ya que se reduce el tiempo necesario para introducir los datos y se evitan errores humanos. Por ejemplo, la tabla que contiene información sobre el tipo de equipo incluye valores almacenados previamente, como los procedimientos de inspección y mantenimiento preventivo (IMP) pertinentes, el nivel de riesgo y el personal a cargo de cada tipo de equipo médico. Por tanto, solo es necesario introducir el código de un equipo nuevo en la tabla de equipos y se añadirán al inventario todos los valores almacenados previamente asociados a este código. De forma análoga, las demás áreas ilustran

Figura 2. Infraestructura de tabla correspondiente a un módulo de inventario de equipos



los valores predeterminados asociados al modelo de equipo, la ubicación del equipo médico y el número de inventario, respectivamente. Esto permite crear los módulos con la máxima eficiencia y mantener la integridad de los datos (3). Aunque es preciso invertir tiempo inicialmente en la creación de tablas de codificación antes de poder añadir los datos del inventario, el ahorro a largo plazo en términos de tiempo y errores evitados es significativo.

3.2.2 Módulo de inventario y gestión de repuestos

El módulo de gestión de piezas es una extensión del módulo de inventario que sirve para realizar el seguimiento de los repuestos relacionados con los equipos y ayudar a mantener los niveles de existencias.

Pueden almacenarse piezas comunes a diversos equipos diferentes, como fusibles, cables, pilas y componentes electrónicos básicos, así como las que son más específicas de un modelo concreto, como tarjetas de circuitos, fuentes de alimentación, tubos de rayos X y sondas ecográficas. En el inventario de piezas podrían incluirse los campos siguientes:

- descripción (nombre) de la pieza
- número de almacén (inventario)
- nombre del fabricante, número de serie y de la pieza
- enlace al modelo de equipo
- nivel mínimo de existencias
- nivel de existencias actual
- lugar de almacenamiento de la pieza
- precio y fecha de compra

En función del grado de avance tecnológico del sistema, estos datos se pueden introducir de forma manual o mediante la lectura de un código de barras específico de la pieza, que rellenará los campos pertinentes de la base de datos. Los datos pueden servir para generar pantallas que:

- avisen al usuario cuando se alcancen niveles mínimos de existencias de piezas concretas;
- creen informes relativos a la frecuen-

cia de la sustitución de las piezas, lo que puede ayudar a prever los calendarios de mantenimiento y los niveles de existencias futuros;

- enumeren todas las piezas necesarias para ciertos equipos; o
- informen sobre el consumo de piezas reutilizadas.

Algunos CMMS realizan de forma totalmente automática todas las fases de la gestión de piezas, desde la adquisición hasta la entrega, la prueba de aceptación y el uso.

3.2.3 Módulo de mantenimiento²

El módulo de mantenimiento ayuda al usuario del CMMS a gestionar de forma eficaz su calendario de mantenimiento. En la figura 3 se muestra un esquema de la integración del CMMS con un sistema de mantenimiento normal en un hospital. Como ilustra esta figura, el CMMS puede emplearse tanto para el mantenimiento preventivo planificado como para el mantenimiento correctivo.

Mantenimiento preventivo planificado

Con la información adecuada, el sistema computarizado puede calcular cuándo será preciso realizar el mantenimiento de un equipo y aconsejar qué piezas podría ser preciso encargar y cuándo. Además, el programa puede controlar el proceso de mantenimiento y registrar la fecha en que se haya realizado. En este módulo pueden ser necesarios los campos siguientes:

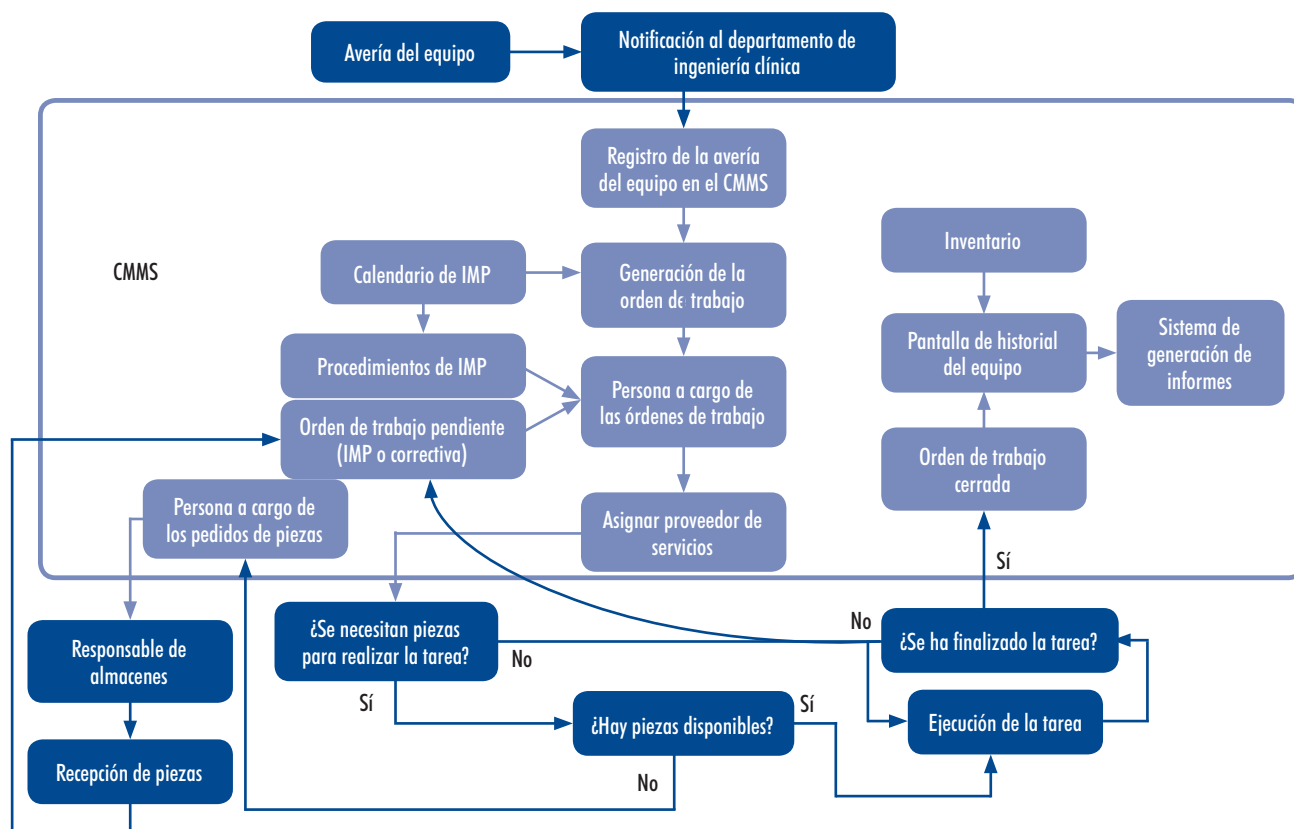
- procedimientos de inspección y mantenimiento preventivo para equipos específicos;
- calendario de inspección y mantenimiento preventivo de equipos específicos;
- frecuencia de las averías del equipo;
- estimación del número de horas de funcionamiento del equipo.

Mantenimiento correctivo

Cuando el usuario de un equipo informa de un problema en un equipo, el departa-

² Para obtener más información sobre la planificación, la gestión y la puesta en práctica del mantenimiento, consulte el documento *Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos* de esta serie técnica.

Figura 3. Diagrama de flujo de la gestión de órdenes de trabajo



mento de ingeniería clínica puede registrar la avería en el CMMS. El programa generará automáticamente una orden de trabajo y permitirá que el responsable del sistema asigne un técnico a la tarea. El CMMS puede aportar información sobre la carga de trabajo, la formación y los conocimientos especializados de cada técnico para ayudarle a tomar esta decisión. Si en una evaluación inicial de la avería se detecta que se necesita una pieza concreta para finalizar la tarea, el sistema computarizado puede registrar este hecho y proporcionar la información necesaria para realizar el pedido de la pieza. Una vez finalizada la tarea de mantenimiento, se puede registrar el estado del equipo en el sistema.

Pueden asignarse niveles de prioridad del mantenimiento, ya sea preventivo o correctivo, que hay que llevar a cabo relacionados con el riesgo del equipo, su valor estratégico para el establecimiento de atención de salud y la disponibilidad de equipos auxiliares. Además, se pueden generar formularios de órdenes de trabajo de mantenimiento, en formato electrónico o impreso, que incluyan los procedimientos

de mantenimiento pertinentes que han de llevarse a cabo para completar la orden de trabajo (3,4).

3.2.4 Módulo de gestión de contratos

El módulo de gestión de contratos se utiliza para realizar el seguimiento de todos los servicios de mantenimiento prestados por entidades externas. Los principales factores que hay que controlar son el costo y el desempeño, tanto de los proveedores como de los equipos.

Si el equipo médico esté amparado por un contrato, ya sea de garantía, de servicio completo o de servicio de asistencia parcial, el proveedor está obligado a prestar asistencia técnica al equipo durante un período acordado. El CMMS puede generar automáticamente alertas dirigidas al proveedor de un equipo del que se haya registrado en el sistema una avería o que cuya inspección y mantenimiento preventivo estén programados. Las condiciones de todos los contratos y los costos relacionados

deben almacenarse en el sistema a efectos de referencia.

Si es posible, es conveniente conectar el CMMS con el sistema informático del departamento de contabilidad. De ese modo, todos los pagos efectuados a proveedores externos podrán aprobarse de forma electrónica a través del sistema informático financiero principal de la institución sanitaria. Si no es posible, se pueden imprimir desde el CMMS formularios de aprobación para su comunicación al departamento de contabilidad.

3.3 Pantallas e informes

Una pantalla permite que el usuario añada, recopile y analice datos de una selección de campos, tablas y módulos en una interfaz sencilla. Por ejemplo, la pantalla del “historial del equipo” es un conjunto de datos procedentes de diversos módulos que resumen la actividad de la GTS relacionada con un equipo concreto. Esta es la función principal del CMMS e incluye información como los datos del inventario, las actividades

de mantenimiento, los pormenores de las órdenes de trabajo, los repuestos utilizados y sus costos, e información sobre las órdenes de retirada del servicio. Las pantallas permiten generar informes que ayudarán a controlar las actividades relacionadas con la gestión de los equipos médicos. Estos informes ayudarán a los responsables del sistema de GTS a evaluar su desempeño general. En el apéndice B se muestran capturas de pantalla de CMMS típicos, por ejemplo una pantalla de historial de un equipo.

Al igual que las demás funciones del CMMS, los informes generados pueden ser patrones predefinidos o se pueden personalizar para una aplicación o uso concreto. Una interfaz de fácil manejo permite al usuario seleccionar la información de la base de datos que desearía extraer y analizar. Los datos generados se pueden exportar a otros programas, como Excel, Access y Fox Pro, para realizar evaluaciones o presentaciones adicionales.

En el cuadro 2 se describen ejemplos de los tipos de informes que puede generar un CMMS.

Cuadro 2. Tipos de informes que puede generar un CMMS

Tipo de informe	Ejemplos
Lista	- Listas de equipos por establecimiento de atención de salud, departamento o fabricante - Listas de averías provocadas por los operarios en un departamento o establecimiento de atención de salud concreto - Listas de órdenes de trabajo realizadas por empleados específicos de ingeniería clínica - Listas de todas las existencias recibidas el mes anterior
Resumen	- Informes sobre equipos específicos para controlar el trabajo realizado en un equipo, registrar los tiempos de inactividad, en su caso, y evaluar la disponibilidad general del dispositivo - Informe de tipo panel, que ofrece una visión general del funcionamiento del programa de GTS. En la información presentada pueden incluirse indicadores clave del desempeño, como el tiempo medio entre averías, el tiempo de inactividad y el tiempo de respuesta
Actividad	- Actividades de mantenimiento de centros sanitarios o departamentos seleccionados - Actividades de mantenimiento de un equipo específico
Flujo de trabajo	- Órdenes de trabajo de mantenimiento correctivo - Calendario de mantenimiento preventivo planificado - Actividad de cada miembro del personal con respecto a las órdenes de trabajo pendientes de completarse - Próximas inspecciones, sustituciones de piezas, actualizaciones, etc.
Recursos humanos	- Horas de trabajo anuales o mensuales del personal - Tiempo de respuesta del personal a las órdenes de trabajo y tiempo empleado en el diagnóstico de la avería - Horas de trabajo y datos de los proveedores de servicios
Económico	- Costo del equipo durante su ciclo de vida - Proporción entre el costo del servicio de mantenimiento y el valor del equipo
Reglamentación	- Resumen de las órdenes de retirada de dispositivos médicos - Información sobre averías de los equipos e informes sobre eventos adversos

4 Puesta en práctica de un CMMS

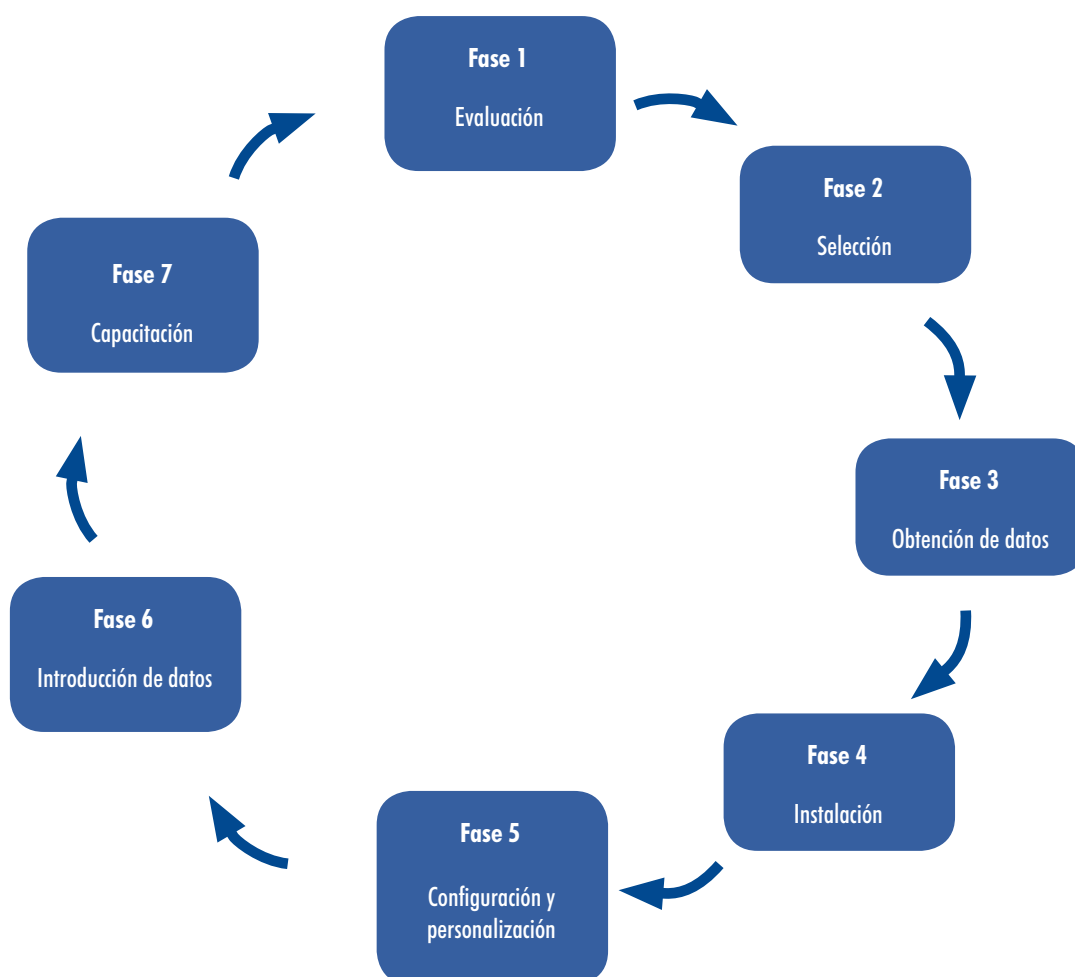
El personal de ingeniería clínica debe participar en todo el proceso de planificación y puesta en práctica de un CMMS. En la figura 4 se resume un proceso básico de puesta en práctica de un CMMS en siete pasos.

4.1 Evaluación

Es importante realizar un estudio de viabilidad para evaluar y valorar la necesidad de poner en práctica un CMMS. Durante esta fase, se lleva a cabo un análisis completo y se define el alcance del sistema. Se adoptan decisiones relativas a la función del sistema y se

determina qué datos se necesitan para cumplir esta función (3,4,7). Este análisis puede utilizarse para elaborar una especificación técnica clara del CMMS que incluya todas las características obligatorias y optativas. En esta etapa también podrán tenerse en cuenta otros factores como la infraestructura informática actual, la estructura del sistema de GTS existente, el nivel de capacitación del personal, el número de centros sanitarios que usarán el sistema y el nivel de aceptación del personal (3). También es conveniente identificar los obstáculos que podrían encontrarse al poner en práctica el sistema.

Figura 4. Diagrama de flujo de la puesta en práctica de un CMMS



4.2 Selección

Con un CMMS, un programa de GTS puede prescindir totalmente del papel o estar totalmente automatizado. Por lo tanto, el número de características incluidas en un CMMS puede variar y la selección de dichas características se basará en las necesidades del usuario, que puede estar interesado en una automatización total del sistema de gestión o solo parcial. Una vez determinadas las especificaciones de un sistema, se podrá seleccionar un programa informático adecuado, ya sea uno comercial, uno personalizado para las necesidades del establecimiento de atención de salud o uno diseñado específicamente para el usuario.

4.2.1 Programas comerciales

En el mercado hay varios CMMS comerciales, con diversas características. La mayoría de los CMMS comerciales ofrecen la opción de usar una agenda electrónica (PDA) y un lector de código de barras que permiten la automatización total del sistema de GTS. También son cada vez más comunes los sistemas de identificación por radiofrecuencia y es posible que pronto se integren en los CMMS típicos. Por consiguiente, es importante asegurarse de que el programa cuente con la flexibilidad suficiente para satisfacer las necesidades concretas del departamento de ingeniería clínica en el que se va a usar. La selección de un CMMS rígido y que obligue al usuario a alterar significativamente su flujo de trabajo dará resultados poco satisfactorios. Por tanto, conviene comparar los procedimientos de GTS vigentes con los del CMMS que se está analizando. En el apéndice C se proporciona un cuadro de especificaciones que deberán completar los proveedores y que se puede utilizar para facilitar el proceso de selección. Además de estas especificaciones, es importante tener en cuenta la reputación y la experiencia del proveedor en la automatización de programas de GTS y el número de centros sanitarios que usarán el CMMS.

A la hora de seleccionar un CMMS, es importante tener en cuenta su costo final y total. Además de los costos iniciales, deben tenerse en cuenta gastos ocultos, como las cuotas anuales de la licencia, las cuotas por almacenamiento de un volumen de datos adicional, las cuotas de las actualizaciones, las de uso de contraseñas y los costos del servicio de asistencia técnico. Tanto si se trata de un producto diseñado a medida o de un producto comercial, deberán definirse y documentarse claramente las responsabilidades del proveedor durante todas las fases de la puesta en práctica del CMMS. En el apéndice D se muestra, a modo de ejemplo, el contenido de una solicitud de oferta y de el formulario de ofertas de un proveedor. En el apéndice E figura una relación no exhaustiva de proveedores de CMMS.

4.2.2 Programas de código abierto

Existen varios CMMS de código abierto desarrollados por distintas instituciones o personas. En el apéndice F se ofrece una lista de este tipo de CMMS y sus sitios web. El problema general que plantean los CMMS de código abierto es la falta de asistencia técnica y actualizaciones, además de los gastos ocultos derivados de la asistencia técnica.

4.2.3 Programas desarrollados a nivel local

Si ningún programa comercial se adecua a las necesidades del usuario, un equipo de software interno o un contratista puede desarrollar un CMMS a nivel local. Si se decide contar con un equipo interno, es importante reunir a un equipo de profesionales que se ocupe de definir los requisitos del programa, someterlo a pruebas y, en su momento, ocuparse de su mantenimiento y actualización. Si no se va a poder contar con este tipo de asistencia a largo plazo, es preferible contemplar la posibilidad de recurrir a un contratista externo o de adquirir un producto comercial. En cualquier caso, el personal tendrá que dedicar durante el desarrollo del programa una cantidad de tiempo considerable al diseño y pruebas

del sistema. Las tareas adicionales que se prevea que tenga que realizar el personal deberán planificarse teniendo presente su actividad laboral normal. Una vez diseñado el programa, la institución deberá asegurarse de que el código fuente se actualice y almacene de forma segura.

Con el fin de aprovechar las experiencias de otros, antes de diseñar un programa a nivel local conviene examinar la bibliografía sobre CMMS producidos a nivel local y comercial (3). En el apéndice G se propone una secuencia de pasos que han de darse al diseñar un CMMS a nivel local. Una vez realizado el diseño básico, se ejecuta el procedimiento automatizado con datos de prueba y se mejora el conjunto del diseño teniendo en cuenta las observaciones de los usuarios del sistema. Este proceso se repite para todas las actividades y, una vez que se han automatizado todas, se somete el conjunto del sistema a pruebas de funcionamiento hasta que se hayan examinado todas las observaciones y resuelto todos los problemas.

En el cuadro 3 se resumen las ventajas y desventajas del desarrollo a nivel local de un CMMS.

En general, la decisión de desarrollar un CMMS a nivel local solo está justificada cuando los programas comerciales no cumplen los requisitos específicos del establecimiento de atención de salud y la puesta en práctica de sistemas comerciales conllevaría cambios drásticos en la GTS.

4.3 Obtención de datos

Antes de poner en práctica un CMMS, se debe realizar un estudio y un análisis exhaustivos de todos los datos disponibles. Parte de la información podrá obtenerse del establecimiento de atención de salud, pero podrá ser necesario recopilar también datos de otras fuentes.

Cuadro 3. Ventajas y desventajas de un CMMS desarrollado a nivel local

Ventajas	Desventajas
El sistema se adapta para satisfacer las necesidades concretas de la institución sin que sea necesario modificar ninguno de los procedimientos o funciones del departamento.	Hay limitaciones con respecto a la realización de pruebas del sistema y a la recopilación de observaciones de los usuarios. En cambio, los programas comerciales pueden someterse a pruebas profesionales completas antes de su comercialización. Además, cuentan con acceso a numerosos usuarios y pueden organizar conferencias para recabar sus observaciones.
El sistema se puede modificar constantemente, conforme vayan surgiendo necesidades nuevas.	En ocasiones, el código fuente de los CMMS desarrollados a nivel local presenta deficiencias, lo que ralentiza el sistema.
La institución es la propietaria única del código fuente si está bien escrito y actualizado.	El desarrollo puede llevar mucho más tiempo que la adaptación de un programa comercial.
Es fácil diseñar informes nuevos atendiendo a las solicitudes del departamento de ingeniería clínica o los responsables del establecimiento de atención de salud.	El sistema depende del personal informático y los demás empleados que han participado en su desarrollo, de modo que cuando estas personas abandonen la institución podrían perderse conocimientos.
El personal conoce mejor el sistema, ya que ha participado en su desarrollo.	Hay costos recurrentes que deben abonarse a una persona, equipo de personas o empresa para que continúe desarrollando y actualizando periódicamente el programa.

Fuente: Cohen T et al. (2003) (3)

4.4 Instalación

Antes de instalar el sistema, se designa un administrador que estará a cargo del mantenimiento técnico del sistema y de la gestión de la seguridad de los datos.

El CMMS se puede poner en práctica como sistema completo, por módulos individuales, por tipo de equipo o por ubicación. Esta decisión compete al departamento de ingeniería clínica y dependerá de los recursos disponibles.

El programa se instala en el servidor del establecimiento de atención de salud o en el computador personal de cada usuario. También se deben instalar y configurar todos los equipos informáticos periféricos, como impresoras en línea y escáneres.

4.5 Configuración y personalización

La configuración y personalización a los mecanismos y procedimientos existentes se realiza antes de la introducción de los datos en el sistema. La configuración del sistema puede abarcar aspectos tales como un flujo de trabajo sencillo, el acceso y la seguridad, y las preferencias del usuario. La personalización hace referencia a los requisitos funcionales técnicos del sistema, como son la adaptación de las pantallas y tablas, el flujo de trabajo específico del centro y los campos de datos adicionales (3,8).

4.6 Introducción de datos

Esta fase comprende la introducción inicial de datos en campos comunes, como el número de modelo del equipo, el código de inventario, los recursos humanos, la ubicación del equipo, la información sobre el fabricante y las clasificaciones basadas en sistemas de nomenclatura. En esta etapa también se establecen los niveles de seguridad de los usuarios y

las contraseñas asociadas, así como los niveles y tipos de acceso (3,8). Se recomienda que sea el personal de ingeniería clínica quien realice la tarea de alimentar la base de datos, dado que conocen los términos empleados.

Una vez introducido un primer conjunto de datos, se puede probar la funcionalidad completa del sistema. Han de probarse, entre otras, las funciones de creación de solicitudes de mantenimiento, generación de órdenes de trabajo, realización de las órdenes de trabajo, pedidos de repuestos y generación de informes. La introducción de datos puede completarse cuando se haya comprobado que el CMMS funciona debidamente (3,7).

4.7 Capacitación

Es importante que todos los empleados del departamento de ingeniería clínica conozcan y dominen plenamente todas las funciones del CMMS. Es conveniente iniciar la capacitación del personal en las primeras etapas de la puesta en práctica para aumentar la aceptación del sistema por parte del personal y mejorar su confianza. Con el fin de responder a las expectativas, también conviene impartir capacitación básica genérica sobre el manejo de bases de datos a miembros directivos clave del departamento de ingeniería clínica. Tras la instalación y pruebas del sistema, se realiza la formación de los usuarios específicos. Si se prevé que otros empleados, como el personal clínico y de enfermería, usarán el sistema, se les deberá proporcionar capacitación adicional. Es muy aconsejable realizar un examen periódico para valorar y evaluar las necesidades de capacitación, ya que la curva de aprendizaje asociada al uso de dichos sistemas suele ser pronunciada.

La mayoría de los proveedores de CMMS proporcionan manuales completos de sus sistemas, e incorporan un menú de ayuda para su mayor facilidad de uso. Algunos

sistemas también cuentan con ayuda en línea. Conviene señalar que la puesta en práctica de un CMMS es más eficaz si la asistencia se proporciona en el idioma local, y que la mayoría de los CMMS comerciales cuentan con asistencia en diversos idiomas.

4.8 Seguimiento y control del desempeño

El seguimiento continuo del sistema permite garantizar que este contribuye directamente a la mejora y el funcionamiento eficaz del programa de GTS. Han de controlarse los elementos siguientes:

- la capacidad del sistema de generar de forma eficaz todos los indicadores de desempeño necesarios para el programa de GTS, como el tiempo de inactividad y el cumplimiento del programa de inspección y mantenimiento preventivo;
- la evaluación de la velocidad de actividades como la generación de informes y la introducción de datos;
- la facilidad de uso y la satisfacción de los usuarios (datos recopilados mediante un cuestionario).

Además de lo anterior, los principales proveedores celebran conferencias anuales donde recaban opiniones de los usuarios que luego analizan para mejorar sus sistemas.

4.9 Documentación de un CMMS y copias de seguridad

El departamento de ingeniería clínica debe conservar una documentación clara, exacta y completa de todos los componentes del sistema, con todos los pormenores relativos al hardware, el software, los procedimientos operativos, las actualizaciones y las políticas en materia de copias de seguridad. En los programas personalizados, debe documentarse y actualizarse el código fuente cada vez que se actualice el sistema. Diversos CMMS usan sistemas de código abierto o el código fuente se entregan con el programa con el fin de evitar problemas relativos a los derechos de propiedad y complicaciones relacionadas con el código (3,7).

Es aconsejable establecer una política de copias de seguridad periódicas, con el fin de proteger los datos en caso de emergencia o bloqueo del sistema. Pueden realizarse copias de seguridad automáticas en más de un soporte de almacenamiento; si no fuera posible, bastaría con realizar manualmente una copia de seguridad diaria. Además de todas las políticas en materia de copias de seguridad y recuperación, se recomienda usar, siempre que sea posible, servidores espejo (que contienen una imagen del servidor principal) para mejorar la seguridad de los datos.

5 Instalación en red de un CMMS

En función de la infraestructura informática disponible y del tamaño del departamento de ingeniería clínica, el CMMS se puede conectar en red de diversas maneras. En general, hay dos opciones de instalación principales: local

(*on-premise*) y a petición (*on-demand*) (5). En el cuadro 4 se explican las características de estas soluciones y las opciones de conexión en red disponibles para cada una.

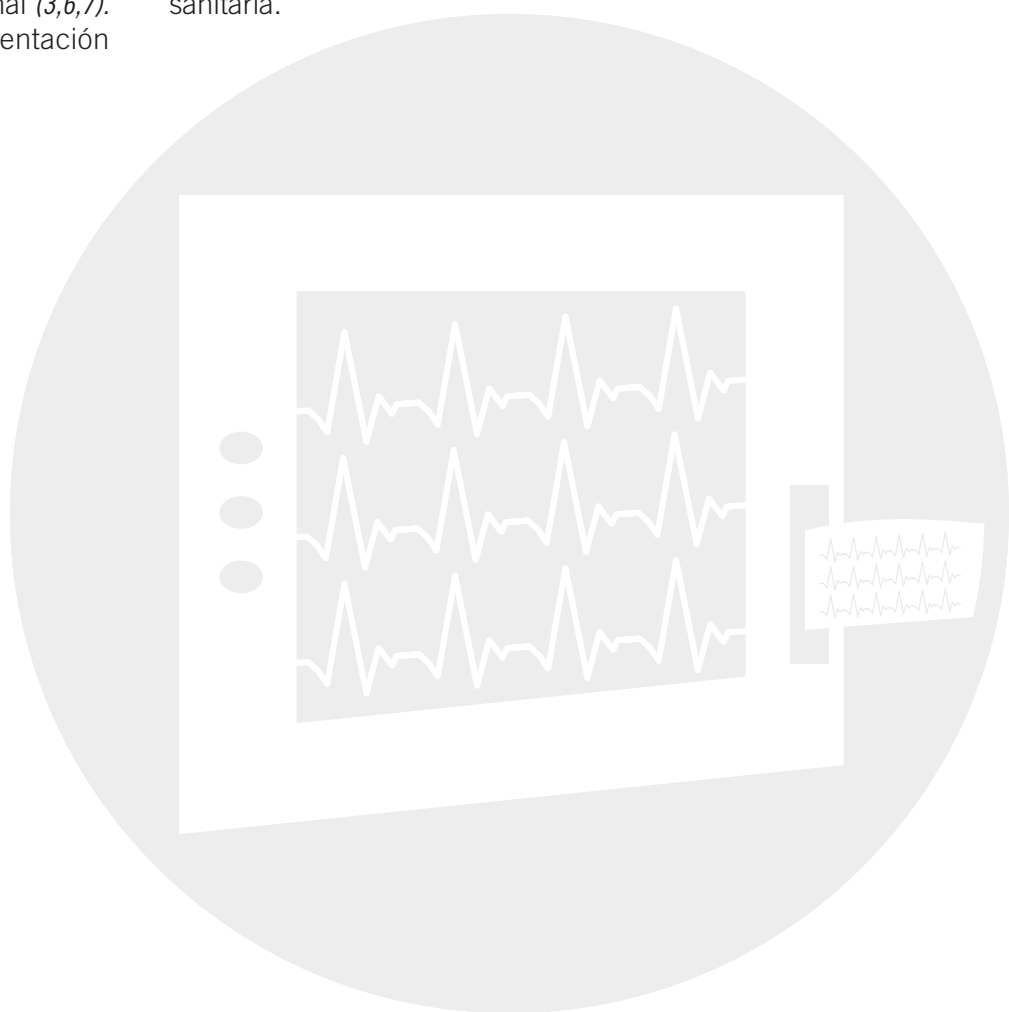
Cuadro 4. Tipos de instalación de un CMMS y opciones de conexión en red relacionadas

Tipo de instalación	Descripción	Características	Opciones de conexión en red
Local	El CMMS se instala y ejecuta en el establecimiento de atención de salud	- El cliente es responsable de la infraestructura tecnológica - El cliente paga por la licencia para usar y personalizar el programa - El cliente puede personalizar características y funciones para satisfacer sus requisitos - El cliente tiene control pleno de la infraestructura y los datos	- Sistema básico instalado en una estación de trabajo independiente, que resulta útil solo en pequeños talleres en hospitales pequeños - Sistema instalado en la red de área local (LAN) del departamento de ingeniería clínica - Instalación a través de Internet en las instalaciones del cliente (solución de autohospedaje en línea) - Arquitectura abierta con integración en otras aplicaciones en plataformas parecidas o diferentes - Integrado mediante tecnologías web estándares de Microsoft
A petición	Software como servicio (SAAS, del inglés Software As A Service)	- El proveedor proporciona licencias de la aplicación a múltiples clientes - El proveedor se encarga de gestionar la infraestructura y la aplicación - El sistema se entrega a través de Internet - El usuario no se ocupa del mantenimiento del hardware ni del software - El cliente paga por el acceso a la aplicación	- Aplicación totalmente basada en Internet que no requiere su instalación en equipos del cliente - Instalación a través de Internet (solución de hospedaje en línea) - Arquitectura abierta con integración en otras aplicaciones en plataformas parecidas o diferentes - Integrado mediante tecnologías web estándares de Microsoft
	SAAS personalizado	SAAS en versión personalizable	

6 Observaciones finales

Tanto en forma de programa comercial como si se diseña a medida, un CMMS aporta diversas ventajas. El personal tiene que dedicar mucho menos tiempo a la introducción de datos, el seguimiento y la generación de informes de mantenimiento; reduce al mínimo la posibilidad de que se produzcan errores humanos; y permite un control más eficaz de los indicadores del desempeño y de la productividad del personal (3,6,7). El CMMS proporciona documentación

electrónica de los inventarios, pruebas, reparaciones, mantenimiento e historiales de los equipos. Si se pone en práctica correctamente, los centros sanitarios y sus departamentos de ingeniería clínica pueden usarlo como herramienta eficaz para complementar los programas que ya aplican y mejorar la gestión global de la tecnología; además, contribuye a aumentar la eficacia de la atención sanitaria.



7 Referencias

1. Cohen T. Computerized maintenance management system. *Journal of Clinical Engineering*, 2001, 26:200–211.
2. *Duke University Health System, Clinical Engineering*. Durham, NC, Duke University Health System Department of Clinical Engineering, 2010 (http://clinicalengineering.duhs.duke.edu/modules/ce_pols/index.php?id=1).
3. Cohen T et al. *Computerized maintenance management systems for clinical engineering*. Arlington, Association for the Advancement of Medical Instrumentation, 2003.
4. Barta RA. A computerized maintenance management system's requirements for standard operating procedures. *Biomedical Instrumentation and Technology*, 2001, 35(1):57-60.
5. *On-demand or on-premise: Understanding the deployment options for your new business management system* (White Paper). Richmond, Sage North America, 2009.
6. ECRI Institute (<http://www.ecri.org>).
7. Artículos no publicados de la Dirección de Ingeniería Biomédica del Ministerio de Salud de Jordania (<http://www.dbe.gov.jo>).
8. Datos disponibles en el CMMS de Maintenance Connection (http://www.maintenanceconnection.com/mcv18/online/mc_home.htm).

8 Recursos útiles

Medical equipment management manual. Arlington, VA, Association for the Advancement of Medical Instrumentation, 2005.

Cram N. Computerized maintenance management systems: a review of available products. *Journal of Clinical Engineering*, 1998, 23:147–223.

Kullolli I. Selecting a computerized maintenance management system. *Biomedical Instrumentation & Technology*, 2008, 42:276–278.

Mobarek I et al. Enhanced performance and cost-effective clinical engineering system for Jordan. *Journal of Clinical Engineering*, 2005, 30:42–55.

Mobarek I et al. Fully automated clinical engineering system. *Journal of Clinical Engineering*, 2006, 31:46–60.

Staker T. A paperless computerized management information system for clinical engineering. En: Cohen T et al, eds. *Computerized maintenance management systems for clinical engineering*. Arlington, VA, Association for the Advancement of Medical Instrumentation, 2003.

Wickens CD, Sallie EG, Yili L. *An introduction to human factors engineering*. Nueva York, Addison-Wesley Educational Publishers, 1998.

Apéndice A

Campos que suele comprender un inventario de equipos médicos

Campo	Descripción
Número de inventario del equipo	Número exclusivo asignado por un establecimiento de atención de salud para identificar equipos concretos
Código de clase y descripción del equipo (tipo)	Código que describe el equipo en términos del sistema de nomenclatura correspondiente
Nombre del fabricante y código generado por el CMMS	Nombre del fabricante del equipo y código que identifica al fabricante
Número de modelo	Código asignado por el fabricante para identificar el modelo del equipo
Número de serie del fabricante	Código asignado por el fabricante que facilita la identificación del equipo en una orden de retirada; también sirve para buscar el equipo si se elimina el número de inventario
Versión de software en uso	Nombre del programa informático (software) que utiliza el dispositivo; ayuda a identificar los dispositivos afectados por una orden de retirada; también sirve para determinar en qué equipos es preciso actualizar el software
Nombre y código del proveedor (vendedor)	Nombre del proveedor del equipo y código que lo identifica
Descripción y código de la ubicación	Edificio, departamento o sala en la que está instalado el equipo, y código que identifica dicha ubicación
Precio de compra	Importe exacto abonado por el equipo y divisa en que se realizó el pago
Fecha de instalación	Fecha en la que el personal médico y los ingenieros clínicos aceptaron oficialmente el equipo y lo pusieron en funcionamiento
Fecha de caducidad de la garantía	Fecha en la que caduca la garantía; suele indicarse en la orden de compra
Referencia del procedimiento de inspección y mantenimiento preventivo	Código que asigna el procedimiento específico de inspección y mantenimiento preventivo del equipo, con indicación de la frecuencia anual con que ha de aplicarse el procedimiento
Entidad responsable del mantenimiento	Nombre y código de la institución o departamento responsable del mantenimiento del equipo, que puede ser un taller externo, central o periférico o una organización
Indicador de estado	Indica el estado actual del equipo (por ejemplo: operativo, fuera de servicio, en espera de repuestos, pendiente de sustitución)
Otros campos personalizables	Campos pertinentes en función del programa de gestión técnica particular

Apéndice B

Ejemplos de capturas de pantalla de un CMMS¹

Historial del equipo

The screenshot shows the 'Equipment Control' window with the 'Information' tab selected. The interface is divided into several sections:

- Name Plate:** Tag/Asset (150), Description (Defibrillator), Type (Defibrillators), Serial No. (124789214), Manufacturer (Cardiovascular Products, Inc.), Model (345-0842113577), Model Name (Life Pack 6), and Orig. Manufacturer (Cardiovascular Products, Inc.).
- Administration:** Cost Center (Cardiac Care Unit), Responsible Center (Cardiac Care Unit), Risk/Inclusion Factor (19), Location (Emergency Room), as of (04/03/2006), In Service (04/03/2006), Status (In Use), as of (04/03/2006), Condition (Good), and as of (05/01/2006).
- Purchase Information:** Supplier (Cardiovascular Products, Inc.), Purchase Order (9100085), Purchase Cost (6000.00), and Estimated Acquisition Cost.
- Service Information:** Warranty Expires (07/31/06).

At the bottom, there are buttons for OK, Previous, Next, Undo, and Save.

Orden de trabajo

The screenshot shows the 'Work Order Control' window with the 'Request' tab selected. The interface includes a menu bar (File, Folder, Edit, View, Tools, Transfer, Archive, Morning News, Reports, Help) and a toolbar on the left. The main form contains the following sections:

- Request:** Work Order (56154), Date (30/07/2009), Time (15:14), Status (Open), and Type (CM).
- Reason:** Requester (Rob Davies), Contact (Rob Davies), and Problem (Will not charge).
- Item Information:** Tag (5678), Type (Defibrillators, Ex), Model/Serial (HEARTSTREAM), Building (District General Hospital), Cost Centre (Cc-Bedwen Ward), Location (Outpatients Reception), and Condition/Status (Good-1, In Service).
- Dispatch:** Job Type, Service Dept. (Clinical Engineering), Specialty, Employee, Priority/Est. Time (0 Priority Level, 0.00), and Due Date/Time (30/07/2009, 15:14).

At the bottom, there are buttons for OK, Previous, Next, Undo, and Save.

¹ Reproducción autorizada del sitio web de ECRI Institute (6).

Apéndice C

Tabla de especificaciones del proveedor

Los proveedores pueden rellenar un cuadro similar a este, pero pueden incluir, si lo desean, características adicionales. El usuario completa los requisitos mínimos en función de su situación específica. Los que se muestran en el cuadro siguiente son sólo ejemplos.

Especificación técnica	Requisitos mínimos	Especificaciones del proveedor
Información sobre el proveedor	Especifique el nombre, la dirección y el país de origen	
¿Está el proveedor especializado en CMMS específicos para tecnologías sanitarias?	Responda sí o no	
Nombre o número de versión del CMMS	Obligatorio	
Lugares de comercialización	Proporcione una lista completa de países, hospitales, etc.	
Normas de calidad admitidas	Especifique cuáles	
Año de la primera venta	Indique el año y de la primera venta y el lugar de: - la primera versión vendida del CMMS - la versión comercializada actualmente	
Fácil de utilizar y con una curva de aprendizaje mínima	Obligatorio; proporcione una explicación	
Asistencia para la capacitación	Obligatorio; proporcione una explicación	
Sistema de nomenclatura	Obligatorio; especifique cuál	
Número de usuarios	Especifique el límite máximo	
Grupos de acceso/niveles de seguridad	Obligatorio	
Biblioteca de documentos	Editor de documentos y HTML	
Contabilidad/elaboración de presupuestos	Preferido	
Precio	Indique claramente el precio, incluidos todos los componentes, como la cuota de suscripción anual y el costo de la licencia	
Interfaz del sistema de financiación automatizado	Preferido	
Gestión del inventario	- Módulo de gestión del inventario - Seguimiento de código de barras - Registro y seguimiento en línea	

Especificación técnica	Requisitos mínimos	Especificaciones del proveedor
Módulo de gestión de piezas	- Control de inventario - Pedido al alcanzarse el nivel mínimo de existencias - Pedido de repuestos - Elaboración de presupuestos - Intercambio de piezas	
Módulo de órdenes de trabajo	- Persona a cargo de las órdenes de trabajo - Programación - Prioridad - Gastos de mantenimiento (por ejemplo, tiempo de trabajo, repuestos, etc.) - Campos integrados - Campos personalizados	
Gestión de contratos	Obligatorio	
Módulo de gestión de proyectos	Obligatorio	
Generación de órdenes de compra	Obligatorio	
Solicitud de órdenes de trabajo a través de Internet por parte del personal clínico	Optativo	
Seguimiento de activos y órdenes de trabajo desde varios puntos	Obligatorio	
Cierre instantáneo de órdenes de trabajo mediante un lector de código de barras o una agenda electrónica (PDA)	Preferido	
Asistencia técnica	Todos los días de la semana, las 24 horas	
Diagnóstico a distancia	Obligatorio	
Actualizaciones del sistema	- Explique la política aplicable en este sentido y su costo - Se dará prioridad a las actualizaciones gratuitas o a los sistemas cuyo costo esté incluido en la cuota o licencia anual	
Gestión del mantenimiento	- Programación - Biblioteca (formularios) de inspección y mantenimiento preventivo - Formularios personalizables	
Gestión del ciclo de vida de los equipos	- Seguimiento de la compra - Evaluación - Recepción automática - Registro del historial completo de los equipos	
Sistemas operativos	Especifique cuáles	
Sistema integrado de generación de informes	- Generación de informes rápidos, habituales, técnicos y de gestión - Creación de informes personalizables	

Especificación técnica	Requisitos mínimos	Especificaciones del proveedor
Conciliación de facturas	Optativo	
Alertas y órdenes de retirada automáticas de equipos	Obligatorio	
Creación de tareas y eventos planificados	Obligatorio	
Impresión y envío por correo electrónico o fax de informes	Obligatorio	
Sistema de base de datos	Especifique cuál	
Aspectos relativos al entorno local	Idioma, divisa y calendario local	
Instalación y conexión del CMMS necesarios	• Red de área local • Aplicación totalmente basada en Internet que no requiere su instalación en equipos del cliente • Instalación a través de Internet (solución de hospedaje en línea) o en las instalaciones del cliente (solución de autohospedaje en línea) • Arquitectura abierta con integración en otras aplicaciones en plataformas parecidas o diferentes • Conexión ampliable. (¿Se aplican el mismo diseño y arquitectura con independencia de si la aplicación tiene 10 o 10 000 usuarios?)	
Compatibilidad de red	Especifique el hardware y los sistemas operativos compatibles	
Prestación de asistencia en varios lugares	Obligatorio	
Uso por el CMMS del lenguaje SQL u otro	Responda sí o no	
Mecanismos de actualización	Especifique qué mecanismos se usan para evitar actualizaciones simultáneas o incorrectas	
Disponibilidad de funciones de importación y exportación	Especifique cuáles	
Otras características del sistema	Especifique cuáles	

Apéndice D

Ejemplo de una solicitud de oferta y del formulario de ofertas de un proveedor

La información siguiente se basa en documentos encontrados en el sitio web del ECRI Institute (6). Se presenta únicamente a efectos de referencia y deberá modificarse para adaptarse a las necesidades de CMMS particulares.

Solicitud de oferta

Todos los componentes informáticos del CMMS proporcionados por el proveedor formarán parte del CMMS normal que produce actualmente.

Todos los demás costos, como las cuotas de licencia para el uso de los componentes informáticos o la base de datos del proveedor, deben estar incluidos en el precio o cuota anual del CMMS ofertado.

Todos los componentes del CMMS suministrados conforme a los términos de la presente solicitud corresponderán a la última versión producida.

Si el proveedor tiene previsto detener la producción del CMMS al que se hace referencia en el presente documento y producir versiones mejoradas antes de la fecha de entrega, deberá informar inmediatamente, por escrito, al usuario de este hecho y ofrecerle la posibilidad de comprar la versión actualizada.

Todos los servicios de asistencia deberán ser prestados todos los días de la semana, 24 horas al día, por empleados cualificados que trabajen para el proveedor a tiempo completo.

La capacitación *in situ* debe impartirla un instructor cualificado del proveedor que no sea un representante de ventas. Esta capacitación deberá abarcar los aspectos necesarios para garantizar una utilización óptima del CMMS.

El orden de estos criterios de selección no refleja necesariamente su importancia relativa. Cabe esperar que cualquier proveedor que presente una oferta acredite cualificaciones, capacidades y experiencia amplias y sustanciales en el desarrollo, la instalación y la asistencia del CMMS, incluido el suministro de los mismos productos y la prestación de los mismos servicios a instituciones sanitarias de todo el mundo.

El usuario prevé seleccionar un proveedor basándose en la oferta recibida en respuesta a la presente solicitud y en cualquier otra información sobre el CMMS y el proveedor que pueda recabar de otras fuentes. El personal del usuario también podría visitar las instalaciones del proveedor. El usuario se reserva el derecho a excluir en su decisión definitiva la consideración de cualquiera de los factores mencionados o todos ellos.

Las ofertas deberán presentarse a más tardar en: [fecha].

Las ofertas se enviarán:

A la atención de:

Dirección electrónica:

Teléfono:

Fax:

Dirección física:

Fecha(s) de instalación del CMMS propuestas: [dd/mm/aaaa].

Formulario de ofertas de un proveedor

Precio

La primera sección de la oferta será la correspondiente al precio total ofertado, que abarcará todos los componentes del sistema incluidos en la compra, que comprenden la instalación, la puesta en funcionamiento, la capacitación, la realización de pruebas y las cuotas de licencia anuales del CMMS.

La evaluación del precio se basará en el costo total del CMMS durante un período de 10 años.

Instalación y calendario

Se deberá proponer un calendario de entrega e instalación del CMMS, en el que se incluya el tiempo necesario para la instalación, la puesta en funcionamiento y la realización de pruebas de aceptación por el proveedor y el usuario. Ambos deberán trabajar conjuntamente para instalar y manejar el CMMS en unidades piloto definidas por el usuario.

Pago

Deberán estipularse claramente las condiciones de pago propuestas del CMMS, incluidas, en su caso, las cuotas de cancelación y las opciones alternativas u ofertas que supongan un ahorro para los usuarios. El pago total por anticipado en el momento de la realización del pedido, por ejemplo, no es aceptable para el usuario. Además, se incluyen en las condiciones penalizaciones por la entrega, la instalación o la capacitación inadecuadas o fuera de plazo.

Sustitución

El proveedor proporcionará, sin ningún costo adicional, la versión más reciente del CMMS, o cualquier versión nueva generada por el proveedor entre la fecha de la adjudicación y la de la entrega que se adapte mejor a las necesidades del usuario. El proveedor deberá ocuparse de forma específica de las posibles diferencias técnicas.

Plan de puesta en práctica

Los proveedores deberán presentar los elementos principales del plan de puesta en práctica como parte de la oferta. También se espera que hagan una demostración del CMMS a petición del usuario.

Infraestructura informática necesaria

El proveedor proporcionará una descripción completa y exhaustiva de todos los requisitos informáticos (hardware y software) que se precisarán para la instalación y el funcionamiento del sistema.

Actualizaciones y mejoras

El proveedor suministrará una copia de su política correspondiente a las versiones del programa desarrolladas recientemente, a las modificaciones realizadas para mejorar el desempeño y la fiabilidad, y a los ajustes del diseño. El proveedor deberá indicar si tales modificaciones, actualizaciones y mejoras son gratuitas. Se favorecerá a los proveedores que ofrezcan actualizaciones y mejoras gratuitas.

Capacitación

Los proveedores ofrecerán una descripción detallada de la capacitación que vayan a impartir al personal de ingeniería clínica especificado por el usuario. Podría incluir una descripción de la duración y el formato del programa, de su contenido, de la cualificación de los instructores y de los documentos electrónicos o impresos. La descripción deberá tratar la necesidad de impartir la capacitación continua y la capacitación a usuarios nuevos que especifique el usuario durante la vida útil del CMMS.

Manual del operario

Los proveedores facilitarán un manual de funcionamiento totalmente descriptivo, en línea y en CD.

Asistencia técnica

Se incluirá una descripción de las capacidades de asistencia técnica en línea, local o regional, y se mencionará el número de miembros del personal de asistencia técnica y su cualificación, así como su capacitación, las ubicaciones de sus centros de operaciones, las ubicaciones del personal de asistencia y el tiempo de respuesta aproximado en casos de urgencia (tanto durante el horario laborable habitual como fuera de este).

Cuotas de suscripción anuales

Se debe incluir una descripción completa de las cuotas de suscripción anuales, en la que se especifique el período exacto que cubre, así como todos los términos, condiciones y tarifas, las mejoras y actualizaciones del sistema, el mantenimiento, la asistencia técnica y la licencia del software y cualquier otro aspecto que pudiera interesar al usuario a la hora de evaluar la oferta del proveedor. Habrá de indicarse claramente el precio de cada período anual y las penalizaciones en caso de que se produzcan retrasos en la respuesta a las solicitudes de reparaciones.

Apéndice E

Ejemplos de proveedores de CMMS

A continuación, se proporciona una relación de proveedores de CMMS y sus productos. Esta lista no pretende ser exhaustiva. La inclusión en esta lista no conlleva su aprobación ni recomendación por parte de la OMS. Su única finalidad es servir de guía para buscar la base de datos que mejor se adapte a las necesidades de su organización.

Proveedor	Sitio web
Azzier	http://www.azzier.com
Drawbase Software, Inc.	http://www.drawbase.com
Eagle Technology, Inc.	http://www.eaglecmms.com
ECRI Institute	http://www.ecri.org.uk/ecriaims/index.html
eMaint Enterprises, LLC	http://www.emaint.com
EQ2, Inc.	http://www.eq2.com
Facilities Technology Group	http://www.factech.com
FM Works	http://www.fmworks.com
Four Rivers Software Systems	http://www.frsoft.com
GE Healthcare	http://www.gehealthcare.com/euen/services/asset-management-solutions/asset_plus/index.html
ISES Corporation	http://www.isescorp.com/services/operationsmaintenanceprogramming.aspx
Maintenance Connection	http://www.maintenanceconnection.com
MicroMain Corporation	http://www.micromain.com/
MPulse Maintenance Software	http://www.mpulsesoftware.com
Nuvek, LLC	http://www.vektr.com
PEAK Industrial Solutions, LLC	http://www.cmms4hospitals.com
Phoenix Data Systems, Inc.	http://www.goaims.com
Predictive Service	http://www.predictiveservice.com
Simple Solutions FM	http://www.simplesolutionsfm.com
St. Croix Systems Corporation	http://www.stcroixsystems.com/asset_manager.aspx
Thinkage Ltd.	http://www.mainboss.com
TISCOR	http://www.tiscor.com
TMA Systems, LLC	http://www.tmasystems.com

Apéndice F

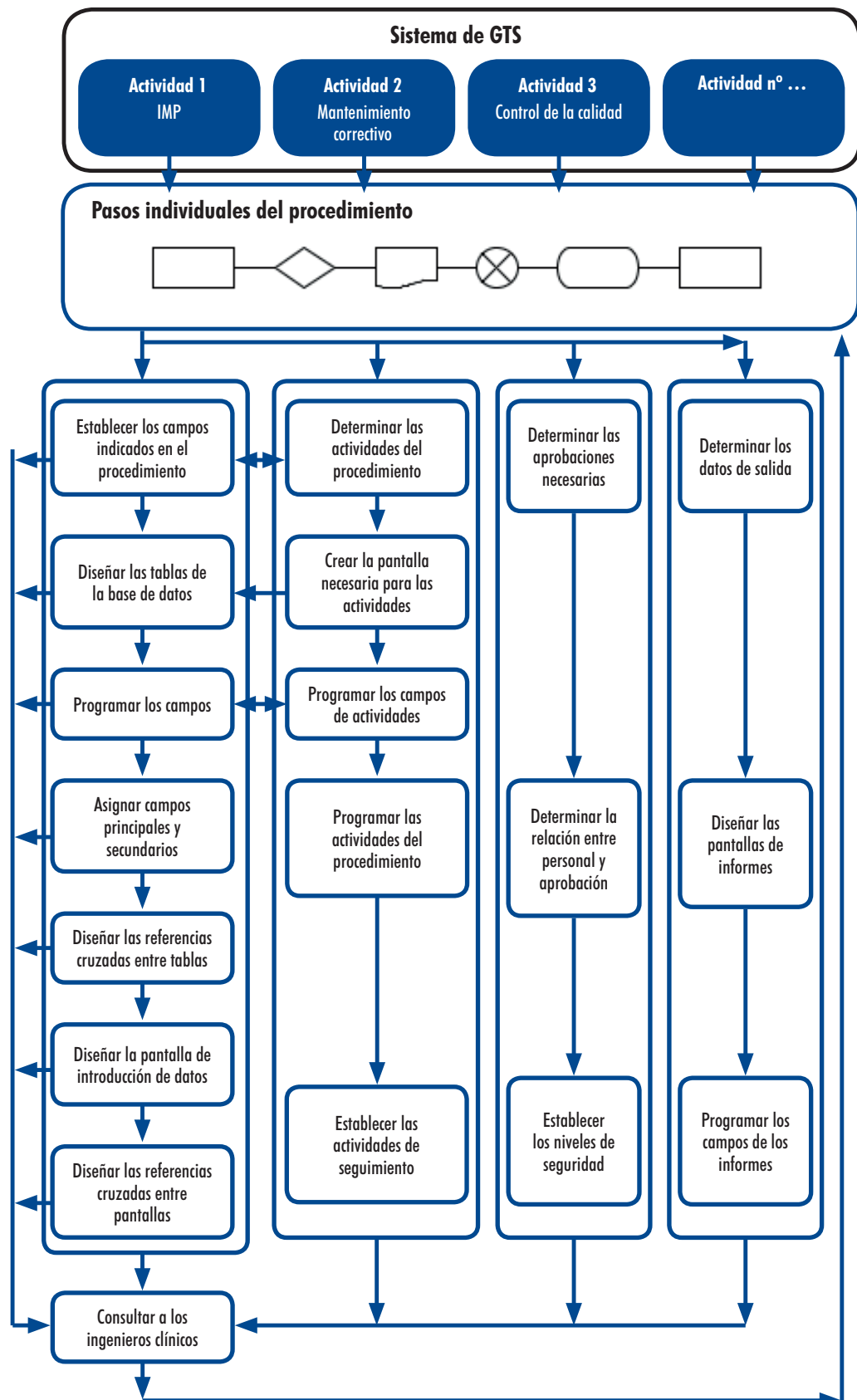
Ejemplos de proveedores de CMMS de código abierto

Se proporciona a continuación una relación de proveedores de CMMS de código abierto. Esta lista no pretende ser exhaustiva. La inclusión en esta lista no conlleva su aprobación ni recomendación por parte de la OMS. Su única finalidad es servir de guía para buscar la base de datos que mejor se adapte a las necesidades de su organización.

CMMS	Sitio web	Notas
Aware	http://www.pninc.com/maint/aware.htm	Independiente de la plataforma
Facilities Desk	http://www.manageengine.com/products/facilities-desk/index.html	Windows XP, 2000, Vista, Linux
Maintenance Assistant	http://www.maintenanceassistant.com	Basado en Internet y otras opciones
Maintenance Parts Bin	http://www.nhuntsoftware.biz	Windows 95/98/ME/XP/2000/NT
Maintenance Tracker	http://www.mtrackcmms.com	Windows XP, Win 98, MS Access 2002
Mantra	http://www.bmstech.com/mantra/download.htm	Windows XP/2000/NT4/9x/ME/Windows 3.1x/DOS
PLAMAHS	http://www.healthpartners-int.co.uk/our_expertise/plamahs.html	Windows 95 o posterior

Apéndice G

Plan de diseño del software de un CMMS





Departamento de Tecnologías Sanitarias Esenciales

Organización Mundial de la Salud

20 Avenue Appia

CH-1211 Genève 27

Suiza

Tel.: +41 22 791 21 11

E-mail: medicaldevices@who.int

http://www.who.int/medical_devices/es/

ISBN 978 92 4 350141 3



9 789243 501413