

# TEMA 1. Mantenimiento

(Duración aproximada: 3 horas)

- 1.1.- Conceptos básicos.
  - 1.1.1.- Necesidad del mantenimiento.
  - 1.1.2.- Tipos de mantenimiento.
    - 1.1.2.1.- Mantenimiento preventivo.
    - 1.1.2.2.- Mantenimiento correctivo.
    - 1.1.2.3.- Mantenimiento y administración de sistemas informáticos.
  - 1.1.3.- Características de las instalaciones.
    - 1.1.3.1.- El ciclo de vida.
    - 1.1.3.2.- Ciclo de vida de los sistemas informáticos.
- 1.2.- Mantenimiento y coste
  - 1.2.1.- Coste del inventario.
    - 1.2.1.1.- El coste de la parada y del mantenimiento.
    - 1.2.1.2.- El coste del inventario.
- 1.3.- Logística del mantenimiento.
  - 1.3.1.- Conceptos básicos y definiciones.
  - 1.3.2.- Operaciones de mantenimiento.

## ***Introducción***

*Cierta empresa posee una pequeña red local que conecta los ordenadores –tipo PC– de planta, de desarrollo y de administración. Por necesidades del software de planta, tres de los ordenadores deben sustituirse por otros de mayor potencia.*

*El responsable de mantenimiento decide, dado que hay presupuesto suficiente y que el buen funcionamiento de los ordenadores es crítico para la planta, comprar cuatro ordenadores nuevos y almacenar el sobrante en previsión de averías.*

*¿Es correcta esta decisión? ¿Alguna de las decisiones previas a la compra de un ordenador adicional es propia del servicio de mantenimiento?*

## **1. Conceptos básicos.**

### **1.1. Necesidad del mantenimiento.**

Las instalaciones, sistemas y equipos tienen como misión ofrecer un servicio, del tipo que sea, que determina las características de aquéllos y es la causa primera de su puesta en funcionamiento. Es fundamental si se asume esta afirmación la **importancia del servicio**. En un primer análisis, ninguna característica de la instalación es relevante siempre y cuando el servicio requerido se ofrezca correctamente.

Pese a la simplicidad de este concepto, en la práctica existen casos en los cuales aunque el servicio, estrictamente hablando, se ofrece de forma adecuada, existen otros factores que pueden hacer que el usuario reclame intervenciones de mantenimiento. Serían casos, por ejemplo, en los cuales la instalación causa molestias por ruido, vibración, excesivo consumo, excesivo desgaste, etcétera.

En este contexto, podemos dar la siguiente **definición de mantenimiento**: el mantenimiento comprende todas las actividades y actuaciones, ya sean técnicas o administrativas, encaminadas a procurar la entrega continuada del servicio y a restablecerla en caso de que hubiera dejado de producirse.

Como se verá más adelante, estos dos objetivos en cierto modo contrapuestos son propios de los dos tipos principales de mantenimiento, de forma que las acciones del primer tipo tienen como finalidad impedir que se llegue al punto en el cual sea necesario aplicar las del segundo.

La velocidad de la innovación tecnológica en la actualidad, y muy en particular en lo que a los sistemas y equipos informáticos se refiere, permite hablar de nuevas formas de mantenimiento que en cierto modo implican un cambio en el servicio que presta la instalación. Se trata de actualizaciones tecnológicas que mejoran las prestaciones del sistema al que se aplican. Estas mejoras se pueden ver en cierta medida como una modificación del servicio que ofrecía la instalación. Sin embargo, si este servicio es relativo a la percepción que desde los clientes se tiene de él, podemos pensar en una aplicación estricta de la definición de mantenimiento dada más arriba.

### ***Ejemplo***

*Una empresa dispuso tiempo atrás un sistema para la gestión del correo electrónico en su intranet, que funcionaba de forma correcta. Con el paso del tiempo, el uso habitual del correo electrónico y el mayor ancho de banda de las conexiones permite adjuntar documentos cada vez más ricos en imágenes, sonidos, vídeo etcétera y, por ende, los mensajes son cada vez más grandes. Llega un momento en que el ordenador que hace de servidor de correo entrante en la intranet se satura. ¿Ha cambiado el servicio que se esperaba de la instalación?*

## **1.2. Tipos de mantenimiento.**

Según se ha comentado más arriba, existen dos tipos de acciones de mantenimiento bien diferenciadas, que constituyen dos tipos diferentes de mantenimiento:

- El **mantenimiento preventivo** comprende las acciones que se llevan a cabo regularmente para anular o disminuir la probabilidad de que la instalación deje de ofrecer el servicio para el cual ha sido dispuesta.
- El **mantenimiento correctivo** comprende las acciones que se llevan a cabo desde el momento en que se detecta que la instalación o alguna de sus partes ha dejado de ofrecer el servicio para el cual ha sido dispuesta.

### **1.2.1. Mantenimiento preventivo.**

Las acciones de mantenimiento preventivo, cuya finalidad es, como se ha dicho, reducir la probabilidad de avería de la instalación o alguna de sus partes, se caracterizan porque se realizan de forma periódica o fijada de antemano. Son operaciones de mantenimiento de rutina, de ajuste o sustitución de componentes deteriorados, desgastados u obsoletos; de verificación, medida, reorganización... La ocurrencia temporal de estas acciones puede ser periódica con una frecuencia fijada de antemano, en función del grado de utilización de los equipos o aprovechando paradas de los sistemas, programadas o a consecuencia de averías.

### **1.2.2. Mantenimiento Correctivo.**

La finalidad de las acciones del mantenimiento correctivo es reparar los sistemas averiados, consiguiendo que se restablezca la entrega del servicio para el cual se destinó la instalación.

Estas acciones se realizan satisfaciendo en general las siguientes etapas:

1. Reconocimiento de la avería: se detecta que el servicio deja de prestarse correctamente.
2. Identificación de la causa de la avería: se localiza el componente de la instalación que ha fallado.
3. Eliminación del fallo: se vuelve a disponer la instalación en condiciones operativas.
4. Restablecimiento de la entrega del servicio: se pone de nuevo en funcionamiento la instalación.

**Reconocimiento de la avería.** Esta etapa transcurre desde que la avería se produce hasta que tal hecho es detectado por alguna persona y las acciones de mantenimiento correctivo comienzan. Si bien en muchos casos las averías se manifiestan de forma evidente y más o menos inmediata, existen otros en los cuales el reconocimiento no es tan sencillo. Desde averías que no se manifiestan de forma evidente o lo hacen de forma breve y esporádica,

hasta casos en los cuales no hay un acuerdo, por no estar perfectamente especificado a priori el servicio, de si cierto comportamiento de la instalación es o no una avería, el reconocimiento de la misma puede suponer un serio problema en ocasiones.

### ***Ejemplo***

*Fue muy famoso en su día cierto error en la unidad en coma flotante de una de las primeras versiones del procesador Pentium. El error se manifestaba en las divisiones con una probabilidad bastante baja –uno en nueve mil millones, según Intel. Como se ve, aunque la avería existe y puede dar lugar a problemas de distinta gravedad, la dificultad de su detección es evidente.*

**Identificación de la causa de la avería.** Tras detectar la avería el servicio de mantenimiento entra en acción, de tal forma que la primera actividad técnica consiste en la identificación de la causa de la avería. Según la manifestación de ésta y el conocimiento de la instalación, se realizan las pruebas y medidas necesarias para identificar el componente o los componentes que fallan. Esta búsqueda prosigue de forma recursiva en los diferentes equipos y subsistemas averiados hasta que se identifica un subcomponente susceptible de reparación o sustitución.

**Eliminación del fallo.** Tras identificar el componente que se debe reparar o sustituir, este es el último paso necesario para llevar de nuevo la instalación a su condición de operatividad. Cuando existen los repuestos necesarios, circunstancia de gran importancia en el proceso de mantenimiento correctivo, la acción de mantenimiento se activa para eliminar los fallos de la instalación.

**Restablecimiento de la entrega del servicio.** La instalación, o la parte de ella que ha debido pararse por estar averiada, se vuelve a poner en funcionamiento. Es un proceso más o menos costoso –en tiempo u otros recursos– dependiendo del tipo de instalación.

En el desarrollo de estas acciones se definen ciertos tiempos que permiten evaluar la eficacia del proceso de mantenimiento y de otras decisiones de la logística del mismo. Estos tiempos son:

- Periodo de intervención **PI**, desde que se detecta hasta que empiezan a tomarse medidas.
- Periodo de reparación **PR**, realmente empleado en acciones de reparación.
- Periodo de espera **PE**, mientras las acciones de detienen esperando el material o equipo requerido para la reparación.

El **PI** cuenta desde que se manifiesta la avería hasta que se realiza la primera acción técnica de mantenimiento. Depende en gran medida de la necesidad de recurrir a mantenimiento externo a la empresa y de la calidad de éste o, en caso de contar con mantenimiento interno, de la relación del tamaño de la empresa con el del equipo de mantenimiento. Una vez concluido el **PI** y hasta el final del proceso, dura el **PR**, que se ve interrumpido en caso de necesitar material o recursos externos por el **PE**. Este último puede evitarse con un adecuado inventario.

### 1.2.3. Mantenimiento y administración de sistemas informáticos.

#### *Ejemplo*

*¿Cuáles de entre las siguientes actividades serían propias del mantenimiento?*

- *Ampliar el tamaño de la memoria y los discos duros.*
- *Defragmentar y hacer copias de seguridad de los discos duros.*
- *Instalar y actualizar antivirus.*
- *Instalar y actualizar aplicaciones.*
- *Instalar y actualizar el sistema operativo.*
- *Instalar un nuevo equipo en la red de área local.*
- *Configurar un nuevo equipo en la red de área local.*

*¿Cuáles de entre las anteriores actividades serían propias de la administración de los sistemas informáticos?*

En el ámbito de los sistemas informáticos existen ciertas tareas cuyo objetivo intersecta el mantenimiento y la administración de los sistemas. Como se ha visto en un ejemplo anterior, la misma percepción cambiante de los servicios –por ejemplo, actualizar la versión de cierto programa puede requerir ordenadores de más potencia– hace que el concepto estricto de mantenimiento deba matizarse dentro de un campo con tan rápida evolución tecnológica como es el de los sistemas informáticos. Al final será la gestión y estructura de la propia empresa la que diferencie las tareas propias de administración y de mantenimiento. Así, en función del tamaño y tipo de empresa se tendrá desde una división propia de informática que gestionará todos los servicios informáticos distinguiendo entre administración y mantenimiento, hasta un servicio de mantenimiento de planta que deberá ocuparse también de la administración completa de los sistemas informáticos existentes.

### 1.3. Características de las instalaciones.

El mantenimiento puede entenderse como un servicio interno de una empresa que vela por el buen funcionamiento de las instalaciones o como un servicio que se ofrece a terceros bien como razón principal de negocio, bien como valor añadido a los productos vendidos o instalados –servicio post-venta. En ambos casos es fundamental tomar las decisiones adecuadas a los sistemas que se van a mantener en todas las etapas de su ciclo de vida, para facilitar el mantenimiento durante la fase operativa.

#### 1.3.1. El ciclo de vida.

Todas las instalaciones atraviesan una serie de etapas desde que se plantea su implantación hasta que su servicio deja de ser necesario. En todas ellas es fundamental tener en cuenta las acciones de mantenimiento que se aplicarán de forma directa durante la fase operativa.

0. **El análisis de las necesidades.** En esta fase se establecen los requisitos a satisfacer por la instalación: necesidades operacionales (el servicio a prestar), de entorno (consideraciones de seguridad e higiene, consumo), y de la logística del mantenimiento (disponibilidad, fiabilidad, mantenibilidad...)
1. **El estudio previo.** Se analizan las distintas opciones de concepción (tecnología y fabricación) y las alternativas logísticas de mantenibilidad, posibilidad de verificación, etcétera.
2. **El estudio.** Corresponde al diseño de la instalación. Se deben tener en cuenta todas las características que afecten al mantenimiento, cuidando la documentación, realización de verificaciones, utillaje, etcétera.
3. **La producción.** Esta fase se refiere a la fabricación de los productos y sistemas que formarán la instalación. De nuevo se debe proceder a una detallada documentación que incluya manuales de utilización y mantenimiento, se deben fabricar también los componentes del inventario básico de mantenimiento, etcétera. Esta puede incluir a su vez la formación del personal de operación y mantenimiento de la instalación.

4. **La instalación y la puesta en marcha.** Tras haber previsto un local adecuado, con el suficiente espacio, suministro eléctrico y de otros productos que fuere necesario, condiciones de seguridad e higiene adecuadas, se podrá instalar el equipo y realizar la puesta en marcha. El receptor de la instalación deberá en este momento verificar el buen funcionamiento de la misma a los efectos contractuales establecidos.
5. **La explotación.** Es la fase de mayor duración, en la cual la instalación presta el servicio para el que fue concebida. En este momento entra en servicio el mantenimiento tal y como se ha comentado anteriormente. Durante esta fase pueden llevarse a cabo acciones de actualización o ampliación de la instalación, y en todo momento se debe asegurar el suministro de los consumibles y repuestos necesarios.
6. **La retirada del sistema.** Una vez el sistema se ha vuelto obsoleto, o su servicio deja de ser requerido, se debe proceder a su retirada y su eventual sustitución. Se debe disponer adecuadamente la eliminación de material –reciclaje para repuestos, reventa, destrucción– y prever los recursos de personal, tiempo y presupuesto para tal finalidad.

### 1.3.2. Ciclo de vida de los sistemas informáticos.

Las fases descritas anteriormente se aplican de igual forma a todos los sistemas, incluso –con matices– si el punto de vista es el del productor en lugar del receptor de la instalación. En el caso de los sistemas informáticos en general, es interesante realizar ciertas puntualizaciones en algunas de estas fases.

- **Fase 1.** A la hora de planificar una instalación, se debe evaluar la conveniencia de diseñar completamente los equipos necesarios, o adaptar o modificar dispositivos existentes en el mercado. En sistemas que funcionen sobre plataformas estándar –ordenadores tipo PC– este análisis afectará principalmente a los programas de aplicación. En otro tipo de instalaciones tanto los sistemas como los programas entrarán en esta consideración.
- **Fase 2.** Ante la diversidad de opciones existentes para incluir en un diseño, se deben considerar en primer lugar aquellas que incluyan ayudas para el mantenimiento y la verificación –*Built In Self Test*– y las que se sepa a priori que incluyen componentes de mayor calidad.
- **Fase 4.** Los sistemas informáticos suelen poder verificarse de forma modular y estructurada. La puesta en marcha de una instalación debe seguir esta norma. Cada subsistema se verificará por separado en primer lugar, y las interacciones entre ellos posteriormente.
- **Fase 5.** Debido a la rápida evolución tecnológica, estos sistemas suelen ser objeto de gran número de ampliaciones y extensiones durante la fase de explotación. El servicio de mantenimiento debe prever esta circunstancia.

## 2. Mantenimiento y coste.

La reducción de costes es una necesidad siempre presente en la administración de las empresas. Las medidas tomadas en este sentido en un principio partían de planteamientos restrictivos cuya primera misión era la eliminación o disminución de costes aparentemente superfluos. Ante la evidencia de que numerosos costes inesperados a priori, en buena medida debidos a costes imprevistos de averías o paradas, incidían significativamente sobre las previsiones, se ha pasado a un modelo de costes que tiene en cuenta al mantenimiento como una de sus partes integrantes.

### 2.1. Coste del inventario

#### 2.1.1. El coste de la parada y del mantenimiento.

La mayor parte de los costes imprevistos en una empresa tienen que ver con averías de los servicios. Estas averías son particularmente graves cuando desencadenan una parada de planta. Los costes acumulados, además de los de reparación, incluyen la falta de ingresos previstos debidos a la parada de la actividad productiva, y en algunos casos problemas de almacenamiento de suministros contratados pero no consumidos. No se pueden obviar tampoco los costes que pueden producirse por demandas derivadas del cese de servicio de la planta o, peor aún, si los resultados de la avería son catastróficos.

Para prevenir estos costes se debe invertir en mejorar la garantía de funcionamiento de los sistemas y en la política de mantenimiento. A este segundo respecto, las opciones pasan por disponer de un servicio de

mantenimiento propio, cuyo coste dependerá de la preparación y tamaño del mismo, o por un contrato de mantenimiento cuyo coste dependerá del tiempo de respuesta y de la posible asunción de los costes legales por demandas.

Se tiene en definitiva que el coste durante el periodo de explotación permanece aproximadamente constante, siendo una suma del coste de mantenimiento y del coste de adquisición: cuanto mayor es la calidad de la instalación, la mayor garantía de funcionamiento reduce la necesidad de intervenciones de mantenimiento. Si la calidad es baja, las actividades de mantenimiento encarecen la suma final.

### 2.1.2. El coste del inventario.

En la actualidad, al coste de adquisición de una instalación se suman una serie de costes generados en las fases que se han visto anteriormente, menos evidentes, para formar lo que se denomina el coste total del inventario. Los costes identificados son:

- Los costes de los estudios  $C_E$ 
  - Coste de gestión del programa  $C_{EM}$
  - Coste de los estudios de factibilidad  $C_{EF}$
  - Coste de los estudios técnicos y de ingeniería  $C_{EE}$
  - Coste de fabricación y prueba de los prototipos  $C_{EP}$
  - Coste de la documentación de estudio  $C_{ED}$
- Los costes de producción  $C_P$ 
  - Coste de fabricación de los equipos  $C_{PF}$
  - Costes de las inversiones  $C_{PI}$
  - Costes de la fabricación del soporte logístico inicial  $C_{PS}$  (suministros, instalación, formación, equipos de prueba...)
- Los costes de explotación y mantenimiento  $C_M$ 
  - Coste de explotación  $C_{ME}$
  - Coste de mantenimiento  $C_{MM}$ 
    - Coste del mantenimiento correctivo  $C_{MMC}$
    - Coste del mantenimiento preventivo  $C_{MMP}$
    - Coste de los repuestos y consumibles  $C_{MMR}$
    - Coste del mantenimiento de los equipos de soporte y de pruebas  $C_{MMT}$
    - Coste del flujo de materiales entre escalones de mantenimiento (embalaje, manutención y transporte)  $C_{MMF}$
    - Coste de formación del personal (reemplazo y actualización)  $C_{MMT}$
    - Coste de los talleres de mantenimiento  $C_{MMM}$
    - Coste de la evolución de la documentación técnica  $C_{MMM}$
  - Coste de las evoluciones del sistema  $C_{MV}$
  - Coste de desecho  $C_{MR}$

## 3. Logística del mantenimiento.

### 3.1. Conceptos básicos y definiciones

La logística se define como el conjunto de las actividades que aseguran a los sistemas la aptitud de mantenerse en estado operacional, y el soporte necesario a la garantía de funcionamiento exigida para su empleo.

Inicialmente se tenía en cuenta exclusivamente la *logística postventa* para mantener los sistemas instalados. En la actualidad se considera también la *logística de producción* para prever la mantenibilidad y garantía de funcionamiento del sistema desde su diseño y fabricación. En este caso, la estandarización y documentación,

así como las elección adecuada de opciones tecnológicas y el seguimiento y verificación del proceso de producción son elementos que deben considerarse adecuadamente.

En segundo lugar se tiene la *logística de soporte* para favorecer el buen funcionamiento y la aptitud al mantenimiento reduciendo el coste. Son acciones propias de esta logística:

- la formación del personal y la documentación de los equipos y procesos,
- el mantenimiento preventivo y correctivo,
- la corrección de los defectos de fabricación y la evolución de los sistemas.

### 3.2. Operaciones de mantenimiento.

Las operaciones de mantenimiento se dividen en cinco grados según la complejidad de las mismas, y los requisitos de cualificación técnica del personal que las pueda llevar a cabo:

- **Primer grado:** operaciones de mantenimiento corriente, como la limpieza, supervisión, sustitución de elementos consumibles corrientes, que pueden ser llevados a cabo por el personal de explotación, adecuadamente formado.
- **Segundo grado:** operaciones ejecutadas por un técnico capaz de realizar un diagnóstico con el instrumental de localización de averías adecuado. El arreglo requiere la sustitución de un elemento principal de desmontaje sencillo.
- **Tercer grado:** operaciones de ajuste y otras actuaciones periódicas delicadas. El diagnóstico de la avería es sencillo y la sustitución del elemento averiado más compleja.
- **Cuarto grado:** operaciones de reparación mediante sustitución de componentes elementales con herramientas específicas. Se lleva a cabo por personal cualificado y altamente especializado.
- **Quinto grado:** trabajos que requieren medios y competencia industrial o que requieran documentación técnica industrial.

## 4. Bibliografía

Para la confección de este tema se ha seguido el libro:

### **Mantenimiento y soporte logístico de los sistemas informáticos.**

de Luis Bardou.

RA-MA Editorial, Noviembre de 1997.

ISBN: 84-7897-264-1